CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEIO AMBIENTE

PESQUISAS, DESAFIOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



ORGANIZADORES
TAYRON JULIANO SOUZA
YÁSCARA MAIA ARAÚJO DE BRITO
HIGOR COSTA DE BRITO

AMPLLA EDITORA

CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEIO AMBIENTE

PESQUISAS, DESAFIOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



ORGANIZADORES
TAYRON JULIANO SOUZA
YÁSCARA MAIA ARAÚJO DE BRITO
HIGOR COSTA DE BRITO

AMPLLA EDITORA

2022 - Editora Amplla
Copyright © Editora Amplla
Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares
Design da Capa: Editora Amplla
Diagramação: Felipe José Barros Meneses

Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.
O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Amplla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Amplla.

ISBN: 978-65-5381-055-6
DOI: 10.51859/amplla.cam2256-0

Editora Amplla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@ampllaeditora.com.br
www.ampllaeditora.com.br

2022

CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Luana Maria Rosário Martins – Universidade Federal da Bahia
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará

Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí
Marina Magalhães de Morais – Universidade Federal do Amazonas
Mário Cézar de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia
Michele Antunes – Universidade Feevale
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Thiago Sebastião Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2022 - Editora Amplla
Copyright © Editora Amplla
Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares
Design da Capa: Editora Amplla
Diagramação: Felipe José Barros Meneses

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sousa, Cibele Faustino de
Ciências agrárias e meio ambiente [livro eletrônico]: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas / Tayron Juliano Souza, Yáscara Maia Araújo de Brito, Higor Costa de Brito. -- Campina Grande : Editora Amplla, 2022.
564 p.

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5381-055-6

1. Agronomia. 2. Recursos Naturais. 3. Engenharia. 4. Meio Ambiente. I. Brito, Yáscara Maia Araújo de. II. Brito, Higor Costa de. III. Título.

CDD-630

Sueli Costa - Bibliotecária - CRB-8/5213
(SC Assessoria Editorial, SP, Brasil)

Índices para catálogo sistemático:

1. Agronomia : Meio ambiente 630

Editora Amplla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@ampllaeditora.com.br
www.ampllaeditora.com.br

2022

PREFÁCIO

O livro "**Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas**" reúne diversos capítulos que tratam sobre aplicações e revisões teóricas sobre o referido tema. Os capítulos são apresentados e discutidos em uma linguagem fluida e de fácil entendimento, ideal para estudantes e pesquisadores e iniciantes, e recomendado para especialista como uma leitura de consolidação de conhecimentos já adquiridos ao longo dos anos.

As ciências agrárias constituem uma área de estudo pautada no aperfeiçoamento e desenvolvimento de tecnologias eficientes que contribuem para a exploração do solo, aumento da produtividade agrícola e animal, geração de renda, bem-estar e permanência dos agricultores no campo, comercialização dos produtos, modernização de equipamento, qualificação da mão de obra, entre outros, e devem estar diretamente associadas a preservação do meio ambiente.

A área em questão abrange temáticas voltadas para a agronomia, recursos florestais e engenharia florestal, engenharia agrícola, zootecnia, medicina veterinária, recursos pesqueiros e engenharia de pesca e, por fim, ciência e tecnologia de alimentos. Toda essa abrangência torna a área multidisciplinar, ainda mais quando relacionada à conservação do meio ambiental.

As ciências agrárias utilizam como matéria-prima os recursos naturais como o solo, a água, e os minerais, os quais estão sendo explorados de forma cada vez mais desenfreada. Isto, deve-se ao expressivo crescimento populacional aliado aos novos padrões de consumo. Essa conjuntura impacta o meio ambiente, à medida que as ações antrópicas produzem cenários cada vez mais devastadores de poluição que contribuem com às mudanças climáticas globais.

Para minimizar à pressão sobre a exploração dos recursos, é necessária uma mudança de paradigma que envolva pesquisas, desafios e inovações tecnológicas voltadas não apenas ao aumento da produtividade, mas que contemple à proteção e conservação do meio ambiente. Para isso, deve-se colocar em evidência uma legislação protetiva, participativa e integrada que alie as ciências agrárias e o meio ambiente.

Diante do exposto, os organizadores e os autores deste livro esperam que os capítulos publicados permitam reflexões valiosas e inspiradoras para novos estudos na temática das Ciências Agrárias e do Meio Ambiente, visto que são duas áreas interligadas e de grande relevância para um desenvolvimento mundial pautado no equilíbrio ambiental, social e econômico. Os capítulos foram agrupados por temática e trazem uma reflexão sobre a botânica, fisiologia vegetal (germinação e crescimento de plantas), produção de mudas, análises agronômicas e da pecuária, reúso e biodigestores, resíduos sólidos, meio ambiente e educação ambiental.

Desejamos a todos uma ótima leitura!

Yáscara Maia Araújo de Brito

Engenheira Civil
Professora do Departamento de Engenharia Civil na UEPB e na UFCG

Tayron Juliano Souza

Engenheiro Agrícola
Doutorando em Engenha Agrícola na UFCG

.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CITOMETRIA DE FLUXO: UTILIZAÇÃO NO MELHORAMENTO VEGETAL 11

CAPÍTULO II - IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA VEGETAL PARA O BRASIL 20

CAPÍTULO III - GÊNERO ORCHIDACEAE ESPÉCIE *VANILLA PLANIFÓLIA*: UMA REVISÃO 28

CAPÍTULO IV - GÊNERO *MAXILLARIA* - UMA REVISÃO 36

CAPÍTULO V - GÊNERO ARUNDINA (*ORCHIDACEAE*): REVISÃO 54

CAPÍTULO VI - SEMENTES CRIOPRESERVADAS: EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *HANDROANTHUS CHRYSOTRICHUS* SOB DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO 65

CAPÍTULO VII - MORFOLOGIA DE SEMENTES E DA GERMINAÇÃO DE DUAS FABACEAE NATIVAS DA CAATINGA 79

CAPÍTULO VIII - COMPONENTES DE PRODUÇÃO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTES ERETO E SEMIERETO, NO BAIXO PARNAIBA, PIAUI, BRASIL. 93

CAPÍTULO IX - PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS SOB TELAS DE SOMBREAMENTO 105

CAPÍTULO X - EFEITO DE ÁCIDO HÚMICO E *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS* 115

CAPÍTULO XI - ADUBAÇÃO NITROGENADA, FOSFATADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA ACARIÇOBA, EM UM SOLO LATOSSOLO VERMELHO DISTROFICO – ANÁLISE AGRONÔMICA 125

CAPÍTULO XII - EFEITO DA ÉPOCA DE COLHEITA NA CULTURA DA ACARIÇOBA – ANÁLISE AGRONÔMICA. 142

CAPÍTULO XIII - AVALIAÇÃO DO LODO DE ESGOTO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA NA PRODUÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO CAPIM LIMÃO – ANÁLISE AGRONÔMICA 152

CAPÍTULO XIV - POTENCIAL DISTRIBUIÇÃO DE *MIMOSA TENUIFLORA* NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO 164

CAPÍTULO XV - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ECONÔMICA DE POTRANCAS DA RAÇA CRIOULA SUPLEMENTADAS COM AVEIA BRANCA EM PASTAGEM DE TIFTON 85 174

CAPÍTULO XVI - UTILIZAÇÃO DE AVEIA (*AVENA SATIVA*) EM GRÃO E PASTAGEM DE MILHETO (*PENNISETUM GLAUCUM (L.)*) NA DIETA DE POTRANCAS DA RAÇA CRIOULA 185

CAPÍTULO XVII - AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS EQUINOS EM PASTEJO 199

CAPÍTULO XVIII - ESCORE CORPORAL DE ÉGUAS CRIOULAS E DESENVOLVIMENTO DOS POTROS 211

CAPÍTULO XIX - RISCOS DE ACIDENTES COM ANIMAIS PEÇONHENTOS NO INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* SANTA INÊS 224

CAPÍTULO XX - DIMENSIONAMENTO, CONSTRUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS 241

CAPÍTULO XXI - ANÁLISE ECONÔMICA DE PROPRIEDADES RURAIS DEDICADAS À SOJICULTURA E BOVINOCULTURA DE LEITE 253

CAPÍTULO XXII - MODELAGEM E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS CINÉTICOS DE UM REATOR BIOLÓGICO OPERANDO EM BATELADA ALIMENTADA COM MISTURA PERFEITA 265

CAPÍTULO XXIII - AGROBIOTECNOLOGIA APLICADA NA REDUÇÃO DE USO DE INSUMOS QUÍMICOS 283

CAPÍTULO XXIV - PLANTAS NATIVAS BRASILEIRAS DA FAMÍLIA FABACEAE COM ATIVIDADE LARVICIDA NO COMBATE AO *AEDES AEGYPTI*: UMA REVISÃO DE LITERATURA 298

CAPÍTULO XXV - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA NANOEMULSÃO DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO POR EXTRAÇÃO CRUZADA DE CITRUS LIMONIA OSBECK (LIMÃO-CRAVO) E LAURUS NOBILIS L. (LOURO) 318

CAPÍTULO XXVI - AQUAPONIA: UMA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL DESTINADA À PRODUÇÃO DE PEIXES E VEGETAIS 333

CAPÍTULO XXVII - INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR E CONFIRMATÓRIA DE ANTIGO LIXÃO EM UM MUNICÍPIO DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS CONSIDERANDO OS PRECEITOS TEÓRICO-PRÁTICOS DA DIRETRIZ TÉCNICA Nº. 07/2017 - FEPAM 346

CAPÍTULOXXVIII - AVALIAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO - BAHIA 366

CAPÍTULO XXIX - USO DO ÁCIDO HEXAFLUOROSSILÍCICO PARA A RECUPERAÇÃO DO COBRE DE CIRCUITO ELETRÔNICO DE TELEVISÃO E SUA EFICIÊNCIA EM RELAÇÃO AOS ÁCIDOS COMUMENTE UTILIZADOS 381

CAPÍTULO XXX - IMPACTOS DA PANDEMIA NO QUANTITATIVO DE RESÍDUOS ESPECÍFICOS RECOLHIDOS E PARCERIAS ESTABELECIDAS PELO PROGRAMA DE EXTENSÃO "AMIGOS DA RECICLAGEM" 397

CAPÍTULO XXXI - LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS INSTALADOS NO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO/RS 414

CAPÍTULO XXXII - PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO: UMA ALTERNATIVA PARA A DESTINAÇÃO CORRETA DE ÓLEOS RESIDUAIS DE FRITURAS NA CIDADE DE PEDREIRAS - MA 429

CAPÍTULO XXXIII - CONSERVAÇÃO DE NASCENTES DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE TAUÁ, CEARÁ 441

CAPÍTULO XXXIV - O CULTIVO DE MICROALGAS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS 456

CAPÍTULO XXXV - REÚSO DA ÁGUA PARA O ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA 465

CAPÍTULO XXXVI - APROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DOS CONDICIONADORES DE AR E CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE FILTRO DE PRÉ-TRATAMENTO 481

CAPÍTULO XXXVII - DESENVOLVIMENTO DE HORTA SUSTENTÁVEL NO AMBIENTE ESCOLAR COMO PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 491

CAPÍTULO XXXVIII - MACHO ESTERILIDADE: ABORDAGEM DIDÁTICA UTILIZANDO JOGO DA MEMÓRIA PARA ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO E SUPERIOR 505

CAPÍTULO XXXIX - JOGO DO MAPA DE LIGAÇÕES: UM APRENDIZADO UTILIZANDO O MÉTODO DE ENSINO COMPLEMENTAR... 521

CAPÍTULO XL - CIÊNCIAS NATURAIS E MINERAÇÃO: HISTÓRIA, AVANÇOS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS 535

CITOMETRIA DE FLUXO: UTILIZAÇÃO NO MELHORAMENTO VEGETAL

FLOW CYTOMETRY: USE IN PLANT BREEDING

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-1

Isadora Gladcheff Marim Autor [1]
Altacis Junior de Oliveira [2]
Taniele Carvalho de Oliveira [3]
Andressa Alves Cabreira dos Santos [4]
Isane Vera Karsburg [5]
Daniela Soares Alves Caldeira [6]

[1] Engenheira Agrônoma. Universidade Estadual Paulista – UNESP.
[2] Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[3] Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – Cáceres. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[4] Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[5] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[6] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

A citometria de fluxo possui diversas áreas para ser aplicada, sendo uma delas o melhoramento vegetal. No melhoramento vegetal, esta técnica detém grande relevância, uma vez que possui diversas aplicações tais como: determinação do conteúdo de DNA, estimação do nível de ploidia, estudos do ciclo celular e endo reduplicação do material genético, detecção de células apoptóticas e determinação do modo reprodutivo. Essa técnica apresenta algumas vantagens interessantes: a preparação da amostra é fácil, rápida, não necessita que as células estejam em divisão. Pode ser utilizada também na análise do ciclo celular pois o conteúdo de DNA nuclear reflete a posição da célula. Essa técnica estuda as diferenças de proporção em cada fase do ciclo celular, órgãos, parte dos órgãos e idade das plantas. Poucos são os estudos atualizados em citometria de fluxo voltados ao melhoramento vegetal, porém deve-se constar que se tornou uma ferramenta poderosa de estudo e necessita aprofundamento.

Palavras-chave: Melhoramento genético. DNA. Divisão celular e Citometria.

ABSTRACT

Flow cytometry has diverse areas to be applied, one of them being in plant breeding. In plant breeding, this technique has great relevance, since it has several applications such as: determination of DNA content, ploidy level estimation, cell cycle studies and reduplication of genetic material, detection of apoptotic cells and determination of the reproductive mode. This technique presents some interesting advantages: sample preparation is easy, fast, and does not require the cells to be in division. It can also be used in cell cycle analysis because the nuclear DNA content reflects the position of the cell. This technique studies the differences in proportion at each phase of the cell cycle, organs, part of the organs, and age of the plants. There are few up-to-date studies in flow cytometry focused on plant breeding, but it should be noted that it has become a powerful tool for study and requires further development.

Keywords: Genetic improvement. DNA. Cell division and Cytometry.

1. INTRODUÇÃO

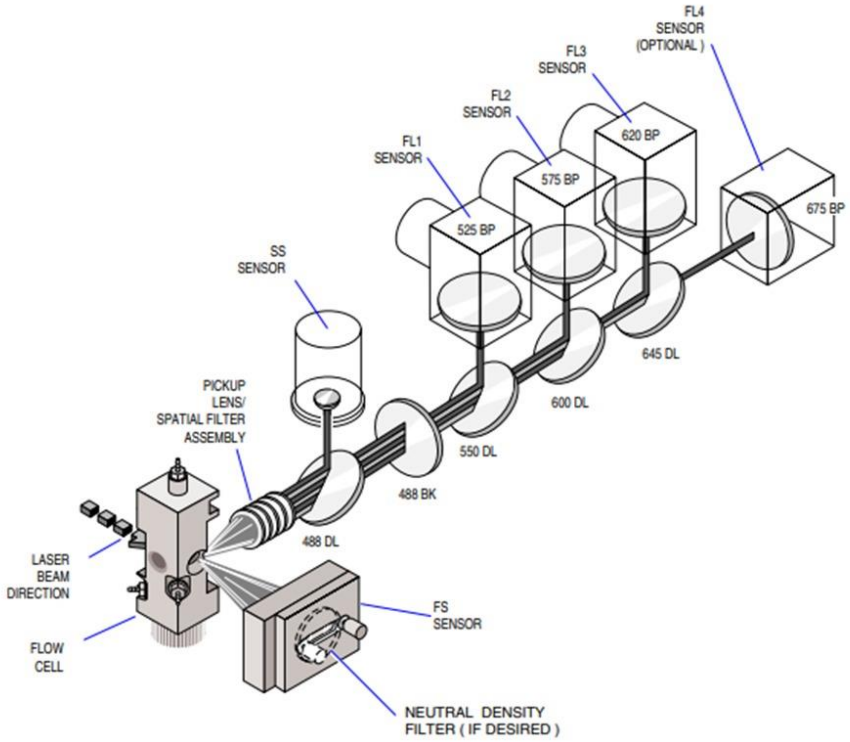
A citometria de fluxo foi criada em 1934 por Andrew Moldavan, que desenvolveu um sistema em que células coradas dentro de um tubo capilar sob a luz do microscópio óptico passando por um detector fotoelétrico, permitia a contagem celular conforme a incidência da luz. O desenvolvimento de novas tecnologias como a citometria de fluxo permitiu então identificar e caracterizar as propriedades físico-químicas de células individuais dentro de populações homogêneas ou heterogêneas de micropartículas presentes em seres vivos (BERTHO, 2015).

A citometria de fluxo é uma ferramenta a ser utilizada em diversas áreas. A técnica permite analisar as propriedades ópticas das partículas através da dispersão de luz e fluorescência, na fluidez de uma suspensão líquida. Estas partículas são forçadas a se moverem em um fluído laminar individualmente no centro de uma câmara de fluxo.

A grande maioria dos citómetros possui pelo menos 5 tubos fotomultiplicadores: um para a dispersão lateral e quatro para as fluorescências (CÔRTE-REAL et al., 2002). Uma vez que a citometria de fluxo analisa as partículas individualmente e a uma velocidade elevada, populações numerosas de células e organelas podem ser medidas num espaço de tempo relativamente curto, e sub-populações destes citomas podem ser facilmente detectadas (Doležel, 1997a). Na Figura 1 apresenta-se um esquema ilustrativo do princípio de funcionamento de um citómetro de fluxo.

Ocorrendo nestas partículas a interceptação de feixes luminosos (*lasers*) que liberam fótons que são captados por um sistema de filtros ópticos sendo transformados em dados por um computador (LOUREIRO; SANTOS, 2004). Esse ponto é a grande diferença dessa técnica para outras, a medição desse fluxo permite análises em alta velocidade e aleatoriamente selecionadas dentro de uma população (DOLEZEL, 1997).

Figura 1 - Representação do citômetro de fluxo Coulter EPICS-XL, com adaptações.



Fonte: Adaptado de Coulter (2010).

Essa técnica apresenta algumas vantagens interessantes: a preparação da amostra é fácil, rápida, não necessita que as células estejam em divisão. É uma metodologia não destrutiva e capaz de detectar mixoploidias. Portanto, é uma metodologia utilizada em diferentes áreas alcançando o melhoramento de plantas (DOLEZEL, 1997b).

No melhoramento vegetal, esta técnica detém grande relevância, uma vez que possui diversas aplicações tais como: determinação do conteúdo de DNA, estimação do nível de ploidia, estudos do ciclo celular e endo reduplicação do material genético, detecção de células apoptóticas e determinação do modo reprodutivo. Nesta última aplicação, o modo de reprodução em plantas, principalmente nas angiospermas é detectado em sementes por meio da diferença entre o conteúdo de DNA do embrião e do endosperma (SLIWINSKA, 2018).

Diante disso, o trabalho teve como objetivo aperfeiçoar a metodologia e utilização da citometria de fluxo na área de melhoramento vegetal com a premissa de aumentar o número de aplicações práticas da ferramenta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A citometria de fluxo possui diversas áreas para ser aplicada, sendo uma delas o melhoramento vegetal. Diversos estudos mostram a eficiência e aplicabilidade em várias áreas, como exemplo da utilização de abelhas adultas para quantificação do genoma (FAUSTINO, 2018). O trabalho tinha por objetivo testar se a quantificação do DNA seria eficiente em abelhas adultas ou se a eficiência aconteceria somente com larvas e pupas. Por fim, com a utilização de abelhas adultas foi possível determinar o conteúdo de DNA.

Com o intuito de utilizar a ferramenta em melhoramento vegetal é possível através da estimativa do conteúdo de DNA nuclear em plantas (HELLER, 1973). Sua metodologia consiste na intensidade de fluorescência relativa de núcleos corados com um fluorocromo específico para DNA. Para análise, a amostra tem de estar na forma de suspensão de partículas individuais (DOLEZEL, 1997a).

Devido a alguns problemas associados a estas estruturas (elevada autofluorescência e baixa penetração dos corantes na membrana citoplasmática), o uso de protoplastos tem caído em desuso. Até o momento foram desenvolvidas várias metodologias para libertar núcleos intactos de células vegetais (DOLEZEL, 1991).

O método clássico desenvolvido em 1983 continua a ser o mais utilizado, com os detalhes da rapidez e simplicidade conseguem libertar núcleos de tecidos vegetais (GALBRAITH et al., 1983). O tecido (folhas) é cortado com uma lâmina numa caixa de Petri em solução tampão hipotônica; o método fornece resultados bons para a maioria das espécies vegetais (Figura 2). Price e Johnston (1996) desenvolveram uma metodologia para incluir a centrifugação dos núcleos antes da adição do corante para DNA, mas os histogramas apresentaram maior quantidade de ruído.

Em relação ao melhoramento vegetal, a citometria de fluxo é a única metodologia que consegue analisar um número bastante elevado de plântulas em um curto espaço de tempo (GEMEZ-JUHASZ et al., 2002). Em algumas plantas, as cultivares comerciais são triploides e o melhoramento envolve estratégias de cruzamento para obter o nível de ploidia desejado, verificando esse nível nas plantas mães e os progenitores (LOUREIRO; SANTOS, 2004).

Figura 2 - Diagrama da metodologia utilizada para analisar o conteúdo em DNA nuclear utilizando tecido foliar.



Fonte: Galbraith et al., (1983).

Uma área de grande importância e tem sido beneficiada com a análise de ploidia é a taxonomia. O estudo da estrutura e dinâmica das populações vegetais tem expressado um potencial para indivíduos com sistemas genéticos anómalos. Com a contagem cromossomática, é possível analisar um número de plantas de tal forma que populações fenotipicamente similares possam se diferir no nível de ploidia (MISSET; GOURRET, 1996; LYSÁK; DOLEZEL, 1998).

Outra área de grande importância e recebido cada vez mais investimentos a pesquisa é o conhecimento do tamanho do genoma. Tem sido de grande utilidade nos estudos de relações filogenéticas na análise de possíveis correlações entre o tamanho do genoma e características marcantes fisiológicas e agronômicas (ZOLDOS et al., 1998, LYSAK et al., 1999, SUDA et al., 2003). Até o momento, poucos são os conhecimentos da complexidade e tamanho do genoma nuclear para aproximadamente 99 % das espécies das angiospermas (BENNETT; LEITCH 2003). A citometria de fluxo é a metodologia mais adequada para esse tipo de pesquisa por ser precisa e rápida.

A citometria de fluxo pode ser utilizada na análise do ciclo celular pois o conteúdo de DNA nuclear reflete a posição da célula. Essa técnica estuda as diferenças de proporção em cada fase do ciclo celular, órgãos, parte dos órgãos e idade das plantas (GALBRAITH et al., 1983, SGORBAIT et al., 1986).

Pode ocorrer também sua utilização para determinação do sexo numa fase inicial de crescimento, aplicando na produção e melhoramento das espécies (DOLEZEL; GOHDE, 1995). A ferramenta já é utilizada com esse objetivo em bovinos para sexagem de espermatozoides, aumentando a acurácia do processo de inseminação artificial nas novilhas (THEDY, 2010).

3. APLICAÇÕES DA CITOMETRIA DE FLUXO

a) Análises de ploidias: essa análise avalia a intensidade fluorescência relativa contida nos núcleos isolados de folhas jovens produzindo um histograma com um pico dominante que corresponde aos núcleos que se encontram na fase G_1 do ciclo celular e um pico menor que corresponde aos núcleos na fase G_2. Para estimar o nível de ploidia, a posição do pico G_1 de um histograma é comparado com o pico de uma planta padrão com uma ploidia conhecida (DOLEŽEL, 1997a).

b) Estimativa do tamanho do genoma: por meio da citometria de fluxo pode-se estimar o tamanho do genoma nuclear em unidades absolutas (pg de DNA ou Mpb) conseguindo a medição simultânea da amostra e do padrão de referência (com um tamanho do genoma conhecido) (LOUREIRO e SANTOS, 2004).

c) Outras aplicações: além disso a técnica ainda permite que seja usada em estudos do ciclo celular, uma vez que o conteúdo em DNA nuclear reflete a posição da célula; determinação do sexo numa fase prévia do crescimento, algumas espécies vegetais economicamente importantes são dióicas e a identificação do sexo numa fase inicial de crescimento tem uma aplicação vasta na sua produção e melhoramento; análises de genotoxicidade, através da análise do efeito do ambiente e de compostos genotóxicos na quantidade de DNA nuclear; e análise e separação de cromossomas, onde as aplicações associadas incluem a localização de sequências de DNA, o isolamento de sondas complexas, a construção de livrarias de DNA específicas para cada

cromossoma e o isolamento de marcadores moleculares específicos para os cromossomas (LOUREIRO e SANTOS, 2004).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucos são os estudos atualizados em citometria de fluxo voltados ao melhoramento vegetal, porém deve-se constar que é uma ferramenta poderosa de estudo e necessita aprofundamento. O número de aplicações práticas deve aumentar para que se encaixe na rotina das atividades, desde taxonomia até determinação do sexo em fase inicial.

REFERÊNCIAS

BENNETT, M.; LEITCH, I. J. Plant DNA C-values data base. 2003.

CÔRTE-REAL, M.; SANSONETTY, F.; LUDOVICO, P.; PRUDÊNCIO, C.; RODRIGUES, F.; FORTUNA, M.; SOUSA, M.; SILVA, M.; LEÃO, C. Contributos da citologia analítica para estudos de biologia de leveduras. Boletim de Biotecnologia, v. 71, p. 19-33, 2002.

COULTER, B. Coulter EPICS-XL Flow Cytometer Documentation. 1998. Disponível em: https://www.beckmancoulter.com/wsrportal/techdocs?docname=4237298CA.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.

DOLEŽEL, J. Applications offlow cytometry for the study of plant genomes. Journal of Applied Genetics, v. 38, n. 3, p. 285-302, 1997b.

DOLEŽEL, J. Flow cytometric analysis of nuclear DNA content in higher plants. Phytochemical Analysis, v. 2, p. 143-154, 1991.

DOLEŽEL, J. Flow cytometry, its application and potential for plant breeding. Current Topics in Plant Cytogenetics Related to Plant Improvement, v. 97, p. 80-90, 1997a.

DOLEŽEL, J.; GÖHDE, W. Sex determination in dioecious plants Melandrium album and M. rubrum using high-resolution fl ow cytometry. Cytometry, v. 19, p. 103-106, 1995.

FAUSTINO, A. O. Utilização de abelhas adultas em análises de citometria de fluxo. 23 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

GALBRAITH, D. W.; HARKINS, K. R.; MADDOX, J. M.; AYRES, N. M.; SHARMA, D. P.; IROOZABADY, E. Rapid flow cytometric analysis of the cell-cycle in intact plant-tissues. Science, v. 220, n. 4601, p. 1049-1051, 1983.

GALBRAITH, D.; LAMBERT, G.; MACAS, J.; DOLEŽEL, J. Analysis of nuclear DNA content and ploidy in higher plants. Current Protocols in cytometry, Eds Robinson, J., Azmi, A. e Tutois, S. John Wiley & Sons, Inc., New York. 2002.

GEMES-JUHASZ, A.; BALOGH, P.; FERENCZY, A.; KRISTOF, Z. Effect of optimal stageof female gametophyte and heat treatment on in vitro gynogenesis induction in cucumber (Cucumis sativus L.). Plant Cell Reports, v. 21, n. 2, p. 105-111, 2002.

HELLER, F. O. DNA-measurement of Vicia faba L. with pulse cytophotometry. Berichte Der Deutschen Botanischen Gesellschaft, v. 86, n. 5-9, p. 437-441, 1973.

LOUREIRO, J.; SANTOS, C. Aplicação da citometria de fluxo ao estudo do genoma vegetal. Boletim de Biotecnologia, v. 77, p. 18-29, 2004.

LYSÁK, M.; DOLEŽEL, J. Estimation of nuclear DNA content in Sesleria (Poaceae). Caryologia, v. 52, n. 2, p. 123-132, 1998.

LYSÁK, M.; DOLEŽELOVÁ, M.; HORRY, J.; SWENNEN, R.; DOLEŽEL, J. Flow cytometric analysis of nuclear DNA content in Musa. Th eoretical and Applied Genetics, v. 98, p. 1344-1350, 1999.

MISSET, M. T.; GOURRET, J. P. Flow cytometric analysis of the diff erent ploidy levels observed in the genus Ulex L Faboideae-Genisteae in Brittany (France). Botanica Acta, v. 109, n. 1, p. 72-79, 1996.

PRICE, H.; JOHNSTON, J. Analysis of plant DNA content by Feulgen microspectro photometry and fl ow cytometry. Methods of Genome Analysis in Plants, Eds. Jauhar, P. CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo, p. 115-131, 1996.

SGORBATI, S.; LEVI, M.; SPARVOLI, E.; TREZZI, F.; LUCCHINI, G. Cytometry and flow cytometry of 4',6-Diamidino-2-Phenylindole (DAPI)-stained suspensions of nuclei released from fresh and fi xed tissues of plants. Physiologia Plantarum, v. 68, n. 3, p. 471-476, 1986.

SLIWINSKA, E. Flow cytometry – a modern method for exploring genome size and nuclear DNA synthesis in horticultural and medicinal plant species. Folia Horticulturae, v. 30, n. 1, p. 193-128, 2018.

SUDA, J.; KYNCL, T.; FREIOVA, R. Nuclear DNA amounts in Macaronesian angiosperms. Annals of Botany, v. 92, n. 1, p. 153-164, 2003.

THEDY, D. X. Determinação do sexo de bovinos. 30 f. monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

ZOLDOS, V.; PAPE, D.; BROWN, S.; PANAUD, O.; SILJAK-YAKOVLEV, S. Genome size and base composition of seven Quercus species: inter- and intra-population variation. Genome, v. 41, p. 162-168, 1998.

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA VEGETAL PARA O BRASIL

IMPORTANCE OF THE VEGETABLE GERMOPLASM EXCHANGE PROCESS FOR BRAZIL

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-2

Marilaine de Sá Fernandes [1]
Nicoly de Jesus Costa [2]
Natan Barbosa Marasca [2]
Natan Paiva Dias [2]
Patrick Pereira Noetzold [2]
Rafael Souza Oliveira [2]
Ricardo Vilela de Sousa Veronez [2]

[1] Professora do Curso de Agronomia, Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES
[2] Aluno do Curso de Agronomia, Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES

RESUMO

Baseando-se na importância do processo de intercâmbio de germoplasma vegetal para o Brasil, o objetivo deste trabalho foi descrever de forma concisa sua operacionalização. Para atingir este objetivo, realizou-se uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória em que se identificou que o mesmo é realizado pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e está dividido em três categorias: importação, exportação e trânsito interno. Primeiramente, a importação segue a Instrução Normativa Nº 28, de 20 Abril de 2020 do MAPA. Segundamente, a exportação, além do preenchimento de formulário específico deve-se ter o Import Permit do país receptor, que servirão de base para análise de sua viabilidade. E por fim, o transito interno consiste na movimentação de germoplasma vegetal no território nacional, mais propriamente nas unidades da Embrapa. Concluindo-se que a operacionalização do processo de intercâmbio de germoplasma vegetal no país ocorre a partir de regras preestabelecidas pela segurança biológica com base em legislação fitossanitária e de proteção ao patrimônio genético e é essencial para suprir os programas de melhoramento genético de plantas.

Palavras-chave: Vegetal. Importação. Exportação. Trânsito interno. Embrapa.

ABSTRACT

Based on the importance of the plant germplasm exchange process for Brazil, the objective of this work was to concisely describe its operationalization. To achieve this objective, qualitative exploratory research was carried out, in which it was identified that it is carried out by Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, a Unit of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), linked to the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. (MAP) and is divided into three categories: import, export and internal transit. The importation follows the Normative Instruction No. 28, of April 20, 2020 of MAPA. The export, in addition to filling out a specific form, must have the Import Permit of the receiving country, which will serve as a basis for analyzing its feasibility. And the internal traffic consists of the movement of plant germplasm in the national territory, more specifically in the Embrapa units. Concluding that the operationalization of the process of plant germplasm exchange in the country occurs from pre-established rules for biological safety based on phytosanitary legislation and protection of genetic heritage and is essential to supply the programs of genetic improvement of plants.

Keywords: Vegetable. Import. Export. Internal traffic. Embrapa.

1. INTRODUÇÃO

Antes de tudo, é necessário entender que o Germoplama designa qualquer forma, porção, parte ou estrutura de origem animal, vegetal ou microbiana que contenha a informação genética que será herdada. É o material genético que constitui a base física da hereditariedade, o genótipo, e que é transmitida de uma geração a outra por meio de células germinais. Germoplasma também pode ser definido como o material genético de um organismo (cromossomos e genes) contido em sementes, estacas, bulbos, pólens, embriões, tecidos, células, esperma, óvulos, esporos ou cepas e que podem ser herdados por seus descendentes. A palavra tem origem em 1892, quando August Weismann, biólogo alemão, empregou a palavra "Keimplasma" (germoplasma) no livro Keimplasma: eine theorie der vererbung (Germoplasma: uma teoria da herança) (SALOMÃO, 2010).

Intercâmbio de germoplasma vegetal é a troca de material genético na forma de propágulos de plantas (sementes,mudas, estacas, etc.) entre instituições nacionais e internacionais. O processo de intercâmbio é de grande importância para a agricultura, pois o germoplasma enviado e/ou recebido é a matéria-prima para se obter novas cultivares mais eficientes e mais eficazes para os sistemas produtivos (PAIVA *et al.,* 2019).

A maior parte dos produtos que compõem a dieta do povo brasileiro, não é originária do Brasil, ela foi introduzida de outros países e adaptada às nossas condições edafoclimáticas. São exemplos o arroz, feijão, milho, trigo, soja, frutíferas e hortaliças exóticas. Portanto, a agricultura brasileira tem se beneficiado com o intercâmbio de germoplasma de diversas espécies vegetais que propiciaram ao país, o desenvolvimento de pesquisas fitotécnicas e a obtenção de novas e mais produtivas cultivares, com características agronômicas, morfológicas, nutricionais, terapêuticas dentre outras (ABRASEM, 2022).

O principal objetivo do intercâmbio de germoplasma é suprir os programas de melhoramento genético no país, de germoplasma indispensável à pesquisa, mas adotando-se as precauções necessárias a fim de evitar a entrada de pragas. Existem várias categorias de germoplasma: parentes silvestres; populações locais; cultivares primitivas; cultivares que foram substituídas; linhagens experimentais, mutações e

outros produtos dos programas de melhoramento; cultivares modernas (COSTA *et al.,* 2012; PAIVA *et al.,* 2019).

Baseando-se na importância do processo de intercâmbio de germoplasma vegetal para o Brasil, o objetivo deste trabalho foi descrever de forma concisa sua operacionalização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

De acordo com SALOMÃO *et al.* (2019): Os recursos genéticos vegetais são espécies tanto aquáticas como terrestres, de valor econômico, científico, social ou ambiental, seja este valor atual ou potencial. Essas espécies são de grande importância, pois constituem a base biológica da segurança alimentar mundial e, direta ou indiretamente, apoiam a vida e os meios de subsistência de cada ser humano. Os recursos genéticos detêm a variabilidade genética necessária para evitar a fome e as perdas econômicas em decorrência de intempéries climáticas, doenças e pragas que se apresentam como desafios para a humanidade. Eles são a matéria-prima para programas de melhoramento que visam ao aumento da produtividade e da qualidade na agricultura e à produção de novas cultivares.

2.2. CONSERVAÇÃO EX SITU

A conservação *ex situ* é uma técnica de conservação de recursos genéticos vegetais fora de seu habitat natural, ou seja, sua manutenção é realizada em condições artificiais na forma de bancos de germoplasma e é uma alternativa para diminuir a perda contínua de recursos genéticos em razão de pressões de seleção naturais e artificiais.

Considerando as múltiplas pressões sobre o meio ambiente, a destruição e fragmentação de habitats, bem como os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os recursos genéticos, a conservação *ex situ* torna-se uma estratégia importante de conservação, uma vez que resgata, conserva e disponibiliza o germoplasma para uso futuro, em ações de recuperação de habitats, reintroduções de espécies e em programas de melhoramento genético.

2.3. CONSERVAÇÃO IN SITU

A conservação *in situ* (que significa “no local”) aplica-se tanto à conservação da biodiversidade, quanto aos recursos genéticos associados, incluindo fatores culturais relacionados às populações humanas que fazem uso desses recursos. É o tipo de estratégia utilizada para a conservação de espécies de plantas nos locais onde eles ocorrem, quer seja de forma espontânea na natureza, quer seja nos locais onde se adaptaram sob influência humana, quando se trata de espécies domesticadas ou cultivadas.

Tem por finalidade básica a conservação dos ecossistemas e, por conseguinte, a manutenção ou a restauração de comunidades, ou populações viáveis de espécies autorreguladas em seus meios naturais, de modo a garantir a continuidade dos processos evolutivos das espécies e ambientes ao longo do tempo. No caso das espécies domesticadas ou cultivadas, a conservação *in situ* serve ainda à preservação dos conhecimentos tradicionais associados, às tradições e práticas relacionadas ao manejo e ao uso e à conservação dos recursos ambientais e biológicos. Uma vez preservada a funcionalidade dos agroecossistemas, preservam-se os mecanismos e processos ecológicos (como interações predador-presa, planta-polinizador, planta-dispersor, parasita-hospedeiro, planta/animal-homem, dentre outros) e, por conseguinte, plantas, animais e microrganismos associados. Além disso, ela permite a manutenção de espécies cujo potencial de uso ainda é desconhecido da ciência na alimentação, medicina, cosmética, engenharia e em outras áreas.

2.4. DIFERENÇA ENTRE CONSERVAÇÃO EX SITU E IN SITU

A conservação *ex situ* significa a conservação dos componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, enquanto a conservação in situ significa a conservação dos ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus ambientes naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos ambientes onde elas se adaptaram. Nenhuma estratégia sozinha pode responder pela adequada conservação, e, como ambas são complementares, devem ser utilizadas em conjunto para o sucesso da conservação.

3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo do trabalho, realizou-se uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória e o banco de dados consultado foi o da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e responsável pela conservação de recursos genéticos vegetais no país.

4. RESULTADOS

O intercâmbio de germoplasma vegetal no país está consolidado em três categorias: importação, exportação e trânsito interno.

A importação segue a Instrução Normativa Nº 28, de 20 Abril de 2020 do MAPA e a principal exigência requerida do fornecedor do material é o certificado fitossanitário expedido pelo país exportador. Quando concedida a permissão pelo Departamento de Sanidade Vegetal (DSV) do MAPA, o Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia envia à instituição doadora a carta de solicitação do material juntamente com a permissão. Cabe à Superintendência Federal de Agricultura (SFA) do MAPA a inspeção do material e da sua documentação, prescrevendo quarentena de pós-entrada. Após, a SFA emite a liberação de quarentena. Quando se trata de entidades privadas, o requerimento deve ser preenchido e enviado diretamente à MAPA/SFA do estado correspondente ao domicílio da pessoa física ou jurídica.

Já para a exportação, além do preenchimento de formulário específico deve-se ter o Import Permit do país receptor, que servirão de base para análise de sua viabilidade. Esta análise passa necessariamente pelos caminhos legais em vigor no País. Uma vez recebido o material destinado à exportação na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia /NIG, o mesmo é encaminhado ao laboratório de entomologia, para ser analisado e/ou fumigado. Posteriormente é emitido o laudo fitossanitário, base para a emissão do certificado fitossanitário pela MAPA/SFA.

O trânsito interno consiste na movimentação de germoplasma vegetal no território nacional, mais propriamente nas unidades da Embrapa. O material em trânsito é inspecionado inicialmente na origem pelos órgãos responsáveis (SFA, Secretaria de Agricultura entre outros) e, subsequentemente, nas diversas barreiras sanitárias. Deve-

se obrigatoriamente estar acompanhado do documento “Permissão de Trânsito de Vegetais", autorizando sua movimentação. Esse cuidado é imprescindível para que pragas endêmicas estabelecidas em determinadas locais, não sejam disseminadas para outras regiões do País.

5. DISCUSSÃO

A partir de 1976 a Embrapa iniciou um amplo e bem estruturado sistema de intercâmbio, aliado a um programa de conservação e uso de germoplasma em nível nacional, abrangendo a maioria das espécies agrícolas. O material vegetal é recebido e confinado em laboratórios e casas de vegetação, bem como é submetido a várias análises e/ou tratamentos para verificar se o material está livre dessas pragas quarentenárias ou exóticas. As análises laboratoriais em busca de pragas são feitas diretamente no material vegetal recebido (sementes, estacas, mudas, etc.) assim como no material plantado e cultivado nas casas de vegetação (chamadas de quarentenários) a partir do material recebido (COSTA et al., 2012; PAIVA et al., 2019; ABRASEM, 2022).

Existem, basicamente, duas instruções normativas (IN) emitidas pelo MAPA que regulamentam o intercâmbio no País: INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 29, de 24 de agosto de 2016 (MAPA, 2016), que dispõe as regras para o credenciamento e o funcionamento de uma estação quarentenária vegetal e INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 28, de 20 abril de 2020 (MAPA, 2020), que define quem pode realizar a introdução de materiais vegetais para a pesquisa e experimentação no País e quais os procedimentos que devem ser seguidos para se obter a autorização de importação de material vegetal. No caso de uma experimentação, a importação ocorre em maior volume de material vegetal, com a finalidade de testes de campo para avaliação de adaptação ou desempenho de uma variedade ou cultivar, já com finalidade de desenvolver a cultivar comercial.

Conforme a CIPV, coordenada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), os países signatários têm o direito de inspecionar os envios recebidos de outros países e devolvê-los em caso de contaminação, como tem o dever de fazer acompanhar seus envios de um certificado fitossanitário (CF), atestando a sanidade do material vegetal em questão. A atitude de enviar a outros países materiais vegetais livres de pragas representa o respeito ao bem-estar da comunidade

internacional, à sustentabilidade das cadeias produtivas e à proteção do meio ambiente, cuja repercussão atinge a todos (PAIVA et al., 2019).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A operacionalização do processo de intercâmbio de germoplasma vegetal no país ocorre a partir de regras preestabelecidas pela segurança biológica com base em legislação fitossanitária e de proteção ao patrimônio genético e é essencial para suprir os programas de melhoramento genético de plantas.

REFERÊNCIAS

ABRASEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas. Um Guia sobre Recursos Genéticos**. Brasília, DF: ABRASEM, 2018. 17 p. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Guia-sobre-Recursos-Gen%C3%A9ticos-ISF-Maio-2019-Final-1.pdf. Acesso em: 26 fev. 2022.

BURLE, M. L. **Conservação de recursos genéticos vegetais na Embrapa – histórico e perspectivas futuras.** COMUNICADO TÉCNICO 206. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 15 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1108787/1/comunicadotecnico20610.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.

COSTA, A M.; SPEHAR, C. R.; B. SERENO, J. R. B. **Conservação de recursos genéticos no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/998664/conservacao-de-recursos-geneticos-no-brasil. Acesso em: 03 mar. 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 29, de 24 de agosto de 2016**. Brasília, DF: MAPA, 2016. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2016/08/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-No-29-DE-24-DE-AGOSTO-DE-2016.pdf. Acesso em: 26 fev. 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 28, de 20 abril de 2020**. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2020/09/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-28-DE-20-ABRIL-DE-2020-Estabelecidos-os-crit%C3%A9rios-e-procedimentos-de-quarentena-para-a-importa%C3%A7%C3%A3o-de-artigos-regulamentados-no-Brasil.pdf. Acesso em: 26 fev. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Conservação *in situ*, *ex situ* e *on farm*.** Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/licita%C3%A7%C3%B5es-e-contratos/item/7611-conserva%C3%A7%C3%A3o-in-situ,-ex-situ-e-on-farm.html. Acesso em: 24 jun. 2022.

PAIVA, S. R., ALBUQUERQUE, M. S. M., SALOMÃO, A. N., JOSÉ, S. C. B. R., MOREIRA, J. R. (org.) **Recursos genéticos: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 298 p. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1111833/recursos-geneticos-o-produtor-pergunta-a-embrapa-responde. Acesso em: 10 mar. 2022.

SALOMÃO, A. N. **Manual de curadores de germoplasma – Vegetal: Glossário.** Brasília, DF: Embrapa, 2010. 14 p. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355163/2005846/doc326.pdf/5e11da70-ed77-4977-9c45-096f1f609d63. Acesso em: 24 jun. 2022.

CAPÍTULO III

GÊNERO ORCHIDACEAE ESPÉCIE *VANILLA PLANIFÓLIA*: UMA REVISÃO

ORCHIDACEAE GENUS SPECIES VANILLA PLANIFOLIA: A REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-3

Maisa Oliveira da Costa [1]
Andressa Alves Cabreira dos Santos [2]
Altacis Junior de Oliveira [3]
Taniele Carvalho de Oliveira [4]
Isane Vera Karsburg [5]
Daniela Soares Alves Caldeira [6]

[1] Bióloga. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[2] Mestranda em genética e melhoramento de plantas. Programa de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas – PGMP.
[3] Mestre em genética e melhoramento de plantas. Programa de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas – PGMP.
[4] Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - BIONORTE.
[5] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[6] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

A *Vanilla planifolia* é uma planta perene nativa do México e da América Central que cresce à sombra de climas tropicais. Seus frutos, chamados de vagens ou favas, contêm vanilina, que confere aroma às plantas utilizadas na culinária e na indústria, mas a baunilha sintética é a mais comercializada. As informações sobre o cultivo desta planta são muito escassas e, por se tratar de uma cultura pouco cultivada em nosso país, naturalmente apresenta desafios que precisam ser abordados por meio de pesquisas. Portanto, o objetivo deste trabalho é fornecer uma revisão de literatura para ajudar os leitores a obter informações suficientes para melhorar o cultivo dessa cultura.

Palavras-chave: Orquídeas. Baunilha. Gênero.

ABSTRACT

Vanilla planifolia is a perennial plant native to Mexico and Central America that grows in the shade of tropical climates. Its fruits, called pods or beans, contain vanillin, which confers flavor to the plants used in cooking and industry, but the synthetic vanilla is the most commercialized. Information about the cultivation of this plant is very scarce and, because it is a crop that is little cultivated in our country, it naturally presents challenges that need to be addressed through research. Therefore, the objective of this paper is to provide a literature review to help readers obtain sufficient information to improve the cultivation of this crop.

Keywords: Orchids. Vanilla. Genus.

1. INTRODUÇÃO

A família Orchidaceae possui mais de 35.000 espécies distribuídas em todo o mundo exceto no deserto e Antártida (MEZZALIRA, 2019), são as plantas ornamentais mais antigas já conhecidas, podendo se adaptar em quase todos os ambientes (BARROS et al., 2018), esse poder de adaptação acontece devido a tantas modificações que ocorreram desde o seu surgimento como evolução e seleção natural, esses fenômenos as tornaram resistentes e fizeram com que a família sobrevivesse por tantos anos com uma distribuição tão ampla (SUTTLEWORTH et al., 1982; DRESSLER, 2005; PALHETA, 2018).

Charles Darwin, conhecido como o pai da evolução, durante sua carreira dedicou-se fazer uma obra sobre as Orchidaceae, no qual discute os principais fatores evolutivos que geraram essa grande diversidade, relacionadas principalmente à polinização (DARWIN, 1877), a partir dos resultados encontrados em seus estudos surgiram outros pesquisadores usando a mesma linha de pesquisa (PALHETA, 2018).

A Orchidaceae é conhecida por ser uma família em que o seu grande desenvolvimento deu origem a inúmeras subfamílias. As orquídeas estão entre as plantas que mais contribuem para o aumento da economia, podendo ser comercializadas na indústria ornamental, medicinal, e alimentícia como a baunilha (espécies do gênero Vanilla) (HOEHNE, 1949; RAGGI, 2017).

O gênero *Vanilla* foi caracterizado por volta 1974 pelo Miller em seu trabalho Gardener'S Dictionart. (SHIRAKI e DIAZ 2012; KOCH et al., 2013). O gênero Vanilla pertence à família Orchidaceae com cerca de 110 espécies distribuídas amplamente nos continentes americano, africano, asiático, Oceania e na américa do sul, o nome popular dado as orquídeas do gênero vanilla é baunilha (CHILDERS, 1959; BRUMANO, 2019).

Esse gênero é de extrema importância para o ramo alimentício, podendo ser usados em inúmeras iguarias, segundo Mabberley (1997) a maioria das espécies desse gênero produzem o aroma que lhes dá tanta importância, entretanto, as mais conhecidas são *Vanilla planifólia*, *Vanilla pompona*, a *Vanilla trigonocarpa*, a *Vanilla tahitensis*, *Vanilla edwalli*. A espécie que é mais utilizada por desenvolver o melhor sabor e aroma é a *Vanilla planifólia* (RANADIVE, 1994).

Dada a importância de compreender as principais características desta espécie, o presente trabalho teve por objetivo fornecer uma revisão da literatura para ajudar os leitores a obter informações adequadas para melhorarias no cultivo dessa cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é um dos países que possui a maior distribuição de espécies dessa família compreendendo aproximadamente 2.784 espécies e 252 gêneros, sendo 1.561 espécies endêmicas. As plantas do gênero vanilla normalmente são herbáceas, perenes e trepadeiras, pertencem a família Orchidaceae, subfamília Epidendroideae e tribo Vanillinae (SHEEHAN e FARACE, 2003).

Esse gênero é composto por um pouco mais de 100 espécies. A espécie mais conhecida e comercializada desse gênero é a *Vanilla planifólia*, os primeiros registros dessa espécie ocorreram na Europa após a descoberta da américa, ela pertence à família Orchidaceae que surgiu a aproximadamente 120 milhões de anos atras no período cretáceo, a vanilla é uma das plantas mais primitivas dessa família (DRESSLER, 1981).

Ela passou a ser comercializada após os europeus observarem como os astecas usavam a planta sendo para aromatizante em chocolate e outros alimentos ou como perfume em ocasiões especiais (COE & COE, 2000). Naquela época os astecas a chamavam de flor preta, mas na verdade era a fava da flor que deixava os produtos com aquele cheiro, a partir daí ela ficou conhecida como baunilha e é usada até hoje no preparo de inúmeras receitas (BRACHT et al., 2011).

A *vanilina planifolia* é uma das espécies que possuem maior valor econômico, ela contém o melhor aroma de baunilha e sua composição possui mais de 250 tipos de substâncias voláteis presentes na vagem da orquídea do gênero *Vanilla* (VALDEZ-FLORES e CAÑIZARES-MACIAS, 2007; LIMA, 2016), dessa forma os produtos que derivam de extração *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrew é uma das especiarias mais consumida no mundo, sendo utilizada na indústria de alimentos, bebidas, fármacos, cosméticos, perfumaria, entre números produtos que são fabricado a partir da extração. A baunilha após extraída pode valer aproximadamente 1.000 US$ o quilo (LIMA, 2016).

Segundo Silva (1997), a *Vanilla planifólia* é uma planta herbácea e perene, que se desenvolve inicialmente como arbustos rastejantes e a seguir se desenvolve como

trepadeiras, sendo as únicas orquídeas que possui essa característica. Seu caule é cilíndrico, verde, carnoso, e podem ser encontradas em lugares de 1,5 a 30 metros de altura, suas folhas são suculentas e medem de 15 a 25 centímetros de comprimento por 4 de largura, são curtas e pecioladas. Suas flores são pedunculadas, normalmente grandes e de coloração amarela, se unem em cacho que variam de 3 a 5 flores que surgem na axila das folhas (SILVA, 1997).

O fruto é uma cápsula alongada medido cerca de 20 a 25 centímetros de comprimento e 3 centímetros de espessura, o nome desse fruto pode variar em determinada região pode ser chamado de vagem ou fava e constitui seu verdadeiro valor econômico, pois é justamente dele que se origina a tão preciosa baunilha (HERRERA-CABRERA, 2016) (Figura 1).

Os frutos da espécie depois de maduros podem variar de cor pardo-escuro antes da secagem dos frutos, e preta após a secagem dos frutos, os frutos têm uma textura suculenta, a úmidas ao tato das mãos, tendo em seu interior inúmeras sementes, de tamanho pequenas com uma coloração preta (CORRÊA, 1984).

Figura 1 – Flor, folha e fruto representativos da espécie *Vanilla planifólia*



Fonte: (HERRERA-CABRERA, 2016).

A germinação de sementes de *Vanilla* spp., assim como da grande maioria das Orchidaceae no mundo, é extremamente baixa ou muitas vezes nula em condições naturais (KALIMUTHU et al., 2006), por isso normalmente a disseminação da baunilha em âmbito mundial é realizada através de estaquia. Depois do plantio e germinação as

primeiras flores da V. planifolia vai demorar em média de 2 a 3 anos para começar a aparecer e depois de florir os frutos só estarão prontos para colheita depois de 8 a 9 meses, a distribuição dessas espécies ocorre no brasil inteiro e em todos os biomas. (HOMMA et al., 2006).

De acordo com o IMPA são encontrados mais de 3000 tipos de orquídeas no brasil sendo catalogadas apenas 300 na floresta amazônica (PAIVA, 2016), o gênero vanilla ainda não foi encontrado com tanta frequência naquele local, não há estudos que comprovem se isso se deve ao fato do bioma não ter sido estudado o suficiente ou devido à grande perda de diversidade que tem ocorrido.

De acordo com o relatório expedido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas, somente nos últimos 50 anos mais de 20% de toda a área da floresta amazônica foi desmatada, gerando perdas irreparáveis no ambiente (DOLCE, 2018). Os únicos relatos de espécies do gênero vanilla que foram catalogadas na floresta amazônica são a *Vanilla bahiana (*HOEHNE, 1950)*, Vanilla cribbiana,* (MEXICO, 1996*), Vanilla cristatocallosa* (SAMBIN e CHIRON, 2015), *Vanilla labellopapillata* (FRAGA, 2017).

Cultivar orquídeas no Brasil é relativamente fácil e simples. As condições climáticas fazem das orquídeas um lazer e, principalmente, uma atividade saudável e prazerosa. Vários gêneros e numerosas espécies foram adquiridos dentro deste círculo. Embora poucas pesquisas tenham sido feitas sobre orquídeas, há interesse em encontrar boas fontes de cultivo para tornando-o ainda mais valioso.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações das revisões bibliográficas apresentadas neste estudo, a academia, pequenos produtores e leitores afins podem obter elementos e informações suficientes sobre a produção de baunilha. Pois, algumas variedades de orquídeas são de grande importância econômica com base em seus produtos, como o extrato de baunilha extraído dos frutos de *Vanilla planifólia*.

Novas pesquisas sobre temas em destaque são propostas para auxiliar não só a formação acadêmica, mas também a ciência, a produção de informação científica e a

sociedade em geral, onde serão divulgados dados para torná-los acessíveis a qualquer pessoa, científica ou não.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. et al. Checklist of the Orchidaceae from the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Iheringia** - Serie Botanica, v. 73, p. 287–296, 2018.

BRUMANO, C. A. N**. A trajetória social da baunilha do Cerrado na cidade de Goiás/GO**. 2019.

CAMPOS, F. A. D. B. ACERCA DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE, Consideraciones. **Considerações sobre a Família Orquidacea: taxonomia, antropismo, valor econômico e tecnologia,** 2008.

CHILDERS, N. F. et al. Vanilla-the orchid of commerce. 1959.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro, Imprensa Nacional. 1984.

COE, S. D. & COE, M. D. **The True History of Chocolate**. London, Thames & Hudson Ltd. Ed. 2, 280p, 2000.

DARWIN, C. **The various contrivances by which orchids are fertilised by insects**. John Murray, 1877.

DOLCE, J. **Amazônia está próxima de atingir percentual irreversível de desmatamento. Brasil de fato**. São Paulo, Disponivel em https://www.brasildefato.com.br/2018/11/06/amazonia-esta-proxima-de-atingir-nivel-irreversivel-de-desmatamento. 2018.

DRESSLER, Robert L. How many orchid species? .**Selbyana**, p. 155-158, 2005.

DRESSLER, R. L. **The orchids: natural history and classification**. Harvard University Press, 1981.

ERVAS & PLANTAS. **Revista geração Saúde**, n.19, p.26-27, 2006.

FRAGA, C.N.; Couto, D.R.; Pansarin, E.R. Two new species of Vanilla (Orchidaceae) in the Brazilian Atlantic Forest**. Phytotaxa**, 296: 63–72, 2017.

HERRERA-CABRERA, B. E. Variación de aroma en Vanilla planifolia Jacks. ex Andrews silvestre y cultivada. **Agro Productividad**, v. 9, n. 1, 2016.

HOEHNE, F.C. O **Jardim Botânico de São Paulo. Secretaria da Agricultura, Industria e Comércio de São Paulo**. 656 p. 1949.

HOEHNE, F.C. Orchidaceas. In: Hoehne, F.C. Flora brasílica 8, v. 12, parte II. **Graficars-F. Lanzara**, São Paulo. 389p. 1950.

HOMMA, A. K. O.; DE MENEZES, A. J. E. A.; DE MATOS, G. B. Cultivo de baunilha: uma alternativa para a agricultura familiar na Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 12. ed. SÃo Paulo: Companhia Editora Nacional, 1998. 777 p.

KALIMUTHU, K.; Senthilkumar, R. & Murugalatha, N. Regeneration and mass multiplication of *Vanilla planifolia* Andr.: a tropical orchid. **Current Science 91:**1401-1403. 2006.

KLAUSS, Adriano Rodrigo. **Diversidade de Orchidaceae em fragmentos florestais no município de Pérola d'Oeste**, Paraná, Brasil. 2015

KOCH, A.K; FRAGA, C. N. de; SANTOS, J. U. M. dos; Ilkiu-Borges, A. L. Taxonomic Notes on Vanilla (Orchidaceae) in the Brazilian Amazon and the Description of a New Species. **Systematic Botany**, v. 38 (4): p. 975–981, 2013.

LIMA, Khiomara Khémeli Dellani de. **Obtenção de compostos do aroma de baunilha através do cultivo in vitro de Vanilla planifólia**, 2016.

MABBERLEY, D.J. **The plant-book**. University Press, Cambridge, UK. 2 edition, p. 858-870, 1997.

MEXICO. Chiapas. Mpio. Ocosingo, Estación de Biología Chajul, en el borde del Río Lacatúm; a 680 m del Puente Hamaca, por la vereda a Arroyo Miranda. 20-VI-1996, *M.Soto & R.Solano 7945.*

MEZZALIRA, Fernanda Kelly; KUHN, Betty Cristiane. O Prestígio da Família Orchidaceae para o Mundo: Artigo de Revisão. **Revista Pleiade**, v. 13, n. 29, p. 58-68, 2019.

PAIVA, B. **Novas espécies de orquídeas são descobertas na Amazônia**. Agência Brasil. 2016. Disponível em https://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2016-04/novas-especies-de-orquideas-sao-descobertas-na-amazonia.

PALHETA, Leonardo Felipe de Oliveira. **Agronegócio de flores ornamentais: estudo de caso dos padrões de qualidade de orquídeas**, em vaso, em Brasília. 2018.

RAGGI, Fernando Augusto Santos; JUNIOR, Roberto Guião de Souza Lima. Um espaço para educação ambiental baseado na avaliação dos gêneros de Orquídeas encontrados em fragmentos de Floresta Atlântica. **Revista Práxis**, v. 2, n. 4, 2017.

RANADIVE, A. S. **Vanilla-Cultivation, curing, chemistry, technology and commercial products**. Developments in Food Science. In: CHARALAMBOUS, G. Spices, Herbs and Edible fungi. Elsevier Science B.V., Amsterdam. v. 34, p. 517-576, 1994.

SAMBIN & CHIRON, Richardiana, 15: 311. Tipo: GUYANA FRANCESA. Sud-est du département, berg de l´Approuague, saut grand Machikou, 25-VII-2015, fl., *V. Pelletier V 066 VP00902* (CAY), ***syn. nov***. 2015.

SHIRAKI, J.N.; DIAZ, E.M. **Divisão Técnica Escola Municipal De Jardinagem**. São Paulo, dezembro de 2012.

SHEEHAN, T.J.; FARACE, N. Vanilla: the most versatile orchid. Orchids, n. 72, v.12, p.936-939, 2003.

SILVA, S. Flores do Alimento. Empresa das Artes. 1997. www. terravista.pt/guincho/500/. Acesso em 30 setembro de 2021.

SUTTLEWORTH, F.C.; ZIM, H.S.; DILLON, G.W. **Orquídeas: Guia dos orquidófilos**. Editora Expressão e Cultura, 158 p. 1982.

VALDEZ-FLORES, C; CAÑIZARES-MACIAS, M. P. On-line dilution and detection of vainillin in vanilla extracts obtained by ultrasound. **Food Chemistry**. 105, p. 1201–1208, 2007.

GÊNERO *MAXILLARIA* - UMA REVISÃO

GENUS MAXILLARIA - A REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-4

Poliana Germana da Gama [1]
Altacis Junior de Oliveira [2]
Taniele Carvalho de Oliveira [3]
Andressa Alves Cabreira dos Santos [4]
Isane Vera Karsburg [5]
Daniela Soares Alves Caldeira [6]

[1] Graduanda do curso de Ciências Biológicas – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[2] Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[3] Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[4] Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[5] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[6] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

A biodiversidade da Amazônia é bem ampla, sendo constituída por diversas famílias de plantas. A família *Orchidaceae* apresenta entre 20.000 a 25.000 espécies distribuídas em 725 gêneros. As orquídeas constituem uma das maiores famílias de plantas floríferas, habitando diversos ecossistemas e nichos ecológicos. Dentro da família *Orchidaceae* encontramos diversos gêneros, diante disso, o presente estudo teve como objetivo estudar por meio de uma revisão de literatura o gênero *Maxillaria*, proporcionando informações relevantes sobre o tema. Portanto, a revisão bibliográfica teve como base de informação vários trabalhos científicos relacionados ao gênero, garantindo que o trabalho tivesse um embasamento teórico e científico firme. Sendo possível realizar a descrição da origem, distribuição, cultivo, comercialização e a descrição botânica das principais espécies do gênero *Maxillaria.*

Palavras-chave: Biodiversidade. Amazônia. Família *Orchidaceae* e Orquídeas.

ABSTRACT

The biodiversity of the Amazon is very broad, consisting of several plant families. The *Orchidaceae* family presents between 20,000 and 25,000 species distributed in 725 genera. Orchids are one of the largest families of flowering plants, inhabiting diverse ecosystems and ecological niches. Within the *Orchidaceae* family we can find several genera. Therefore, the present study aimed at studying, through a literature review, the genus *Maxillaria*, providing relevant information on the subject. Therefore, the literature review was based on information from several scientific papers related to the genus, ensuring that the work had a firm theoretical and scientific basis. It was possible to describe the origin, distribution, cultivation, commercialization and botanical description of the main species of the genus *Maxillaria*.

Keywords: Biodiversity. Amazônia. Family *Orchidaceae* and Orchid.

1. INTRODUÇÃO

As *Orchidaceae* são uma das famílias de plantas que constituem a biodiversidade da Amazônia. De acordo com SOUZA et al., (2005), pertencem à ordem *Asparegeles* e segundo GARAY (1960) ela é uma cosmopolita, sua origem se dá na Ásia, possivelmente na Malásia, durante o período Cretáceo, começando sua expansão no início do período Terciário. Do ponto de vista de BRIEGER (1962) são predominantes nas áreas tropicais possuindo distribuição Pantropical, localizadas principalmente nas florestas da África equatorial, sudeste da Ásia e Brasil, local onde possuem inúmeras espécies com potencial ornamental.

Portanto, as orquídeas constituem uma das maiores famílias de plantas floríferas, habitam diversificados ecossistemas e nichos ecológicos, menos os polares e os desérticos, mas estão aptas a explorarem regiões alagadas, barreiras rochosas, áreas sombreadas ou com alta luminosidade, assumindo hábitos subterrâneos, semiaquáticos, epifíticos e terrestres, as possibilitando possuir uma alta diversidade de formas e adaptações (HOLTTUM, 1953; HEYWOOD, 1996).

Segundo a estimativa de DRESSLER (1981), após considerar as inúmeras incertezas dentre as estimativas de diversos autores, a família Orchidaceae apresenta entre 20.000 a 25.000 espécies distribuídas em 725 gêneros. No Brasil podemos encontrar cerca de 198 gêneros e 2.350 espécies nativas (PABST, 1975; DUNGS, 1977). Esses autores consideram que a bacia amazônica abrange os estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Amapá e Roraima, deixando de fora o noroeste do Maranhão e o norte do Mato Grosso, desta forma eles conseguiram informar que na bacia, encontram-se 96 gêneros de orquídeas com 352 espécies. Estas apresentam variadas formas, cores e tamanhos.

Sua morfologia é constituída de flores trímeras, raízes com velame, uma pétala modificada em labelo, caule separado em rizoma e cauloma, ovário ínfero unilocular, em grande parte das espécies somente uma antera é fértil, a antera é operculas e o pólen é fusionado em polínias, o cauloma é intumescido em pseudobulbo, filete e estilete possuem estrutura colunar, sementes minúsculas e em grande número geralmente tunicadas. Essas características definem uma orquídea, mas quando são

analisadas separadamente não são tidas como exclusivas da família orquidáceas e na família há exceções (BARROS et al., 2018).

Sua inflorescência é denominada por cachos, espigas e os racemos. Os cachos têm um complexo de racemos colocados em eixos com um pedúnculo comum e a inflorescência adquire formato piramidal. Já a espiga é similar ao racemo, porém suas flores são sesseis. O racemo possui flores pediceladas que são adicionadas a um eixo com uma distância delimitada (BARROS; PINHEIRO; LOURENÇO, 2008).

As flores são denominadas a parte estrutural das orquídeas, nelas encontramos o filete e o estilete constituindo a estrutura de ginostêmio, possui apenas uma antera fértil encontrada no ápice do ginostêmio, no interior da mesma, se obtém, os grãos de pólen que são mantidos em contato por meio de uma substância com nome de viscina. Já os lobos do estigma, estão localizados no centro do ginostêmio bem na cavidade estigmática recoberta por uma substância viscosa, isso vai facilitar a união das polínias, fornecendo enzimas e água para que ocorra a germinação dos grãos de pólen (BARROS et al., 2008).

As orquídeas possuem uma beleza exótica e muito misteriosa, ou seja, características (únicas e peculiares), isso acaba conquistando as pessoas, principalmente os comerciantes e colecionadores, segundo COTTRELL (2000) as orquídeas são plantas ornamentais importantes e de elevado interesse botânico e econômico. JUNQUEIRA & PEETZ (2008) mostra que o consumo e geração de plantas ornamentais no Brasil vem crescendo e acompanhando o mercado internacional, trazendo benefícios econômicos que passou a empregar 5.152 produtores com um total de 8.423 hectares de área.

2. GÊNERO MAXILLARIA

Dentro da família *Orchidaceae* encontramos o gênero *Maxillaria* que são plantas epífitas, terrícola ou rupícola, simpodial ou monopodial, cespitosa ou rizomatosa, ereta, pendente ou rastejante, adpressa ou não ao substrato. Raízes cilíndricas, glabras. Rizoma alongado ou curto, encoberto por bainhas escariosas ou escamiformes, cilíndrico ou subcilíndrico.

Pseudobulbo heteroblástico (para crescimento simpodial), lateralmente compresso ou não, fusiforme, ovóide, obovóide, elipsóide ou orbicular, liso, estriado,

sulcado ou verrucoso; bainhas amplexicaules, imbricadas, lâmina presente ou não, paleáceas (sem lâmina) ou foliáceas (com lâmina).

Folhas terminais ao pseudobulbo, 1-3, sésseis ou pecioladas, conduplicadas ou não, planas ou teretes, aciculares, lineares, oblongas, lanceoladas, espatuladas, ovadas, obovadas ou elípticas, ápice retuso, truncado, arredondado, obtuso, agudo ou acuminado, membranáceas, coriáceas ou carnosas, verdes, discolores ou não.

Inflorescência de comprimento menor ou maior que a folha, basal ou lateral ao pseudobulbo, produzida a partir da axila da bráctea do pseudobulbo (crescimento simpodial) ou da axila da lâmina (crescimento monopodial), com uma única flor; bráctea floral adpressa ou não, encobrindo ou não o pedúnculo, pedicelo, ovário, e a base da flor.

Flores pediceladas, inconspícuas ou vistosas, ressupinadas ou não, eretas reflexas ou revolutas, membranáceas, coriáceas ou carnosas, odoríferas ou não, maculadas, nervadas, monocromáticas ou com margens de diferentes cores; sépalas livres entre si, lineares, oblongas, lanceoladas, espatuladas, ovadas, obovadas, ou elipsoides, ápice retuso, arredondado, obtuso, mucronado, apiculado ou agudo; a dorsal simétrica; as laterais oblíquas ou não, coalescentes não, adanatas ao pé da coluna; pétalas lineares, oblongas, lanceoladas, espatuladas, ovadas, obovadas ou elípticas, ápice retuso, arredondado, obtuso, mucronado, apiculado ou agudo; labelo livre, inteiro ou trilobado, retilíneo ou recurvado para baixo; base unguiculada ou não.

Lobos laterais oblongos, ovados, elípticos, suborbiculares ou quadrangulares, ápice truncado, retuso, arredondado, obtuso ou agudo; lobo mediano oblongo, transversalmente oblongo, ovado, obovado, panduriforme, estreito-elíptico, suborbicular ou quadrangular, ápice truncado, emarginado, retuso, arredondado, obtuso ou agudo; calo presente ou não, liso, carnoso, viloso ou ceroso, oblongo, clavado, ovado ou semielíptico; coluna reta ou recurvada, cilíndrica ou subcilíndrica; pé conspícuo, inconspícuo ou ausente; políneas 2 ou 4; estipe presente ou não. Cápsula obovoide ou elíptica, verde, deiscência lateral.

Origem: nativa. Endemismo: não é endêmica do Brasil. Distribuição geográfica: Ocorrências confirmadas: Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás,

Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

Possíveis ocorrências: Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, caatinga, cerrado, mata atlântica, pampa. Tipo de vegetação: Área antrópica, campinarana, campo de altitude, floresta ciliar ou galeria, floresta de igapó, floresta de terra firme, floresta de várzea, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila (floresta pluvial), floresta ombrófila mista, restinga, vegetação sobre afloramentos rochosos.

Diante, de todo o estudo relacionado com as *Orchidaceae,* percebemos que estas, além de seu papel importante como componente florístico dos ecossistemas, elas também têm um alto valor no quesito comercial na floricultura, como por exemplo, temos as alcalóides que possuem potencialidades farmacológicas. Plantas utilizadas na agricultura, pesca, decoração, piscicultura, adornos, cosméticos, lubrificantes, artesanatos e na fabricação de gomas, resinas e no ramo veterinário, outro ponto importante é na produção natural de vanilina (um aromatizante com múltiplas aplicações), extraída do gênero *Vanilla*, através da colheita e maturação das vagens da orquídea.

2.1. DESCRIÇÃO DE ALGUMAS ESPÉCIES DO GÊNERO MAXILLARIA:

2.1.1. MAXILLARIA PICTA

Ela recebeu esse nome pelas suas pintas nas pétalas e sépalas (figura 1). São epífitas, com pseudobulbo que possui armazenamento de nutrientes, mede cerca de 8 a 10 cm de altura, possuindo geralmente uma folha, mas algumas vezes podem aparecer duas folhas por peseudo. Medindo de 20 a 30 cm de comprimento, em forma de lanças (lanceoladas), com largura de 2 cm de comprimento e com fina espessura.

Raiz: pontas cor desconhecidas.

Caule: crescimento simpodialais, cespitosas, adpressos ao substrato; **pseudobulbo** conspícuos; **forma e textura** ovoides, levemente lateralmente compressos; **lâminas das brácteas presentes** em todas brácteas, secas.

Folha: tipo e forma elípticas, lineares; **ápices** agudos; **número** 2.

Inflorescência: tipo 1 a 2 raque por pseudo, mais curta que folhas.

Figura 1 - Flor do gênero Maxillia picta



Retirada do site http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB37812
Publicado por: Eduardo Daniel Leendert Schmidt
Autor da Imagem: Ed Schmidt
Data da inclusão: 20/02/2020 – 08:46:23.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão branca, amarela, maculadas; **labelo principal cor e padrão** branco, maculados; **dorsais sépalas e pétalas, posição em relação as colunas** porrectas, dorsais sépalas porrectas, pétalas mais recurvadas que sépalas dorsais; **sépalas formato** oblongas, ápices obtusos; **pétalas formato** lineares, lanceoladas, ápices agudos; **pétalas tamanho em relação as sépalas** mais curta que; **labelo formato quando inteiro** não aplicável; **labelo formato quando trilobados - laterais lobos** semi elípticos, ápices arredondados; **labelo formato quando trilobadas - lobo mediano** ovados, ápices arredondados, ápices obtusos; **calo** oblongos; **colunas** levemente curvas, pé conspícuos.

Floresce normalmente em junho, tendem a possuir flores bem perfumadas, (cheiro de mel) característica que a deixou bastante famosa. Produzem somente uma flor em suas hastes florais, que medem de 2,5 a 5 cm de comprimento, com duração de 15 a 25 dias.

Para cultivar a *picta,* é necessário plantá-las em vasos ou em árvores, nunca plante na terra, ela precisa de iluminação direta em regiões que o sol é mais fraco ou, um sombreamento de 30 % caso o sol esteja forte. É necessário utilizar substrato com boa drenagem, essa orquídea não gosta de ser replantada, sempre tenha cuidado, evite o replantio. Sempre regue as raízes, mas nunca as folhas, e a parte mais importante não deixe a temperatura passar de 30 °C.

Distribuição Geográfica (Figura 2): Nordeste (Bahia) Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

Figura 2 – Distribuição geográfica do gênero *Maxillia picta*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.com

Domínios fitogeográficos: cerrado e mata atlântica. São do tipo de vegetação, como a florestas ciliar ou galeria, floresta estacional semidecídua, floresta ombrófila (floresta pluvial).

2.1.2. MAXILLARIA SCHUNKEANA

Raiz: pontas cor desconhecidas.

Caule: crescimento simpodialais, cespitosas, adpressos ao substrato; pseudobulbo conspícuos; forma e textura ovoides, não lateralmente compressos, quilhado; lâminas das brácteas presentes em todas brácteas, secas (figura 3).

Folha: tipo e forma lineares; ápices agudos; número 2.

Inflorescência: tipo 1 a 2 raque por pseudo, mais curta que folhas.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão vermelha; labelo principal cor e padrão vermelho; dorsais sépalas e pétalas posição em relação as colunas porrectas, dorsais sépalas recurvadas, pétalas porrectas, pétalas mais recurvadas que sépalas dorsais; sépalas formato oblongas, elipsoide, ápices obtusos; pétalas formato oblongas, elípticas, ápices obtusos; pétalas tamanho em relação as sépalas mais curta que; labelo formato quando inteiro não aplicável; labelo formato quando trilobados - laterais lobos semi oblongos, ápices arredondados; labelo formato quando trilobadas - lobo mediano ovados, ápices emarginados; calo oblongos; colunas levemente curvas, pé conspícuos.

Figura 3 - Flor do gênero *Maxillaria schunkeana*



Retirado do site: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB37823
Publicado por: Eduardo Daniel Leendert Schmidt
Autor da imagem: Ed Schmidt
Data de inclusão: 20/02/2020 – 08:50:56.

Origem: nativa. Endemismo: é endêmica do Brasil. Distribuição geográfica: ocorrências confirmadas, Sudeste (Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo) e possíveis ocorrências Nordeste (Bahia), Sudeste (Minas Gerais), Sul (Paraná) (figura 4).

Domínios fitogeográficos: Mata Atlântica, Tipo de vegetação: Floresta ombrófila (floresta pluvial). A *shunkeana* gosta de lugares sombreados e principalmente com alta umidade no ambiente, então sempre deixe seu substrato levemente úmido. Ela pode ser plantada em vasos de barro ou plástico, mas isso só será possível se respeitada a alta umidade. Essa planta é considerada de fácil cultivo, ela possui pequeno porte e tende a formar lindas touceiras.

Figura 2 - Distribuição geográfica do gênero *Maxillaria schunkeana*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.com

2.1.3. MAXILLARIA HUMILIS

Raiz: pontas cor desconhecidas.

Caule: crescimento simpodialais, cespitosas, rastejantes; pseudobulbo conspícuos; forma e textura ovoides, quilhado; lâminas das brácteas secas.

Folha: tipo e forma lineares; ápices agudos; número 2.

Inflorescência: tipo 1 a 2 raque por pseudo, mais curta que folhas (figura 5).

Figura 5 - Flor do gênero *Maxillaria humilis*



Retirada do site: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB607034
Publicado por: Eduardo Daniel Leendert Schmidt
Autor da imagem: Ed Schmidt e Data de inclusão: 20/02/2020.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão amarela; labelo principal cor e padrão branco, maculados; dorsais sépalas e pétalas posição em relação as colunas porrectas, dorsais sépalas porrectas; sépalas formato oblongas, lanceoladas, ápices agudos; pétalas formato oblongas, lanceoladas, ápices agudos; pétalas tamanho em relação as sépalas subiguais; labelo formato quando inteiro não aplicável; labelo formato quando trilobados - laterais lobos semi elípticos, ápices arredondados; labelo formato quando trilobadas - lobo mediano ovados ápices arredondados; calo oblongos; colunas levemente curvas.

Sua produção é através de sementes, seu cultivo é bem fácil. Plantas que gostão de clima intermediário, mas conseguem suportar muito bem as variações de temperatura do ambiente. Podem ser cultivadas em ambientes com alta umidade atmosférica e luminosidade em torno de 50 %. Elas não gostão de serem encharcadas, por isso evite o excesso de água.

Origem: nativa. Endemismo: é endêmica do Brasil.

Distribuição geográfica (figura 6): Ocorrências confirmadas, Nordeste (Bahia), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina) e possíveis ocorrências, Sul (Rio Grande do Sul).

Figura 6 - Distribuição geográfica do gênero *Maxillaria humilis*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.

Domínios fitogeográficos: Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e tipo de vegetação: Floresta ombrófila (floresta fluvial), floresta ombrófila mista.

2.1.4. MAXILLARIA LEUCAIMATA

Raiz: pontas cor verde.

Caule: crescimento simpodialais, cespitosas, adpressos ao substrato; **pseudobulbo** conspícuos; **forma e textura** fusiformes, levemente lateralmente compressos, lisas; **lâminas das brácteas** ausentes.

Folha: tipo e forma oblongas; **ápices** arredondados, agudos, retusos, assimétricos; **número** 1.

Inflorescência: tipo 1 a 2 raque por pseudo, muitas por pseudobulbo, mais curta que folhas (figura 7).

Figura 7 - Flor do gênero *Maxillaria leucaimata*



Retirado do site: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB11830
Publicado por: Fábio de Barros
Autor da imagem: Fábio de Barros e Data de inclusão: 28/01/2015 – 16:49:07.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão amarela, maculadas; **labelo principal cor e padrão** amarelo, maculados; **dorsais sépalas e pétalas posição em relação as colunas** recurvadas; **sépalas formato** oblongas, ápices arredondados, ápices obtusos; **pétalas formato** oblongas, ápices arredondados, ápices obtusos; **pétalas tamanho em relação as sépalas** subiguais; **labelo formato quando inteiro** não aplicável; **labelo formato quando trilobados - laterais lobos** semi elípticos, semi oblongos, ápices obtusos; **labelo formato quando trilobadas - lobo mediano** suborbiculares, ápices arredondados; **calo** oblongos; **colunas** retas, pé conspícuos.

Origem: nativa. Endemismo: é endêmica do Brasil.

Distribuição geográfica: Ocorrências confirmadas, Norte (Amazonas), Nordeste (Bahia, Ceará, Pernambuco), Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina) com possíveis ocorrências, Norte (Acre, Amapá, Pará, Roraima), Nordeste (Alagoas, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Sudeste (Espírito Santo), Sul (Rio Grande do Sul) (figura 8).

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Mata Atlântica, Tipo de vegetação: Floresta ombrófila (floresta pluvial). De fácil cultivo, gosta de temperaturas de 10 – 35 °C.

Figura 8 - Distribuição geográfica do gênero *Maxillaria leucaimata*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.

2.1.5. MAXILLARIA MARGINATA

Raiz: pontas cor desconhecidas.

Caule: crescimento simpodialais, rizomatosos, rastejantes; **pseudobulbo** conspícuos; **forma e textura** ovoides, quilhado; **lâminas das brácteas** secas.

Folha: tipo e forma elípticas; **ápices** agudos; **número** 2.

Inflorescência: tipo 1 a 2 raque por pseudo, mais curta que folhas.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão branca, margens com cor diferentes; **labelo principal cor e padrão** branco, amarelo, vermelho, maculados; **dorsais sépalas e pétalas posição em relação as colunas** porrectas, dorsais sépalas recurvadas; **sépalas formato** oblongas lanceoladas, ápices agudos; **pétalas formato** oblongas, lanceoladas, ápices agudos; **pétalas tamanho em relação as sépalas** subiguais; **labelo formato quando inteiro** não aplicável; **labelo formato quando**

trilobados - laterais lobos semi elípticos; **labelo formato quando trilobadas - lobo mediano** ovados ápices arredondados; **calo** oblongos; **colunas** levemente curvas, pé conspícuos (figura 9).

Figura 9 - Flor do gênero Maxillaria marginata



Retirado do site: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB20114
Publicado por: Eduard Daniel Leendert Schmidt
Autor da imagem: Ed Schmidt
Data da inclusão: 20/02/2020 – 08:39:55.

Esta espécie, pode florescer nas estações de outono, inverno e primavera, mas há exceções em alguns casos dependendo do ambiente, podendo apresentar floração no verão.

Pode-se cultivá-las em vasos de barro. Essa planta gosta de esfagno e casca de pinus como substrato, desta forma, ajudando no quesito de reter a água para que não ocorra o encharcamento. Além de poder amarrá-las em árvores colocando um poco de esfagno na base e envolvendo a (trouxinha) com uma meia calça de seda.

Origem: nativa. Endemismo: é (endêmica) do Brasil de forma natural.

Distribuição Geográfica: Ocorrências confirmadas, na região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa

Catarina) e também temos as possíveis ocorrências, como no Nordeste que ocorre somente na Bahia.

Domínios fitogeográficos: da Mata Atlântica, e seu tipo de vegetação é a floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila (floresta pluvial) e também são da loresta ombrófila mista.

Figura 10 - Distribuição geográfica do gênero *Maxillaria marginata*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.

2.1.6. MAXILLARIA OCHROLEUCA

Raiz: pontas cor verde.

Caule: crescimento simpodialais, cespitosas, adpressos ao substrato; pseudobulbo conspícuos; forma e textura ovoides, levemente lateralmente compressos, lisas; lâminas das brácteas presentes em todas as brácteas, verde.

Folha: tipo e forma oblongas; ápices arredondados, emarginados, assimétricos; número 1.

Inflorescência: tipo muitas por pseudobulbo, mais curta que folhas.

Flor: sépalas pétalas e principal cor e padrão branca, amarela; labelo principal cor e padrão laranja; dorsais sépalas e pétalas posição em relação as colunas recurvadas; sépalas formato oblongas, ápices agudos; pétalas formato oblongas, ápices agudos; pétalas tamanho em relação as sépalas subiguais; labelo formato quando inteiro não aplicável; labelo formato quando trilobados – laterais lobos semi oblongos, ápices arredondados; labelo formato quando trilobadas - lobo mediano oblongos, ápices arredondados; calo oblongos; colunas retas pé conspícuos (figura 11).

Figura 11 - Flor do gênero *Maxillaria ochroleuca*



Retirado do site: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB11832
Publicado por: Luiz Menini Neto
Autor da Imagem: Alexandre Medeiros
Data de inclusão: 10/10/2014 – 10:34:38.

Origem: nativa. Endemismo: não é endêmica do Brasil.

Distribuição geográficas: Ocorrências confirmadas, Nordeste (Bahia), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina) e Possíveis ocorrências, Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima), Centro-Oeste (Mato Grosso), Sul (Rio Grande do Sul).

Figura 12 - Distribuição geográfica do gênero *Maxillaria ochroleuca*



Fonte: https://cultivodeorquideas.com/especies-de-maxillaria-e-seu-cultivo/
Publicado em: Cultivo de ORQUÍDEAS.

Domínios fitogeográficos: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Tipo de vegetação**:** Floresta estacional semidecidual, Floresta ombrófila (Floresta pluvial), Floresta ombrófila mista. Seu cultivo tem que ser feito em ambientes com 70 % de sombreamento. O solo deve ser fértil e úmido, mas não quer dizer encharcado.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, está revisão bibliográfica teve como base de informação, vários trabalhos científicos relacionados ao gênero, para garantir que o trabalho possua um embasamento teórico e científico firme. Para que fosse possível realizar a descrição da origem, distribuição, cultivo, comercialização e também a descrição botânica e das principais espécies do gênero ***Maxillaria***.

REFERÊNCIAS

BARROS, F. et al. **Checklist of the Orchidaceae from the state of Mato Grosso do Sul**, Brazil. Iheringia - Serie Botanica, v. 73, p. 287–296, 2018.

BARROS, F.; PINHEIRO, F.; LOURENÇO, R. de A. Orquídeas: Algo mais que belas flores. p. 621-649. 2008.

BRIEGER, F. G. – 1962. Dispersão fitogeográfica e diversificação evolutiva em orquídeas. **Ciência e Cultura**. 14 (3): 169 – 170.

COTTRELL, A. **História De Las Civilizaciones Antiguas I**. Editora: CRITICA, Barcelona, 2000.

DRESSLER, R. L. **The Orchids, Natural History and Classification,** 1981.

DUNGS, Hildesheim, Brücke-Verlag Kurt. **Orchidaceae brasilienses**, 1, 1975.

GARAY, L. A. **On the origin of the Orchidaceae**. Bot. Mus. Leaflets. 19: 57 – 87.

Hell. Editora Nacional. e USP. 108 p,1960.

HEYWOOD, V. H. **Taxonomia Vegetal**. Estudos de Biologia 5.Trad. De Kurt, 1970.

HOLTTUM, R. **Orchids of Malaya**. Government Print. Office. Singapure, 1953.

JUNQUEIRA; PETTZ. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, n. 1, p. 37–52, 2008.

PABST, G.F. J. As Orchidaceae do Território Federal do Amapá. Atlas. Schmersov. 408 p. Simp. **Biota Amazônica**, 4 (botânica). 167 – 186, 1967.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira**, baseado em APG II. Ed. Instituto Plantarum, São Paulo, 639 pg, 2005.

GÊNERO ARUNDINA (*ORCHIDACEAE*): REVISÃO

GENUS ARUNDINA (*ORCHIDACEAE*): REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-5

Marta Justino Gonçalves [1]
Taniele Carvalho de Oliveira [2]
Altacis Junior de Oliveira [3]
Andressa Alves Cabreira dos Santos [4]
Isane Vera Karsburg [5]
Daniela Soares Alves Caldeira [6]

[1] Graduanda do curso de Ciências Biológicas – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[2] Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – Cáceres. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[3] Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[4] Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[5] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[6] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

As espécies de *Orchidaceae* são encontradas em cada duas a três em árvores, as plantas dessa família caracterizam-se por apresentar na estrutura de suas flores três sépalas, que geralmente possuem a mesma cor das pétalas. O gênero *Arundina* possuem três espécies, sendo *Arundina bambusifolia*, *Arundina blume* e *Arundina glaminifolia*. É uma planta terrestre de caules e folhas finas com semelhanças do bambu proveniente do Sudeste da Ásia, sul da China e Himalaia, Malásia e ilhas do pacífico. Com isso, objetivou-se com o presente trabalho revisar a literatura disponível sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*). O estudo apresentado é de natureza qualitativa e trata-se de uma revisão de literatura e com objetivos de reunir informações sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*). Diante das buscas e observações realizadas foi possível constatar que as pesquisas sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*) são relevantes para a conservação e preservação das espécies, visto também possuir grande potencial para o mercado paisagístico. Tais informações mostram a importância desta pesquisa para futuros estudos relacionados as espécies do gênero.

Palavras-chave: Orquídea-bambu. Paisagismo. Propagação de orquídea.

ABSTRACT

The *Orchidaceae* species are found in every two to three on trees, the plants of this family are characterized by having three sepals in the structure of their flowers, which usually have the same color as the petals. The genus *Arundina* has three species: *Arundina bambusifolia*, *Arundina blume*, and *Arundina glaminifolia*. It is a terrestrial plant with thin stems and leaves similar to bamboo that comes from Southeast Asia, southern China and the Himalayas, Malaysia, and the Pacific Islands. With this, the present work aimed to review the available literature on the genus *Arundina* (*Orchidaceae*). The study presented is qualitative in nature and is a literature review with the objective of gathering information about the genus *Arundina* (*Orchidaceae*). Based on the research and observations made, it was possible to verify that the research on the genus *Arundina* (*Orchidaceae*) is relevant for the conservation and preservation of the species, since it also has great potential for the landscape market. Such information shows the importance of this research for future studies related to the species of the genus.

Keywords: Bamboo orchid. Landscaping. Orchid propagation.

1. INTRODUÇÃO

A palavra orquídea vem do grego 'Orchis' que significa testículo e era usada pelos antigos gregos para classificar uma orquídea terrestre que se dizia afrodisíaca. Devido a diversidade morfológica que é encontrada nessa família, Charles Darwin considerado o pai da teoria da evolução dedicou um livro inteiro às orquídeas, no qual discute as principais pressões evolutivas que geraram essa grande diversidade, relacionadas principalmente à polinização (DARWIN, 1877).

As orquídeas são a maior família do reino de plantas com aproximadamente 25 mil espécies com ocorrência em todo mundo (PRIDGEON, 1999). O Brasil é um dos países que contém a maior diversidade de espécies, sendo aproximadamente 2.784 espécies e 252 gêneros, desse total 1.561 espécies são endêmicas (FLORA, 2020).

De acordo com Silva (1986), os principais gêneros dessa família são: *Acacallis, Aspasia, Batemannia, Bifrenaria, Brassavola, Catasetum, Cattey Cattleya, Cirhaea, Comparettia, Coryanthes, Cycnoches,Cyrtopodium, Epidendrum, Galeandra, Gomesa Gongora, Grobya, Ionopsis, Laelia, Lepanthopsis, Leptotes,Lockartia, Masdevallia, Maxilaria, Miltonia, Mormodes, Octomeria, Oncidium,Ornithocephalus, Pleurothallis, Polystachia,plomenaea, Rodriguesia, Schomburgkia, Sobralia,Sobralia Sophronitis, Stanhopea, Stelis, Trichocentrum, Vanilla, Xylobium* e *Zigotalum*.

As Orquídeas do gênero *Cattleya* são consideradas importantes para o mercado de flores, pois devido uma alta variabilidade genética apresentam flores de cores atraentes, com durabilidade, forma e tamanho atrativos (GALDIANO et al., 2017). Neste sentido Cardoso et al. (2016), informam que as plantas do gênero *Cattleya* possuem valores altos no mercado, e competem nas vendas com as plantas de outros gêneros de orquídeas como *Phalaenopsis* e *Dendrobium*.

Cada gênero possui entre uma ou mais espécies relacionadas. As espécies de orquídeas podem ser terrícolas, palustres, epífitas e rupícolas, estudos demonstram que as epífitas apresentam uma grande riqueza e diversidade sobre as copas dos forófitos, porque há maior disponibilidade de substrato e diferentes condições de luminosidade e umidade em relação ao tronco) (FREIBERG, 1996; WAECHTER; 1998; KERSTEN e SILVA 2002).

No entanto, a grande maioria das espécies ocorrem como epífita, os gêneros de orquídeas epífitas com maior riqueza específica, *Epidendrum* e *Maxillaria*, ambos com ampla distribuição na flora neotropical estão entre os mais diversos do estado do Pará e da Amazônia brasileira (ILKIU-BORGES e CARDOSO, 1996; SILVA e SILVA, 2004), e se destacam em outros estudos com epífitos vasculares (WAECHTER 1986; STEEGE e CORNELISSEN, 1989; NUNES e WAECHTER, 1998; KERSTEN e SILVA, 2001; 2002; GONÇALVES e WAECHTER, 2003; ROGALSKI e ZANIN, 2003). Com isso, objetivou-se com o presente trabalho revisar a literatura disponível sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*).

2. METODOLOGIA

O estudo apresentado é de natureza qualitativa e trata-se de uma revisão de literatura e com objetivo de reunir informações sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*) e sintetizá-los em um documento, principalmente para uso didático. Conforme metodologia descrita por PEREIRA et al. (2018), foi realizada uma pesquisa sistemática e ordenada em bases em dados eletrônicos (periódicos científicos, documentos técnicos e livros especializados no assunto).

3. ESPÉCIES DO GÊNERO *ORCHIDACEAE*

As espécies do gênero *Orchidaceae* são encontradas em cada duas a três em árvores (DRESSLER, 1981; BURTT e DRESSLER, 1993). De acordo com KERSTEN (2006), devido à dependência da umidade e do substrato arbóreo, a diversidade de epífitas é indicado como indicador ecológico, segundo a Botânica as orquídeas pertencem a um sistema de plantas florais chamadas monocotiledôneas essas plantas possuem apenas uma folha seminal ou cotilédone no embrião, depois produzem-se folhas adicionais a partir do centro das hastes que ficam visíveis.

Algumas orquídeas, principalmente as originarias de clima temperado, crescem no solo tal como plantas herbáceas comuns, retiram seu alimento de minérios e água encontradas no solo e obtém seu suprimento de carbono do ar, elas sintetizam clorofila por meio do processo normal de fotossíntese, como outras plantas verdes. Existem também algumas poucas orquídeas semiaquáticas que crescem na água, dois gêneros

Australiano raros, *Crypytanthemis* e *Rhiznthella*, são subterrâneos; apenas suas flores minúsculas são visíveis acima do solo, há também algumas orquídeas sem folhas como as do gênero *Microelia*, encontrado no Quênia, e *o Polyrrhiza*, na Flórida (KRAMER, 1989).

O que caracteriza-se as plantas dessa família, é a estrutura de suas flores que independente do gênero, possuem três sépalas, que geralmente possuem a mesma cor das pétalas e são as unidades mais externas da flor, funcionando como proteção enquanto a flor não se abre; três pétalas sendo uma delas geralmente modificada e mais colorida chamada labelo, que funciona como receptáculo ao pouso dos insetos que promovem a fecundação de suas flores; e a coluna ou gynostemium que é resultante da fusão dos órgãos sexuais masculino (androceu) e feminino (gineceu), sendo na maioria das vezes protegida pelo labelo, que é o que de fato caracteriza essa família vegetal (CAMPACCI, 2004).

4. PROPAGAÇÃO DE ORQUÍDEA

Na natureza a propagação de orquídea é pouco aproveitada, um método que é muito utilizado para a propagação de plantas é o cultivo *in vitro* que consiste na produção de plantas livres de bactérias, pragas e contaminação. Esse método é muito importante por ser uma técnica que possibilita uma produção de plantas em maior escala e com maior qualidade (MIRANDA et al., 2013; VILLA, 2014).

Além disso, é uma alternativa importante para que haja a multiplicação das orquídeas em geral, principalmente aquelas que estão ameaçadas em extinção. Permitido a comercialização, juntamente com a preservação do meio ambiente e a conservação das espécies usadas (SHERLOCK, 2009).

Independente do gênero as orquídeas podem ser multiplicadas de maneiras distintas, para suprir as necessidades de produção as técnicas de cultivo *in vitro* são imprescindíveis para acelerar e otimizar o processo produtivo. O termo *in vitro* vem do latim e significa “em vidro” é utilizado para denominar processos biológicos que ocorrem em condições artificiais, como as de um laboratório, que possui fatores como temperatura e luminosidade controladas (ROCHA, 2008).

Essas plantas que são cultivadas desenvolvem-se em recipientes de vidro ou plásticos, contendo um meio de cultura que disponibiliza água e nutrientes para o seu crescimento, um fator importante é o apelo ecológico ao considerar que muitas espécies de orquídeas estão em risco de extinção, nesse caso esse cultivo *in vitro* se torna um instrumento de preservação, permitindo a multiplicação dessas espécies (SOARES et al., 2013).

No Brasil o gênero *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews representa grande potencial econômico, devido à qualidade e o elevado teor de vanilina produzida em seus frutos (MORAES e FONTANA 2005; KALIMUTHU et al., 2006), bem como ao fato de vários pontos no Brasil apresentarem condições favoráveis para sua produção e possível exportação (BICALHO, 1969).

Existe vários métodos que são utilizados para o desenvolvimento de orquídeas seja utilizada com carvão ou sem carvão, existem outros meios alternativos utilizados, possibilita a germinação, crescimento e muitas vezes o desenvolvimento das espécies cultivadas (SOARES et al., 2013).

5. IMPORTANCIA ECONÔMICA DE ORQUÍDEA

As orquídeas têm grande importância no mercado da floricultura interna brasileira (SUZUKI e FERREIRA, 2008), sendo que as orquídeas mais populares são as dos gêneros *Cattleya* Lindl., *Laelia* Lindl., *Oncidium* Sw., *Epidendrum* L., *Sophronitis* Lindl., B*rassavola* R. Br., *Zygopetalum* Hook. e *Catasetum* Rich. ex Kunth. Estima-se que internamente, a comercialização de orquídeas movimente mais de 10 milhões de reais por ano (SUZUKI e FERREIRA, 2008). Segundo dados da SECEX/MDIC (MDIC, 2015) a floricultura brasileira apresenta aumento gradativo desde 2003. Especificamente em relação às orquídeas também há um aumento gradativo nas exportações.

Esse crescimento indica que há um grande potencial de comercialização de orquídeas a ser explorado. A presença de orquidários em áreas urbanas tem sido uma estratégia de governos municipais no sentido de preservar as espécies de orquídeas e conscientizar a comunidade quanto à importância da biodiversidade. O cultivo de orquídeas tem adquirido importância no mercado de flor no Brasil e a implantação de

orquidários faz parte de um manuseio mais adequado para seu cultivo visando um desenvolvimento em condições natural.

Em geral cada orquídea tem a época de florescimento, com exceção de alguns gêneros como a *Vanda*, *Arundina* e *Phalaenopsis*, que podem florescer mais de uma vez ao ano. Na tabela 1 encontra-se o demonstrativo dos gêneros que florescem uma vez ao ano e na mesma época (ROCHA, 2008).

Tabela 1 – Época de floração de algumas espécies de orquídeas

MÊS	ESPÉCIES
Jan	*Cattleya harrissoniae, Cattleya rex, Miltonia reginelli,Stanhopea insignis, Brassavola flagelaris, Miltonia spectabilis, Laelia purp urata, Laelia lobata* e *Laelia crispa*
Fev	*Cattleya bicolor, Cattleya tigrina, Cattleya veluntina,Laelia pumila, Laelia spectabilis, Laelia xanthina, Huntleya meleagris* e *Oncidium jonesianum*
Mar	*Catasetum bicolor, Cattleya labiata, Cattleya veluntina,Cattleya violácea, Aneliesia cândida, Miltonia clowessii, Oncidium jonesianum, Oncidium lanceanum, oncindium varicosum* e *Rodriguesia venusta*
Abr	*Shophronitis cernua, Cattleya labiata, Cattleya percivaliana, Laelia anceps, Laelia pumilia, Maxillaria picta, Oncidium forbesii, Sophronitis coccínea* e *Zygopetalum maxillare*
Mai	*Cattleya percivaliana, Cattleya walkeriana, Cytopodium andersonii, Leptotes uniicolor, Oncidium forbessi* e *Sophronitis cernura*
Jun	*Cattleya walkeriana, Paphiopedilum insigne, Isabelia virginalis, oncidium pulvinatum* e *Sophronitis cernua*
Jul	*Gomesa recurva, Laelia flavia, Laelia johniana, Sophronitis coccínea* e *Cymbidium híbridos*
Ago	*Dendrobium nobile e seus híbridos, Zigopetalum mackayi, Zigopetalum crinitum, lonopsis paniculata, Sopharonitis coccínea* e *Cymbidium híbridos*
Set	*Lycaste virginalis, Sophronitis coccínea, Pabstiajugosa, Laelia Jongheana,Cattleya amethystoglossa,Cattleya intermedia,Cattleya trianae, Laelia crispata, Rodriguezia fragans* e *Coelogyne cristata*
Out	*Gomesa crispa, Gongorra bufonia, Leptotes bicolor, Catlleya nobilior, Coelogyne massangeana, Coelogyne lawrenceana, Oncidium concolor, Oncidium pubes, Brassavola perrinii, Cattleya mossiae* e *Oncidium marshallianum*
Nov	*Aspasia Lunata, Cattleya granulosa, Bifrenaria harrisoniae, Bifrenaria thyarianthina, Oncidium longicornum, Cirrhaea, dependens, Renanthera coccínea, Sophronitella violcea, Zygopetalum crinitum, Cattleya nobilior, Vanda tricolor, Laelia purpurata, Oncindium sarcodes* e *Cattleya warneri*
Dez	*Laelia tenebrosa, Oncidium crispum, Oncidium gardneri, Oncidium zappii, Coelogyne flaccida, cattleya Warneri, Dendrobium thyrsiflorum, Laelia purpurata, Laelia cinnabarina* e *Laelia lucasiana*

Fonte: Autoria própria.

O florescimento desse grupo de plantas é determinado por diversos fatores, sendo a hereditariedade que estabelece a duração da fase juvenil que ocorre antes da planta alcançar a idade reprodutiva. Em orquídeas este período é muito variável, podendo durar de poucas semanas, o que é raro, até 13 anos. Muitos híbridos comerciais florescem após 1 a 3 anos, enquanto outros requerem 4 a 7 anos de fase juvenil.

O período juvenil depende da espécie ou híbrido, bem como das condições ambientais e culturais, podendo ser influenciados por fatores químicos: incluem promotores, indutores e/ou inibidores do florescimento, provavelmente produzidos pelas folhas.

Produtos químicos podem induzir o florescimento das espécies de orquídeas, alguns deles são reguladores vegetais e outros são substâncias não hormonais, mas nenhum é considerado como "hormônio do florescimento". A taxa de crescimento pode retardar o florescimento se for muito rápida ou inibi-lo fortemente, o termoperiodismo refere-se à alternância de temperaturas ou temperaturas específicas.

Exemplos de indução fotoperiódica de florescimento são *Cymbidium* e *Phalaenopsis*. A primeira requer períodos de noites frias e dias quentes na indução floral, e a *Phalaenopsis amabilis* requer flutuações mais pronunciadas. Algumas espécies de orquídeas são de dias curtos (noites longas), outras são de dias longos (noites curtas) e outras são indiferentes ao comprimento do dia.

6. GÊNERO ARUNDINA

O gênero *Arundina* foi criado em 1825, possuem três espécies sendo *Arundina bambusifolia*, *Arundina blume* e *Arundina glaminifolia*. A *Arundina bambusifolia* é conhecida popularmente como orquídea bambu é uma planta terrestre de caules e folhas finas com semelhanças do bambu proveniente do Sudeste da Ásia, sul da China e Himalaia, Malásia e ilhas do pacífico (ROCHA, 2008).

Essa orquídea vem sendo utilizada por paisagistas na ornamentação de jardins, importante para o mercado econômico pelo fato de produzir flores praticamente o ano

todo, sendo esta característica uma exceção na família *Orchidaceae* (LORENZI e SOUZA, 2001; ROCHA, 2008; RUSSOMANO et al., 2011; WATANABE, 2002).

Essa espécie pode ser plantada diretamente no solo, em jardins ou em vasos, atingem 1,5m de altura em vaso e até 2,5 quando cultivada no solo. O florescimento ocorre durante o ano todo, apresentando racemos bastante abertos de esplendorosas inflorescências com flores branco-lilases (ROCHA, 2008). A *Arundina* é terrestre, ereta, semi-herbácea, rizomatosa, entouceirada, originária do Sudeste Asiático, com 1,20 - 2,00 m de altura e de ramagem (WATANABE, 2002).

Portanto o volume de sua folhagem e a beleza de suas flores é utilizada em acompanhamento de muros, muretas e paredes ou em grupos, compondo conjuntos isolados. *Arundina glaminifolia* é uma orquídea apreciada mundialmente pelo seu valor ornamental, possuindo também uso medicinal (ROCHA, 2008). Entretanto, os baixos investimentos relacionados a melhorias das atuais técnicas de cultivo *in vitro* impedem a diminuição dos custos de propagação (SIGH e DUGGAL, 2009).

A espécie apresenta destaque no agronegócio florícola nacional e mundial como planta de jardim, devido as suas características intrínsecas, tais como beleza, resistência a altas intensidades luminosas e tamanho de flores e partes vegetativas (LORENZI e SOUZA, 1999). Conhecida popularmente como orquídea-bambu, a *A. graminifolia* é originária da Ásia Tropical desde a Índia, Nepal, Tailândia, Malásia, Singapura, China Setentrional, Indonésia às Ilhas do Pacífico, onde é utilizada como bactericida e cicatrizante tópico e estomacal (SIGH e DUGGAL, 2009; MEDHI e CHAKRABARTI, 2009; ACHARYA e ROKAYA, 2010).

Em alguns países, principalmente nos Estados Unidos, mudas dessa espécie são vendidas entre US$ 7,00 a US$ 15,00 (BARRIENTOS; ALFARO, 2002). No Brasil, o valor de mercado da planta florida varia de R$ 10,00, quando adquiridas diretamente do produtor, a R$ 55,00 quando compradas em floriculturas. Nacionalmente, a planta também apresenta alta potencialidade no mercado sendo apenas a melhoria das taxas de propagação da espécie uma das barreiras para o aumento de seu uso como ornamental, medicinal e sua ampla comercialização (TOMAZELA, 2006).

O Gênero *Arundina* possui folhas laminares, alongadas e lisas, a beleza das suas flores encanta a todos, são as espécies mais vendidas nos viveiros de mudas. As formas de cultivo, e as características marcantes que distinguem a bela orquídea-bambu, os

pseudobulbos da planta são longos, sua floração colorida e perfumada atrai abelhas, besouros e borboletas. Com cerca de 9 cm, as flores duram apenas uns três dias, sua característica está relacionada principalmente, ao fato de ser uma orquídea terrestre (SOARES et al., 2013).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das buscas e observações realizadas foi possível constatar que as pesquisas sobre o gênero *Arundina* (*Orchidaceae*) são relevantes para a conservação e preservação das espécies, visto também possuir grande potencial para o mercado paisagístico. Tais informações mostram a importância desta pesquisa para futuros estudos relacionados as espécies do gênero.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, K. P.; ROKAYA, M. B. Medicinal orchids of Nepal: are they well protected. **Our Nature**, v. 8, n. 1, p. 82-91, 2010.

BARRIENTOS, J. M.; ALFARO, L. M. Efecto del efluente de excretas de bovinos sobre el crecimiento inicial de la orquídea *Arundina graminifolia* (D. Don) Hochr. **InterSedes: Revista de las Sedes Regionales**, v. 3, n. 4, p. 45-51, 2002.

BICALHO, H. D. Cultivo e bases para o melhoramento da baunilheira. In: Kerr, W.E. (Ed.). **Melhoramento e genética**. São Paulo, EDUSP/Melhoramentos, p. 169-185, 1969.

BURTT, B. L.; DRESSLER, R. L. **Phylogeny and classification of the Orchid family.** Cambridge: Cambridge University Press. 1993.

CAMPACCI, M. A **História e cultivo das orquídeas.** Caderno Orquidófilo, 3ª edição, Editora Brasil Orquídeas, Taubaté-SP, 2004. 47p.

DARWIN, C. R. **The various contrivances by which orchids are fertilized by insects**. London: Murray,1877. 300p.

FLORA. **Orchidaceae in Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB610236>. Acesso em: 07 nov. 2020.

FREIBERG, M. Spatial distribution of vascular epiphytes on three emergent canopy trees in French Guiana. **Biotropica**, v. 28, p. 345-355, 1996.

GALDIANO JÚNIOR, R. F.; VENDRAME, W. A.; MORETTO, C.; FARIA, R. T.; MACEDO LEMOS, E. G. Seed cryopreservation, *in vitro* propagation and *ex vitro* growth of *Cattleya walkeriana* Gardner, a vulnerable ornamental orchid. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 4, p. 485-490, 2017.

ILKIU-BORGES, A. L.; CARDOSO, A. L. R. Notas preliminares sobre a flora orquidológica do Estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série Botânica, v. 12, p. 183-205, 1996.

KALIMUTHU, K.; SENTHILKUMAR, R.; MURUGALATHA, N. Regeneration and mass multiplication of *Vanilla planifolia* Andr. – a tropical orchid. **Current Science**, p. 1401-1403, 2006.

KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. Composição florística e distribuição espacial de epífitas vasculares em floresta da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24: 213-226, 2001.

KERSTEN, Rodrigo de Andrade. **Epifitismo vascular na bacia do alto Iguaçu, Paraná.** 2006. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1999. 1120p.

MIRANDA, D. P.; KARSBURG, I. V.; VIEIRA. A Influência do pH na germinação in vitro de *Catasetum spitzzi* (*Orchidaceae*) em meios de cultura alternativos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2013a, Cáceres. **Anais...** Cáceres: PRPPG, 2013.

MORAES, C. P.; SANTOS, N. S.; MASSARO, R.; CORDEIRO, G. M.; SOUZA-LEAL, T. Desenvolvimento *in vitro* de *Cattleya tigrina* A. Richard (*Orchidaceae*) utilizando fertilizantes comerciais. **Ensaios e Ciência: Ciências biológicas, agrárias e da saúde**, v. 13, n. 2, p. 57-65, 2009.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica.** [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM, 2018.

PRIDGEON, A. M; CHASE, M. W; CRIBB, P. J; RASMUSSEN, F. N. (Ed.). **Genera *Orchidacearum*: General Introduction, *Apostasioideae, Cypripedioideae***. Oxford University Press on Demand, 1999.

ROCHA, J. R. **ABC do Orquidófilo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 424p.

SHERLOCK, E. M. Propagação *in vitro* de *Encyclia alboxanthina fowlie* (*Orchidaceae*): espécie endêmica da Chapada Diamantina-Bahia. 2009. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual Feira de Santana, Feira de Santana, 2009.

SIGH, A.; DUGGAL, S. Medicinal Orchids: An Overview. **Ethnobotanical Leaets**, v. 13, n. 1, p. 399-412, 2009.

SILVA, W. **Cultivo de orquídeas no Brasil.** 6 ed. São Paulo: Nobel, 1986, 96p.

SOARES J. S.; ROSA Y. B. C. J; SUZUKI R. M.; SCALON S. P. Q.; ROSA, E. J. Cultivo *in vitro* de *Dendrobium nobile* com uso de água de coco no meio de cultura. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 63-67, 2013.

STEEGE, H. T.; CORNELISSEN, J. H. C. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. **Biotropica**, p. 331-339, 1989.

STEHMANN, J.R.; SALINO, A.; VIEIRA, C.T.; WERNECK, M.; SOBRAL, M.; ALMEIDA, T.; LANDAU, E.C. Endemismos de Plantas Vasculares na Mata Atlântica. In: LOIOLA, M.I.B.; BASEIA, I.G. LICHSTON, J.E. (Org.). Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil: Anais do 59º Congresso Nacional de Botânica. Natal (RN): Imagem Gráfica, 2008.

SUZUKI, R. M; FERREIRA, W. M. **Orquídeas: utilização comercial e conservação de espécies nativas brasileiras.** p.47-49. In: LOIOLA, M. I. B.; BASEIA, I. G.; LICHSTON, J. E. (Orgs.). Atualidades, desafios e perspectivas da Botânica no Brasil. ANAIS, 59º Congresso Nacional de Botânica. Natal-RN, 2008.

TOMAZELA, J. M. **Orquídeas em meio a bananais.** Suplemento Agrícola. O Estado de São Paulo, n. 2665, p. 6-7, 2006. 218p.

VILLA, F.; PASQUAL, M.; SILVA, E. F. Micropropagação de híbridos de orquídea em meio knudson com adição de vitaminas do meio ms, benzilaminopurina e carvão ativado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 683-693, 2014.

WAECHTER, J. L. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, v. 20, p. 43-66, 1998.

WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares da mata paludosa do faxinal Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 34, p. 39-49, 1986.

WATANABE, D. **Orquídeas: manual de cultivo.** São Paulo: AOSP – Associação Orquidófila de São Paulo, 2002. 296p.

SEMENTES CRIOPRESERVADAS: EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *HANDROANTHUS CHRYSOTRICHUS* SOB DIFERENTES TELAS DE SOMBREAMENTO

CREOPRESERVED SEEDS: EMERGENCE AND INITIAL GROWTH OF *HANDROANTHUS CHRYSOTRICHUS* SEEDLINGS UNDER DIFFERENT SHADING SCREENS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-6

Daniela Soares Alves Caldeira [1]
Adaubiane Kemily de Moraes Campos [2]
Leonardo Gonçalves Bastos [3]
Altacis Junior de Oliveira [4]
Marcella Karoline Cardoso Vilarinho [5]
Taniele Carvalho de Oliveira [6]
Isane Vera Karsburg [7]

[1] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[2] Engenheira Agrônoma. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[3] Engenheiro Agrônomo. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[4] Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[5] Professora Assistente da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[6] Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – Cáceres. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[7] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

A criopreservação é uma técnica promissora para conservação de sementes a longo prazo e é caracterizada pelo uso de nitrogênio líquido em temperaturas ultrabaixas (-196 °C) entretanto, as informações com sementes de clima tropical, principalmente florestais, são escassas. Aliado a isso, o sombreamento artificial com uso de telas tipo sombrite é um recurso importante no estudo das necessidades luminosas das diversas espécies em condições de viveiro. Diante disso, o objetivo foi avaliar o efeito da criopreservação na emergência e no crescimento inicial de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* produzidas sob diferentes telas de sombreamento. O experimento foi dividido em duas etapas, na primeira adotou-se delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos (sementes criopreservadas e não criopreservadas) com 10 repetições. Avaliou-se o índice velocidade de emergência e a porcentagem de emergência. Na segunda etapa, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 ambientes (telas chromatinet vermelha, chromatinet preta e aluminet prata com 50 % de sombreamento e pleno sol) e 2 métodos de conservação (sementes criopreservadas e não criopreservadas). Foram realizadas avaliações aos 30, 45 e 60 dias após a repicagem de altura, diâmetro de colo e número de folhas. Observou-se que a emergência das sementes foi favorecida pela criopreservação, porém não houve efeito do método de conservação sobre o crescimento inicial das plantas. As variáveis analisadas foram influenciadas pelos diferentes ambientes, sendo que o ambiente com tela chromatinet vermelha apresentou maior eficiência no crescimento inicial das plantas de ipê-amarelo.

Palavras-chave: ipê amarelo; ambiente protegido; criopreservação.

ABSTRACT

The Cryopreservation is a promising technique for long-term seed conservation and is characterized by the use of liquid nitrogen at ultra-low temperatures (-196 °C) however, information with seeds of tropical climate, mainly forest, is scarce. In addition, artificial shading using sombrite screens is an important resource in the study of the luminous needs of the various species under nursery conditions. Therefore, the objective was to evaluate the effect of cryopreservation on emergence and initial growth of *Handroanthus chrysotrichus* seedlings produced under different shading screens. The experiment was divided into two stages, in the first one a completely randomized design was adopted with 2 treatments (cryopreserved and non-cryopreserved seeds) with 10 replications. The emergency velocity index and the percentage of emergence were evaluated. In the second stage, the design used was completely randomized in a factorial scheme 4 x 2, being 4 environments (red chromatinet screens, black chromatinet and silver aluminet with 50 % shading and full sun) and 2 conservation methods (cryopreserved and non-cryopreserved seeds). Evaluations were performed at 30, 45 and 60 days after peaking height, neck diameter and number of leaves. It was observed that seed emergence was favored by cryopreservation, but there was no effect of the conservation method on initial plant growth. The variables analyzed were influenced by the different environments, and the environment with red chromatinet screen showed greater efficiency in the initial growth of yellow ipê plants.

Keywords: yellow ipê; protected environment; cryopreservation.

1. INTRODUÇÃO

Entre muitas espécies com amplos benefícios e empregadas em programas de reflorestamento encontra-se o gênero *Handroanthus*, cuja principal forma de propagação é através de sementes. O *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex A. DC.) Mattos, popularmente conhecido como ipê-amarelo é uma espécie florestal nativa de grande importância devido as suas utilidades econômicas, ornamentais e ecológicas. Comumente utilizado na arborização urbana e em projetos paisagísticos, também costuma povoar as beiras de rios, sendo indicado para recomposição de matas ciliares, áreas degradadas e de preservação permanente (LORENZI, 2020). O gênero dessa espécie apresenta sementes com curta longevidade ocorrendo anos de baixa ou nenhuma produção, o que dificulta o estabelecimento de técnicas de cultivo que visem a produção de mudas.

Nesse sentido, a criopreservação é uma alternativa interessante e conveniente para preservação de germoplasma vegetal, permitindo a conservação do material biológico a temperaturas ultrabaixas em nitrogênio líquido (-196 °C) ou em vapor (-180 °C). É o método de conservação que garante o armazenamento em longo prazo, teoricamente, por período ilimitado, por possuir vantagens em relação a outras

metodologias como a redução ou eliminação de danos causados no DNA, além do material ser armazenado em pequenos volumes (WESLEY-SMITH et al*.,* 2014).

Por outro lado, a criopreservação pode provocar danos aos tecidos das sementes em função da formação de cristais de gelo no interior das células e o uso de crioprotetores pode minimizar os efeitos deletérios, promovendo resultados satisfatórios na criopreservação (GONZÁLEZ-BENITO et al., 2009; SUZUKI et al., 2018).

O tipo de crioprotetor usado pode afetar a qualidade fisiológica de algumas sementes e ARAÚJO et al., (2019) observaram este efeito em sementes de *Passiflora mucronata* concluindo que as sementes desta espécie podem ser armazenadas em nitrogênio líquido sem o uso de crioprotetores.

De acordo com SALOMÃO et al., (2018), pesquisas têm sido conduzidas para estabelecer ou aprimorar protocolos de criopreservação que são específicos para cada espécie e determinar as condições favoráveis de conservação, sobretudo para sementes de espécies tropicais não domesticadas.

Contudo, apenas conseguir conservar a semente da melhor forma possível, não garante o sucesso na produção de mudas e nesse sentido, um fator de grande impacto no desenvolvimento dos vegetais é a disponibilidade de luz (DAPONT; SILVA; ALVES, 2016). Estudos relacionados ao crescimento inicial e germinação de plantas também são relatados como sendo cruciais para contribuir com a produção de mudas de qualidade a serem utilizadas em programas de restauração florestal (PASTORINI et al., 2016).

Muitos são os elementos que influenciam as plantas entre eles: ambientais, genéticos e edafoclimáticos sendo que, dentre os ambientais, a qualidade e quantidade de luz induzem consideravelmente o crescimento e o desenvolvimento vegetal (CORREA et al., 2012).

De acordo com NOHAMA et al., (2011), pode-se controlar a radiação solar com o uso de ambientes protegidos e estes, quando associados ao uso de telas com malhas coloridas, proporcionam melhores condições microclimáticas para o desenvolvimento das culturas melhorando assim o crescimento, rendimento, qualidade e desempenho das plantas. Ao contrário, quando as mudas são expostas diretamente ao sol pode-se ter, em alguns casos, danos irreparáveis que podem interferir na eficiência fotossintética das plantas (KITAO et al., 2000).

Segundo OLIVEIRA et al., (2009), as telas coloridas são ferramentas agrotecnológicas que combinam proteção física das plantas e filtragem seletiva da radiação solar, resultando em respostas fisiológicas desejáveis, reguladas pela luz, como exemplo da fotossíntese, em função da densidade do fluxo de fótons fotossintéticos e do conteúdo foliar das clorofilas a e b (ILIĆ; FALLIK, 2017).

As malhas das telas são produzidas com aditivos especiais para manipular o espectro de luz solar, tornando a qualidade da luz incidente sobre a cultura mais benéfica, devido ao fato da malha converter parte da luz direta em luz difusa estimulando a produção de fotossíntese pelas plantas (ARAQUAM, 2013).

Neste contexto, SABINO et al., (2016), concluíram que as tela de sombreamentos preta e as coloridas afetaram os parâmetros de crescimento em altura, diâmetro e número de folhas de mudas das espécies *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus ochraceus*. Em contrapartida PAGLIARINI et al., (2017), constataram que as melhores mudas de jatobá foram obtidas em telas de sombreamento de 30 e 50 % em relação a tela de manipulação de espectro de luz *ChromatiNet*® vermelho 30 %. GOMES e FREIRE (2019), ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de cedro cultivadas em pleno sol e em ambiente com telas de sombrite (50 % e 70 %), observaram melhor qualidade das mudas em ambiente com 50 % de sombreamento, enquanto o cultivo em pleno sol interferiu negativamente no crescimento inicial das plantas.

Diante do exposto, o objetivo foi avaliar o efeito da criopreservação na emergência e no crescimento inicial de mudas de *Handroanthus chrysotrichus* (ipê amarelo) produzidas sob diferentes telas de sombreamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental de Silvicultura, pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso, localizada no município de Cáceres/MT, latitude 16°04’33’’S e longitude 57°39’10’’O, no período de maio a setembro de 2018. De acordo com a classificação de KÖPPEN (1948), o clima da região é caracterizado como tropical (Aw) com estações secas nos meses de junho a agosto e de chuva em setembro a maio. Apresenta temperatura média de 26,24 °C e precipitação anual 1335 mm.

O experimento foi realizado em duas etapas, sendo a primeira constituída pela avaliação das sementes criopreservadas e a segunda pela análise do crescimento das plântulas em ambiente protegido com uso de telas coloridas.

As sementes de ipê-amarelo foram coletadas de cinco matrizes ao acaso, localizadas próximas à área experimental, quando as vagens se encontravam com 1/3 de abertura e/ou em início de dispersão das sementes.

Para a realização das avaliações foram constituídas duas amostras contendo 500 sementes cada, formadas conforme os métodos de conservação. O teor de água das sementes foi determinado com a utilização de duas repetições de 40 sementes por amostra, sendo colocadas em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas conforme determinado por BRASIL (2009).

Para o processo de criopreservação uma amostra de sementes foi acondicionada embalagens de pet aluminizados e submersas em nitrogênio líquido (-196 °C) por cinco minutos e, decorrido esse período, foram descongeladas em banho-maria a 37 °C por dez minutos. As demais sementes utilizadas no experimento permaneceram em temperatura ambiente até que fossem semeadas.

Para análise da emergência as sementes criopreservadas e não criopreservadas foram semeadas em sementeira de areia lavada em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições contendo 50 sementes cada. A contagem das sementes emergidas foi efetuada diariamente por 20 dias e após esse período, calculou-se a porcentagem de emergência (E %) e o índice de velocidade de emergência (IVE) conforme descrito por MAGUIRE (1962).

Para avaliação do crescimento inicial, as plântulas emergidas na sementeira foram repicadas após 40 dias da semeadura para sacos de polietileno 15 x 20 cm contendo substrato comercial e areia na proporção de 1:1, e em seguida levadas para os diferentes ambientes.

Nessa etapa foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 tipos de ambientes: tela *chromatinet* vermelha (TV), tela *chromatinet* preta (TP), tela *aluminet* prata (TPR) todas com 50 % de sombreamento e pleno sol (PS) e dois métodos de conservação: sementes criopreservadas (C) e não criopreservadas (NC), com três repetições. As repetições foram constituídas de 10 plantas por tratamento, totalizando 240 plantas. As avaliações de crescimento das

mudas foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias após a repicagem (DAR) sendo as variáveis analisadas: altura da planta (HP), diâmetro de colo (DC) e número de folhas (NF). Para tanto, utilizou-se régua graduada medindo-se desde a superfície do solo até o ponto apical, paquímetro digital e avaliação direta das folhas completamente expandidas, respectivamente. As avaliações para cada variável estudada foram efetuadas em 5 plantas, escolhidas ao acaso, de cada repetição.

As médias obtidas para os parâmetros analisados foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade por meio do programa ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados observa-se significância com relação ao índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência para os tratamentos estudados, sendo estes superiores para sementes criopreservadas quando comparadas às sementes que não passaram pelo processo de criopreservação (Tabela 1). Com isso, a criopreservação das sementes de ipê amarelo favoreceu a manutenção da qualidade das sementes em relação aqueles não criopreservadas, comprovadas por meio do teste de emergência e índice de velocidade de emergência.

Tais resultados divergem do encontrado por MARTINS, LAGO E CICERO (2011), trabalhando com *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* verificaram que o armazenamento em nitrogênio líquido (-196 °C) aos 60 dias, apresentou resultado inferior para a conservação das sementes do que o armazenamento a 10 °C, no entanto, ainda assim as sementes apresentaram emergência de 48 %.

Tabela 1 - Análise de variância da porcentagem de emergência (E %) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes criopreservadas (C) e não criopreservadas (NC) de ipê-amarelo.

Fonte de variação	Quadrados Médios		
	GL	E%	IVE
Tratamento	1	4,88*	4,61*
Resíduo	18	---	---
Total	19	---	---
C	---	48,65a	2,37a
NC	---	38,58b	1,89b
CV(%)	---	23,38	23,50

Em que: CV = Coeficiente de variação e * = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Já JEROMINI et al., (2015), estudando a emergência e crescimento inicial das mudas de *Magonia pubescens* constataram que as sementes que foram armazenadas em temperatura ambiente apresentaram maior velocidade de germinação e crescimento linear, diminuindo conforme o tempo de armazenamento, já as que foram armazenadas em 10 °C tiveram menor índice de velocidade de emergência.

Os valores médios de altura de plantas, diâmetro de colo e número de folhas das mudas de ipê-amarelo aos 30, 45 e 60 dias DAR são apresentados na Tabela 2.

Durante o período estudado, não houve efeito significativo do fator conservação para os parâmetros analisados, mostrando que a criopreservação não afetou o crescimento inicial das plantas, sugerindo assim, sua possível utilização para o armazenamento a longo prazo para sementes de ipê amarelo.

Com relação ao fator ambiente, nota-se diferença estatística em todos os parâmetros, exceto para diâmetro de colo aos 60 DAR e número de folhas aos 45 e 60 DAR, demonstrando o efeito dos diferentes ambientes sobre o crescimento da espécie estudada.

O ambiente com tela *chromatinet* vermelha (TV) proporcionou maior crescimento em altura de planta aos 30 DAR quando comparado aos demais ambientes, já aos 45 e aos 60 DAR este não apresenta diferença estatística quando comparado ao ambiente pleno sol (PS). Os ambientes com tela *chromatinet* preta (TP) e tela *aluminet*

prata (TPR) apresentaram resultados inferiores aos demais em todos os períodos estudados para a variável em questão.

TABELA 2 - Média de altura da planta (H), diâmetro do colo (DC) número de folhas (NF), das mudas de ipê-amarelo de sementes criopreservadas (C) e não criopreservadas (NC) produzidas sob diferentes ambientes aos 30, 45 e 60 dias após a repicagem (DAR).

Variáveis	**H (cm)**			**DC (cm)**			**NF**		
DAP	30	45	60	30	45	60	30	45	60
Conservação									
C	2,71a	3,51a	4,38a	0,94a	1,03a	1,29a	7,08a	8,25a	9,70a
NC	2,66a	3,48a	4,12a	0,92a	1,01a	2,27a	7,15a	8,13a	9,56a
Ambiente									
TV	3,39a	4,13a	4,86a	1,09a	1,22a	1,37a	7,96a	8,76a	10,43a
TP	2,39b	3,29b	4,03b	0,99ab	1,11ab	1,31a	7,00ab	8,00a	9,13a
TPR	2,27b	2,98b	3,70b	0,86bc	0,92bc	1,18a	6,33b	7,36a	8,90a
PS	2,70b	3,58ab	4,42ab	0,78c	0,84c	1,26a	7,16ab	8,63a	10,67a
CV %	14,35	13,07	10,62	13,08	12,46	11,07	11,92	10,61	10,33

Em que: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%. CV (%) = Coeficiente de variação.

Tais resultados estão em consonância com SABINO et al., (2016), analisando o crescimento inicial de *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus ochraceus* sob telas de sombreamento pretas e coloridas constataram que os telados na cor preta 35 e 80 % de sombreamento, *aluminet* e verde foram inferiores estatisticamente e apresentaram valores superiores para o parâmetro altura na tela de cor vermelha. COSTA et al., (2018), concluíram que a malha vermelha é a mais adequada para a produção de mudas de *Butia capitata* em comparação às malhas branca, preta e prata. BONAMIGO, SCALON e PEREIRA (2016), observaram que mudas de *Tocoyena formosa* produzidas a pleno sol e 30 % de sombreamento apresentaram maior qualidade em relação às demais porcentagem de sombreamento. ALMEIDA, CALABONI E RODRIGUES (2016), concluíram

que para o cultivo de *Eustoma grandiflorum* a malha vermelha apresentou melhores características quanto a altura e a precocidade de colheita. TAFOYA et al., (2018), em estudo com a cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.), constataram que a utilização de malhas coloridas promove incremento no rendimento de 46 % para 71 % em relação ao uso de malha preta.

Em contrapartida MAZZINI-GUEDES e PIVETTA (2014), trabalhando com *Bauhinia variegata* e *Bauhinia variegata* var. cândida, observaram que as mudas submetidas ao pleno sol possuíam maior aproveitamento dos fotoassimilados quando comparadas as telas coloridas.

Resultados contrários aos obtidos no presente trabalho foram observados por SANTOS et al., (2014), estudando a produção de mudas de *Ochroma pyramidale* sob diferentes níveis de sombreamento encontraram maiores valores de altura nas plantas que cultivadas em ambiente com tela termo refletora com 50 % de sombreamento.

A tela *chromatinet* vermelha (TV) tende a proporcionar maiores mudanças na morfologia das plantas devido a transferirem mais luz do espectro nas ondas vermelho e vermelho distante interferindo no desenvolvimento da planta causando maior expansão das folhas e caule. De acordo com TAIZ e ZEIGER (2013), tais mudanças estão associadas aos comprimentos de onda 670 nm (vermelho) e 380 nm (azul), apresentam maiores diferenças morfológicas, devido à resposta dos pigmentos fotossintetizantes a esses comprimentos de onda.

Para o parâmetro diâmetro de colo constatou-se diferença estatística somente aos 30 e 45 DAR para os ambientes estudados, tendo a tela *chromatinet* vermelha (TV) apresentado maior média até os 45 DAR. Aos 60 DAR, não se observou diferença estatística entre os ambientes estudados. O diâmetro do colo associado a outras características das mudas como altura e massa seca da parte área são fortes indicativos de qualidade da muda produzida.

Tais resultados assemelham-se com o obtido por SABINO et al., (2016), onde contataram que o diâmetro das plantas apresentou padrão semelhante em duas espécies de ipê, não sendo observada diferença entre os tratamentos aos 20 e 40 dias após o transplante (DAT). Aos 60 e 80 DAT os menores valores de diâmetro do coleto nos telados pretos ocorreu a 65 % de sombreamento, nas telas coloridas o uso do telado azul proporcionou o menor incremento em diâmetro.

Os mesmos autores destacaram que o uso da tela na cor vermelha e da condição a pleno sol apresentaram as melhores respostas para o diâmetro em ambas as espécies aos 60 e 80 DAR. A espécie *Handroanthus ochraceus* aos 80 DAR apresentou, ainda, boas respostas de crescimento expressas no diâmetro com o uso da tela de 50 % de retenção da radiação, tanto na cor preta como prateada.

Estes resultados também estão em consonância com PAGLIARINI et al., (2017), trabalhando com *Hymenaea courbaril* var. Stilbocarpa, observaram que a partir do 42° dia após o transplante foram observadas diferenças significativas no diâmetro caulinar nos ambientes testados. No entanto, COSTA et al., (2015) em estudo com *Dipteryx alata* Vog., constataram que os ambientes de cultivo em tela preta e tela aluminizada não influenciou no diâmetro do colo, onde as médias obtidas foram de 4,64 e 4,56 mm aos 65 DAS respectivamente.

Em estudo com plantas de alecrim SOUZA et al., (2014), constataram que o ambiente pleno sol apresentou maior diâmetro do colo que as plantas crescidas sob telas vermelha e azul. Ainda segundo os autores, o maior diâmetro de caule é característica desejável em mudas por garantir maior sustentação da parte aérea.

Observa-se que aos 30 DAR o ambiente com tela *chromatinet* vermelha (TV) proporcionou maior número de folhas de ipê quando comparado com o ambiente com tela *aluminet* prata (TPR), no entanto, não se obteve diferença estatística dos resultados obtidos no ambiente tela *chromatinet* vermelha (TV) quando comparado à tela *chromatinet* preta (TP) e ambiente a pleno sol (PS) no mesmo período. Já aos 45 e 60 DAR todos os ambientes mostraram resultados significativamente semelhantes quando comparados pelo teste de Tukey (Tabela 2).

Estes resultados corroboram com SABINO et al., (2016) que observaram diferenças estatísticas para número de folhas apenas após 40 dias após o transplante. Os mesmos ainda relatam que, ao longo das demais avaliações a condição pleno sol e o telado na cor vermelha proporcionaram os maiores valores médios. A menor quantidade de folhas foi encontrada nas telas de cor azul para *Handroanthus ochraceus* e preta com 35 % de sombreamento para *Handroanthus serratifolius.*

LIMA et al., (2008), obtiveram maior número de folhas de *Caesalpinia ferrea* quando submetidas ao ambiente pleno sol. Os mesmos autores sugerem que plantas com maior número de folhas apresentam maiores disponibilidades de fotoassimilados

pelo fato de o processo fotossintético ocorrer principalmente nas folhas. Diante disso, o número de folhas associada aos demais parâmetros analisados e os ambientes de cultivo são fundamentais para a determinação de qualidade na produção de mudas de ipê amarelo, desta forma, proporcionando maiores rendimentos de um povoamento seja ele destinado ao paisagismo, arborização ou até mesmo para reflorestamento.

Diante dos diversos resultados na literatura torna-se crucial saber o efeito resposta das diferentes espécies florestais sob ambientes e telas coloridas, uma vez que, os parâmetros de crescimento são importantes para a avaliação da qualidade da muda produzida, podendo ser relacionado ao potencial de sobrevivência e crescimento no campo.

4. CONCLUSÕES

A criopreservação das sementes de ipê amarelo auxiliou na manutenção da qualidade das sementes em relação aquelas não criopreservadas.

A emergência de sementes de ipê-amarelo foi favorecida pela criopreservação, entretanto o crescimento inicial das mudas não foi afetado pelos métodos testados.

O ambiente com tela *chromatinet* vermelha proporcionou crescimento inicial satisfatório de plantas de ipê-amarelo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. M.; CALABONI, C.; RODRUGUES P. H.V. Lisianthus cultivation using differentiated light transmission nets. **Ornamental Horticulture,** Viçosa, v. 22, n. 2, p. 143-146, 2016.

ARAQUAM, W. W. C. **Condições microclimáticas em ambientes cobertos com tela de sombreamento cultivados com pimentão no Vale do Submédio do São Francisco.** 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2013.

ARAÚJO de, D. S.; SOARES, F. S.; PAIVA SOBRINHO, S; LUZ, P. B. Crioprotetores na criopreservação de sementes de *Passiflora mucronata* Lam. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 74, n. e2019008, 2019.

BONAMIGO, T.; SCALON, S. P. Q.; PEREIRA, Z.V. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 501-511, 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CORREA, R. M.; PINTO, J. E. B.; REIS, E. S.; MOREIRA, C. M. Crescimento de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de folhas de orégano sob malhas coloridas. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 5, n. 1, p. 11–22, 2012.

COSTA, E.; DIAS, J. G.; LOPES, K. G.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Telas de Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, [s.l], v.22, n. 3, p. 416-425, 2015.

COSTA, I. J. S.; COSTA, B. N. S.; ASSIS, F. A.; MARTINS, A. D.; PIO. L. A. S.; PASQUAL, M. Growth and physiology of jelly palm (*Butia capitata*) grown under colored shade nets. **Acta Scientiarum. Agronomy,** Maringá, v. 40, e35332, 2018.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; ALVES, C. Z. Initial development of açaí plants under shade gradation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p. 1-9, 2016.

GOMES, A. D. V.; FREIRE, A. L. O. Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.) em função do substrato e sombreamento. **Scientia Plena**, [s.l], v. 15, n. 11, p. 1-9, 2019.

GONZÁLEZ-BENITO, M.E., AGUILAR, N. & ÁVILA, T. Germination and embryo rescue from Passiflora species seeds post-cryopreservation. **Cryoletters,** v. 30, n.2, p. 142-147. 2009.

ILIĆ, Z. S.; FALLIK, E. Light quality manipulation improves vegetable quality at harvest and postharvest: A review. **Environmental and Experimental Botany**, [s.l], v. 139, p. 79-90, 2017.

JEROMINI, T. S.; SCALON, S. De P. Q.; PERREIRA, S. T. S.; FACHINELLI, R.; SCALON FILHO, H. Armazenamento de sementes e sombreamento na emergência e crescimento inicial das mudas de *Magonia pubescens* A. St.-Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 683-690, 2015.

KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H.; MARUYAMA, Y.; MATSUMOTO, Y.; ANG, L.H. Temperature response and photoinhibition investigated by chlorophyll fluorescence measurements for four distinct species of dipterocarp trees. **Physiologia Plantarum**, [s.l], v. 109, n. 3, p. 284-290, 2000.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. Da S.; MORAES, W. da S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). Acta Amazônica, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 1., 8. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2020.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, [s.l], v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CICERO, S. M. Qualidade fisiológica de sementes de Tabebuia avellanedae e Tabebuia impetiginosa submetidas à ultra-secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n. 4, 626-634, 2011.

MAZZINI-GUEDES, R. B.; PIVETTA, K. F. L. Initial growth of *Bauhinia variegata* trees under different colored shade nets and light conditions. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1133-1145, 2014.

NOHAMA, M. T. R.; RODRIGUES, L. F. O.; SEABRA JUNIOR, S.; SILVA, M. B.; OLIVEIRA, R. G; NUNES, M. C. M. Desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**, [s.l], v. 29, n. 2, p. 103-109, 2011.

OLIVEIRA, M. I; CASTRO, E. M. I; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2009.

PAGLIARINI, M. K., MOREIRA, E. R.; NASSER, F. A. de C. M.; MENDONÇA, V.Z. de M.; CASTILHO, R. M. M. Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*. **Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas**, Ilha Solteira, v. 26, n. 3, p. 330-346, 2017.

PASTORINI, L. H.; ROMAGNOLO, M. B.; BARBEIRO, C.; GUERREIRO, R. G. de O.; COSTA da, P. M.; SERT, M. A.; SOUZA, L. A. Germinação e crescimento inicial de *Machaerium brasiliense* vogel (Fabaceae) em casa de vegetação. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 83–92, 2016.

SABINO, M.; KORPAN, C.; FERNEDA, B. G.; SILVA, A. C. Crescimento de mudas de ipês em diferentes telas de sombreamento. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 2, p. 61-65, 2016.

SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R. I.; JOSÉ, S. C. B. R.; PADILHA, L. S.; MUNDIM, R. C. **Criopreservação de sementes de** *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. - Bignoniaceae. Brasília - DF:Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2018. 18 p.

SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B.; SEABRA JÚNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71- 78, 2002.

SOUZA, G. S; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, U. C.; SANTOS NETO, R. B.; SANTOS, A. R. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 232-239, 2014.

SUZUKI, A.B.P., JUNIOR BERTONCELLI, D., ALVES, G.A.C., & DE FARIA, R.T. Criopreservação de sementes da orquídea brasileira em extinção *Cattleya granulosa* Lindl. Iheringia, Série Botânica, v. 73, n. 2, p.146-150. 2018.

TAFOYA, F. A.; JUÁREZ, G. Y.; ORONA, C. A. L.; LÓPEZ, R. M.; ALCARAZ, T. J. V.; VALDÉS, T. D. Sunlight transmitted by colored shade nets on photosynthesis and yield of cucumber. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 09, p. 1-9, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W.; WALTERS, C. Intracellular ice and cell survival in cryo-exposed embryonic axes of recalcitrant seeds of *Acer saccharinum*: An ultrastructural study of factors affecting celland ice structures**.** **Annals of Botany**, [s.l], v.113, n. 4, p. 695-709, 2014.

MORFOLOGIA DE SEMENTES E DA GERMINAÇÃO DE DUAS FABACEAE NATIVAS DA CAATINGA

MORPHOLOGY OF SEEDS AND GERMINATION OF TWO FABACEAE NATIVE TO CAATINGA

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-7

Sabrina Pedrosa Lima [1]
Selma Freire de Brito [2]

[1] Licenciada em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Ceará – UECE.
[2] Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Professora substituta em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Ceará – UECE.

RESUMO

Os recursos vegetais da Caatinga são cada vez mais explorados e com isto degradados. Uma das maneiras de promover a conservação deste bioma é buscar conhecer as espécies vegetais deste bioma e auxiliar assim no processo de propagação. O objetivo deste trabalho foi estudar as características morfológicas de sementes e da germinação de duas Fabaceae nativas da Caatinga, *Piptadenia stipulacea* e *Mimosa tenuiflora*. Nas sementes foram avaliados o comprimento, a largura e a espessura com auxílio de um paquímetro. Para a morfologia da germinação as sementes foram semeadas em substrato nativo e as plântulas avaliadas diariamente para registro das estruturas morfológicas. Os resultados mostraram que as sementes de *P. stipulacea* coletadas em Parambu e em Viçosa do Ceará apresentaram maior frequência (%) de larguras entre 3,6 a 6,5 mm, comprimento variando de 2,3 a 7,1 mm e espessuras de 1,5 a 2,1 mm. Em *M. tenuiflora* as sementes apresentaram largura de 2,5 a 3,9 mm, espessura entre 1,0 a 1,7 mm e comprimento de 2,7 a 4,9 mm. Conforme as características morfológicas da germinação, as Fabaceae estudadas apresentam germinação classificada como fanerocotiledonar-epígea, portanto com características de pioneiras, com cotilédones foliáceos e de rápido crescimento. Assim, as descrições, biométricas e morfológicas, podem auxiliar na identificação das espécies de *P. stipulacea* e *M. tenuiflora* e fornecem subsídios para a propagação destas espécies e sua conservação.

Palavras-chave: Biometria de sementes. Plantas nativas. Semiárido brasileiro. Plântula.

ABSTRACT

The plant resources of the Caatinga are increasingly exploited and thus degraded. One of the ways to promote the conservation of this biome is to seek to know the plant species of this biome and thus assist in the propagation process. The objective of this work was to study the morphological characteristics of seeds and germination of two Fabaceae native to the Caatinga, *Piptadenia stipulacea* and *Mimosa tenuiflora*. In the seeds, the length, width and thickness were evaluated with the aid of a caliper. For the morphology of germination, the seeds were sown in native substrate and the seedlings were evaluated daily to record the morphological structures. The results showed that the seeds of *P. stipulacea* collected in Parambu and Viçosa do Ceará presented a higher frequency (%) of widths between 3.6 and 6.5 mm, lengths ranging from 2.3 to 7.1 mm and thicknesses of 1.5 to 2.1 mm. In *M. tenuiflora* the seeds were 2.5 to 3.9 mm wide, 1.0 to 1.7 mm thick and 2.7 to 4.9 mm long. According to the morphological characteristics of germination, the Fabaceae studied present germination classified as phanerocotyledonary-epigeal, therefore with pioneer characteristics, with foliaceous cotyledons and of rapid growth. Thus, the descriptions, biometric and morphological, can help in the identification of the species of *P. stipulacea* and *M. tenuiflora* and provide subsidies for the propagation of these species and their conservation.

Keywords: Seed biometrics. Native plants. Brazilian semiarid. Seedling.

1. INTRODUÇÃO

A fitofisionomia da Caatinga ocupa grande parte da região semiárida do Brasil. Caracteriza-se pelo sistema de chuvas irregulares, com características paisagísticas, climáticas e biológicas singulares, tendo uma grande biodiversidade e alto índice de endemismo. No entanto, devido à densidade populacional, às questões sociais, políticas, econômicas e ambientais da região, a mesma se apresenta com quadros graves de degradação (BRASIL, 2011; MARENGO; CUNHA; ALVES, 2016).

A Caatinga é hoje uma das regiões mais ameaçadas pela exploração predatória, com a destruição destes *habitats* e o mau uso da terra, em vista disso, surge à necessidade da criação de programas de reflorestamento e produção de mudas de espécies nativas para a recuperação de áreas degradadas, sendo necessários estudos iniciais com as sementes dessas plantas (CAVALCANTE et al*.,* 2018; ALBUQUERQUE et al., 2018).

Estudos morfológicos e biométricos têm se encarregado de pesquisar e descrever as características de frutos e sementes em virtude da exploração e necessidade da conservação dos recursos vegetais da Caatinga. A biometria de frutos e sementes se apresenta como importante ferramenta para o fornecimento de informações para a detecção da variabilidade genética dentro de uma população de mesma espécie, e as relações entre esta variabilidade e os fatores ambientais (ARAÚJO et al., 2015).

Normalmente, frutos e sementes de espécies nativas apresentam maior variabilidade de suas características em relação às espécies cultivadas. As sementes que apresentam maior comprimento, espessura e largura caracterizam-se como as mais vigorosas, isto em virtude da maior concentração de reservas, consequentemente são mais viáveis para a produção de mudas (ARAÚJO et al., 2015; BARROSO et al., 2016). A morfologia da germinação fornece informações sobre as necessidades ambientais das espécies durante a germinação (MATOS; LANDIM, 2016), principalmente quando se estuda as características dos cotilédones, como exposição, posição e textura (GARWOOD, 1996).

Levantamentos fitossociológicos realizados em áreas perturbadas e conservadas da Caatinga mostram diferenças entre as espécies que ocorrem nestes ambientes

(BARBOSA, 2018; FREITAS et al., 2020). Uma das famílias botânicas mais abundantes na Caatinga é a Fabaceae, que nestes levantamentos da vegetação mostram diferentes densidades das espécies conforme conservação da área estudada. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (jurema-preta) e *Piptadenia stipulaceae* (Benth.) Ducke (jurema-branca), são Fabaceae que diferem em abundância conforme a conservação ambiental (FERRAZ et al., 2014; FREITAS et al., 2020). Sendo que *M. tenuiflora* ocorre com maior densidade em áreas perturbadas, enquanto *P. stipulaceae* é mais abundante em áreas conservadas (FREITAS et al., 2020; SOUZA et al., 2020). Portanto, podem ser estudadas para serem inseridas em processo de recuperação de áreas degradadas.

Conhecer as características e necessidade reprodutivas das espécies pode auxiliar no processo de conservação e recuperação de áreas degradadas. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar as características morfológicas de sementes e da germinação de duas Fabaceae nativas da Caatinga, *P. stipulacea* e *M. tenuiflora*

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa é de cunho quantitativo e qualitativo, visto que o objetivo da mesma foi analisar os valores biométricos de sementes e descrever a morfologia de plântulas, sendo, portanto, uma pesquisa do tipo descritiva. Sabe-se que uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, possibilita a análise de processos legais diante de métodos qualitativos e dos métodos quantitativas com analise estrutural dos fenômenos, a pesquisas quali-quantitativa são apoiam uma pela outra (SCHNEIDER et al., 2017).

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE COLETA

Sementes de *P. stipulaceae* foram coletadas em dois municípios do estado do Ceará com características ambientais distintas, Parambu (6º 12’ 40’’ S e 40º 41’ 40’’ WGr) e Viçosa do Ceará (3º 33' 44" S e 41º 05' 32" WGr), afim de verificar com os fatores ambientais afetam a formação de sementes. Enquanto, sementes de *M. tenuiflora* foram obtidas apenas no município de Parambu, no segundo município não foi coletado

devido à baixa disponibilidade de sementes e também porque as que estavam disponíveis foram severamente atacadas por insetos.

Parambu possui características ambientais de clima Tropical Quente Semiárido, com médias de temperaturas anuais de 24°C a 26°C e índices pluviométricos de 532,1 mm/ano, sua estação chuvosa ocorre entre os meses de fevereiro a abril (BRASIL, 2020a). O município de Viçosa do Ceará possui características ambientais com clima tropical quente semiárido, brando tropical quente subúmido, com médias de temperaturas anuais de 22°C a 24°C e índices pluviométricos de 1.349 mm/ano, sua estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro a abril (BRASIL, 2020b).

2.3. COLETA DE SEMENTES E OBTENÇÃO DE DADOS

Os frutos foram coletados de indivíduos adultos selecionados aleatoriamente, sendo coletados frutos de pelo menos cinco indivíduos diferentes. Após a coleta os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o Centro de Educação, Ciências e Tecnologia da Região dos Inhamuns (CECITEC), da Universidade Estadual do Ceará (UECE), em Tauá- CE, onde foram beneficiados para a retirada de qualquer resquício de partes que sejam irrelevantes para este trabalho, como pequenos galhos, folhas, sujeiras e cascas.

Posteriormente, ocorreu a coleta de dados das características das sementes por meio de medições com parquímetro digital com resolução de 0,01 mm avaliando os seguintes parâmetros: comprimento, espessura e largura das sementes das duas espécies nativas. Estas características foram avaliadas em uma amostra de 100 sementes para cada espécies e ambiente de coleta.

2.4. MORFOLOGIA DA GERMINAÇÃO

O estudo da morfologia da germinação foi realizado semeando 30 sementes de cada espécie selecionadas aleatoriamente. As diferentes fases da germinação foram observadas em dois tipos de substrato, sobre papel filtro e semeadas em solo de área de Caatinga. Antes da semeadura as sementes de ambas as espécies foram escarificadas para promover a quebra de dormência através de escarificação mecânica com lixa e assim uniformizar a germinação.

A primeira etapa de observação 10 sementes foram distribuídas sobre papel filtro como substrato para a avaliação da emissão da radícula. Para a segunda etapa, de surgimento das primeiras folhas, foi realizado a semeadura de 20 sementes em copos de 200 ml contendo solo de área de caatinga. Para o registro das diferentes etapas da germinação foram realizadas avaliações a cada 24 horas. Os registros do processo de germinação foram realizados mediante fotografias digitais e as plântulas medidas utilizando um paquímetro digital.

2.5. ANÁLISE DOS DADOS DAS AMOSTRAS COLETADAS

Após a obtenção dos dados foi calculado a distribuição de frequência para todos os parâmetros avaliados (comprimento, espessura e largura) em diferentes classes. Na sequência as análises e os gráficos foram feitos no programa SigmaPlot 12.5.

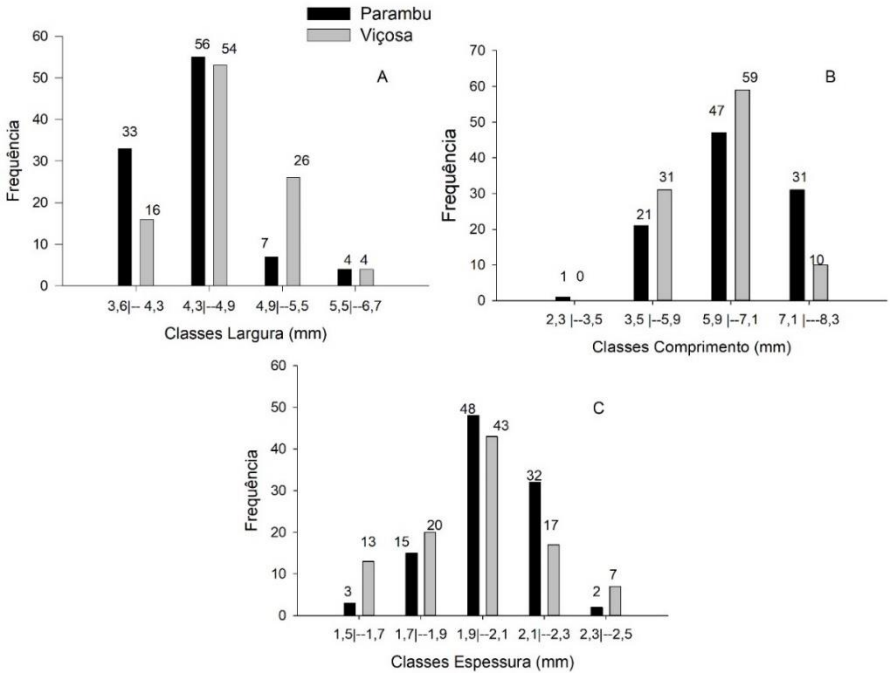
As fotos utilizadas para a construção das sequências morfológicas da germinação foram trabalhadas com auxílio do *software* GIMP (versão 2.8.14). A identificação morfológica das plântulas foi realizada com o auxílio de literatura especializada e consulta a livros de morfologia vegetal. A germinação das espécies foi classificada conforme Garwood (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. SEMENTES E MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE PIPTADENIA STIPULACEA

Nas sementes de *P. stipulacea* observou-se uma maior frequência da largura na classe de 4,3|--4,9 mm. Das sementes coletadas em Parambu 56 % estão nesta classe e as sementes coletadas em Viçosa do Ceará com 54% (Figura 1A). Com relação ao comprimento 47% das sementes de Parambu e 59% de Viçosa do Ceará estão na classe de 5,9|--7,1 (Figura 1B). Com relação a espessura, as apresentam maior frequência na classe de 1,9|--2,1, com frequência de 48% para as sementes coletadas em Parambu e 43% para as sementes coletadas em Viçosa do Ceará (Figura 1C). As diferentes frequências observadas nas classes conforme o município de coleta mostra que os fatores abióticos afetam a formação das sementes.

Figura 1 - Biometria de sementes de *Piptadenia stipulacea* coletadas em diferentes municípios, Parambu e Viçosa do Ceará - Ceará. A- Largura, B- Comprimento e C- Espessura



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Moraes et al. (2018), quando se observa uma baixa heterogeneidade da amostra, indica que durante a formação das sementes estas sofreram pouca influência de fatores ambientais. Assim, os resultados observados nesta pesquisa mostram que as sementes analisadas podem ter estado sob condições variáveis durante sua formação.

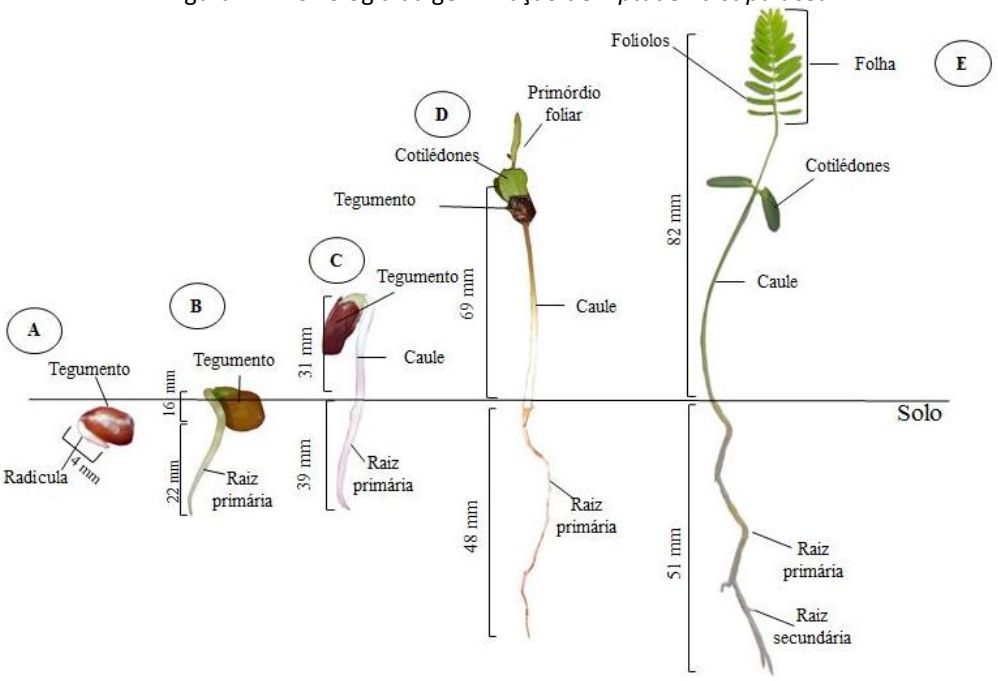
Matos et al. (2019) descreveram as sementes de *P. stipulacea* como sendo largamente elípticas, marrons, não aladas, plano-compressas, com dimensões de 5 × 4 mm. O estudo da variação no tamanho das sementes é um importante indicador da quantidade de nutrientes disponíveis ao embrião, quanto maior a quantidade de reserva, existe grande expectativa de sucesso no estabelecimento da plântula vigorosa (TILLMANN; MENEZES, 2012). Assim, para a produção de mudas mais vigorosas indica-se que sejam utilizadas sementes das maiores classes de *P. stipulacea*.

Loiola (2017) apontou médias biométricas semelhantes em sementes de *P. stipulacea* coletadas no município de Tauá-CE, as quais o comprimento médio foi de 5,85 mm, a largura média de 4,39 mm e espessura média de 1,98 mm. Entretanto, valores diferentes foram encontrados por Benedito (2012), em sementes de *P. stipulacea* coletadas no município de Mossoró-RN, o comprimento variou entre 18,9 a 21,8 mm; a

largura entre 17,9 a 20,2 mm; e a espessura apresentou dimensões entre 15,0 e 16,7 mm, havendo baixa variação na biometria das sementes. Segundo Loiola (2017), sementes menores, leves e tolerantes a dessecação apresenta maior persistência no solo, podendo garantir a formação de um banco de sementes maior em um período mais prolongado. As variações observadas nos diferentes estudos citados mostram como os fatores ambientes afetam o desenvolvimento das sementes, que na espécie *P. stipulacea* pode formar banco de sementes em solos da caatinga.

A avaliação da morfologia da germinação mostrou que o surgimento da radícula de *P. stipulacea* ocorre cerca de um dia após a semeadura. Nesta fase a radícula emitida possuía aspecto esbranquiçado e pontiagudo, medindo 4 mm de comprimento (Figura 2A). Segundo Raven e Eichhorn (2014), normalmente a primeira estrutura a emergir das sementes é a raiz. Benedito (2012), avaliou a germinação de *P. stipulacea* e observou que somente depois do quarto dia de embebição a radícula foi emitida, havendo maior percentual de germinação em sementes escarificadas.

Figura 2 - Morfologia da germinação de *Piptadenia stipulacea*



Fonte: Elaborado pelo autor

Passados dois dias após o plantio, a raiz primária apresentava 22 mm de comprimento e o tegumento começa a se romper para a liberação dos cotilédones (Figura 2B). De acordo com Taiz et al. (2017), as principais reservas de nutrientes das

sementes geralmente são armazenadas nos cotilédones e no endosperma e após a germinação ocorre a mobilização massiva de reservas que fornece nutrientes para a plântula até que ela se torne fotossintetizante. Para estes autores, o tamanho da semente se torna um fator importante, porque sementes maiores têm mais reserva de nutrientes, permitindo assim um período mais prolongado para o desenvolvimento da plântula.

Nas sementes semeadas no solo, houve a emergência três dias após a semeadura, medindo 39 mm de raiz primária e 31 mm de parte aérea, é possível ainda observar a divisão entre essas estruturas, por meio de um pequeno nó que as separa (Figura 2C). No sexto dia pós-plantio foi observado o surgimento do primórdio foliar, o tegumento ainda se apresenta envolvendo os cotilédones esverdeados e fotossintetizante. A raiz e o caule estão diferenciados, a parte aérea com tonalidades esverdeadas e a raiz com características amarronzadas, medindo respectivamente, 48 mm e 69 mm de comprimento (Figura 2D).

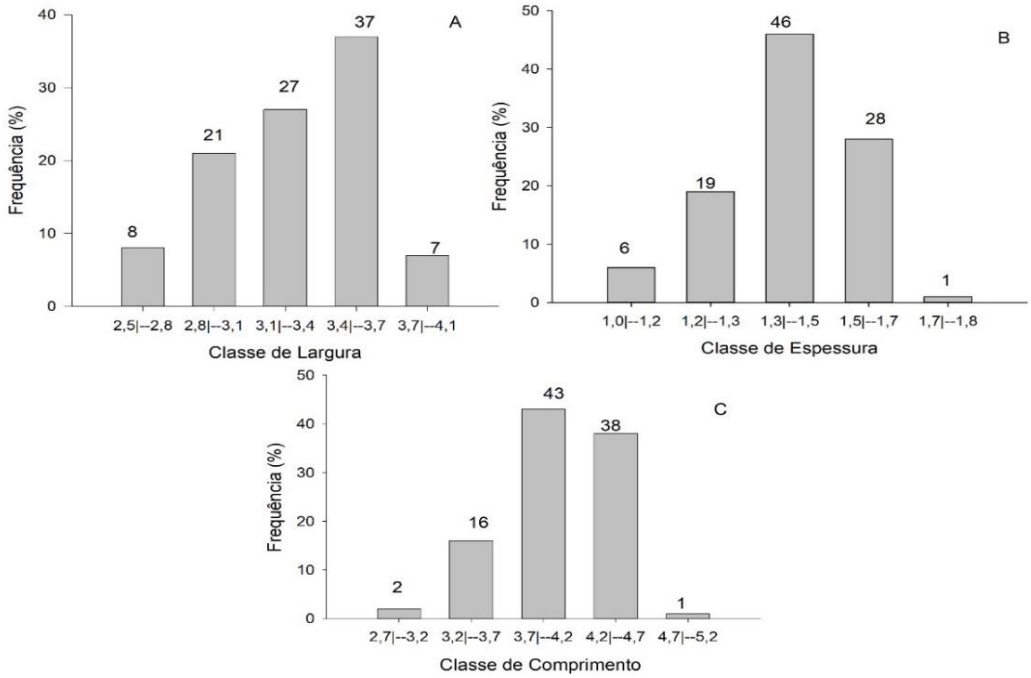
No décimo segundo dia após a semeadura foi possível observar a formação de raízes secundárias, como também o desprendimento do tegumento, deixando os cotilédones livres e dispostos opostamente ao caule. Nesta fase a primeira folha e seus folíolos já estavam bem desenvolvidos, enquanto o caule e a raiz primária se espessaram e se alongaram, com comprimentos de 82 mm e 51 mm respectivamente (Figura 2E). De acordo com Raven e Eichhorn (2014), os principais órgãos fotossintetizantes da planta são as folhas, que são sustentadas pelos caules, os quais as colocam em posições favoráveis para a exposição à luz.

As plântulas que erguem seus cotilédones acima da superfície do solo são classificadas como epígeas (TAIZ et al., 2017). De acordo com Lima Junior (2010), quando os cotilédones não apresentam reservas são do tipo foliar fino e desenvolve a função fotossintetizante ou haustorial (absorvendo as reservas do endosperma e/ou perisperma), e assim quando os mesmos emergem da semente são classificados como do tipo fanerocotiledonar. Portanto a germinação de *P. stipulacea* é classificada como fanerocotiledonar-epígea-foliáceo (PFE). São espécies que necessitam de luz durante o seu estabelecimento inicial, uma vez que possui cotilédones especializados para fotossíntese.

3.2. SEMENTES E MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS DE MIMOSA TENUIFLORA

Em sementes de *M. tenuiflora* foi observado que a largura possui maior frequência na classe de 3,4|--3,7 mm, com 37% das sementes (Figura 3A). Para a variável espessura a maior frequência está na classe de 1,3|--1,5 mm com 46% (Figura 3B). Em relação ao comprimento foi observado maiores frequências nas classes de 3,7|--4,2 e 4,2|--4,7 mm, com 43 e 38%, respectivamente (Figura 3C).

Figura 3 - Biometria de sementes de *Mimosa tenuiflora* coletadas no município de Parambu, Ceará. A- Largura, B- Espessura e C- Comprimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

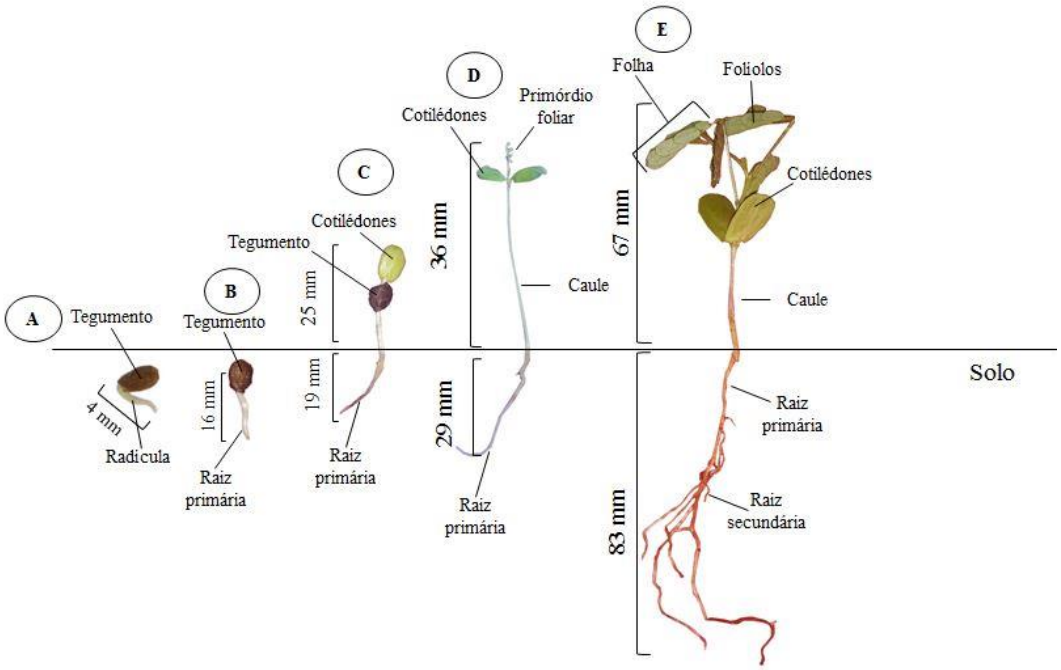
A identificação de diferentes tamanhos de sementes em uma espécie é importante porque conforme Carvalho e Nakagawa (2012), pode ajudar a garantir uma uniformização da germinação e do desenvolvimento de plântulas, obtendo-se mudas mais homogêneas. Matos et al. (2019) descreveram as sementes de *M. tenuiflora* como orbiculares, não aladas, plano-compressas, marrons, com dimensões que variam entre 2–3 × 0,9–1 mm.

As variações de tamanho de sementes em uma mesma espécie têm sido observadas por outros estudos. Walter et al. (2019) obtiveram comprimento médio de 3,39 mm, largura média de 3,01 mm espessura em média de 1,49 mm, em biometria realizada em sementes de *M. tenuiflora* coletadas no município de Cabrobó-PE.

Enquanto, Benedito (2012), encontrou medidas biométricas nas sementes de *M. tenuiflora* coletadas na cidade de Mossoró- RN, com comprimento variando de 16,8 a 18,1 mm; a largura apresentou dimensões entre 16,1 a 17,6 mm e espessura entre 14,6 a 15, 9 mm. Assim, pode-se observar heterogeneidade entre indivíduos de uma mesma espécie, principalmente entre aquelas que habitam locais diferentes. Isso é importante para conhecer a variação existente em uma mesma espécie e planejar estratégia de propagação.

A avaliação da morfologia da germinação de *M. tenuiflora*, mostrou que o surgimento da radícula ocorreu cerca de um dia após a semeadura medindo 4 mm de comprimento, de aspecto esbranquiçado e pontiagudo (Figura 4A). No segundo dia pós-plantio a raiz primária media cerca de 16 mm (Figura 4B). Conforme Taiz et al. (2017), as raízes são importantes para a absorção de água e nutrientes, tendo também um papel mecânico para auxiliar a ancoragem das plantas ao solo. Benedito (2012) observou a germinação de *M. tenuiflora* e verificou que a radícula foi emitida após três dias de embebição, no entanto as sementes escarificadas apresentaram um maior grau de germinação que as sementes intactas.

Figura 4 - Morfologia da germinação de *Mimosa tenuiflora*



Fonte: Elaborado pelo autor

Passados sete dias após a semeadura ocorreu a emergência da parte aérea, sendo que a plântula apresentava 19 mm de raiz e 25 mm de parte aérea; nesta etapa os cotilédones já foram liberados do tegumento e se apresentavam verdes e fotossintetizantes; o caule possuía coloração (Figura 4C). De acordo com Raven e Eichhorn (2014), os caules são estruturas que dão suporte e condução de substâncias às plantas. A maneira pela qual o caule emerge das sementes varia entre espécies. Em muitas angiospermas forma-se um gancho que se desdobra, enquanto o delicado ápice caulinar é puxado acima do solo, evitando assim um possível dano que poderia ocorrer se o ápice caulinar fosse empurrado através dele.

No décimo dia após plantio houve o desprendimento total do tegumento e os cotilédones se posicionaram horizontalmente, nesta fase ainda ocorreu à emergência do primórdio foliar. A parte aérea media 36 mm e a radícula 29 mm de comprimento (Figura 4D). Na última etapa de observação, vinte dias após a semeadura, o sistema radicular estava bem ramificado com várias raízes secundárias e a raiz primária bastante espessada, medindo 83 mm de comprimento; também houve o espessamento do caule que junto com toda a parte aérea media 67 mm. A plântula já possuía folhas compostas bem desenvolvidas (Figura 4E). Segundo Raven e Eichhorn (2014), à medida que a planta se desenvolve surgem novas ramificações, de modo a formar um sistema de raízes bastante ramificado ao longo de sua vida. Assim, a germinação de *M. tenuiflora* também é classificada como fanerocotiledonar-epígea-foliáceo (PFE).

As Fabaceae estudadas nesta pesquisa com cotilédones foliáceos podem ser utilizadas em ambientes com maior disponibilidade de luz, sendo recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Grossnickle e MacDonald (2017) afirmam que os atributos morfológicos influenciam o crescimento de plântulas após o plantio em áreas de restauração florestal. Pode-se dizer que o acompanhamento do desenvolvimento das plântulas quanto às modificações morfo-anatômicas, contribui para ampliar o conhecimento de determinada espécie, ou ainda para realizar o agrupamento sistemático de plantas (SILVA, 2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *P. stipulacea* dos dois municípios apresentaram variações nas suas características, sendo que as sementes coletadas no município de Parambu possuem maior frequência em classes de espessura e comprimento, do que as sementes coletadas em Viçosa do Ceará. Indicando que as condições de ambientais afetam a formação das sementes. Para *M. tenuiflora* as sementes mostraram variação nas medidas biométricas, indicando uma heterogeneidade entre as populações locais.

Conforme as características morfológicas da germinação, ambas as Fabaceae estudadas apresentam características de pioneirismo, pois apresentaram cotilédones foliáceos e germinação classificada como fanerocotiledonar-epígea. A radícula de *P. stipulacea* e *M. tenuiflora* foi emitida após um dia a semeadura, quando as sementes são escarificadas, no entanto, a *M. tenuiflora* levou mais tempo para a emergência no solo e desenvolvimento da plântula. Assim, recomenda-se que em processo de recuperação de áreas degradadas que se considere que os fatores ambientais afetam a formação das sementes e que as duas Fabaceae devem ser introduzidas em uma fase inicial do processo de recuperação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, K.A.D.; SANTOS, G.J. da S.; MACHADO, M.A.B.L. Influência do tamanho das sementes na germinação de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth, Revista Ouricuri, Juazeiro, BA, v. 8, n. 2, p. 49-57, jul./dez. 2018.

ARAÚJO, B. de A.; SILVA, M C.B. da; MOREIRA, F.J.C.; SILVA, K. da F.; TAVARES, M.K. das N. Caracterização biométrica de frutos e sementes, química e rendimento de polpa de juazeiro (*Ziziphus joaseiro* Mart.), Agropecuária Científica no Semi-Árido - ACSA, Patos, PB, 2015, v. 11, n. 2, p. 15-21, abr./jun. 2015.

BARROSO, R.F.; SILVA, F. de A.; NOBREGA, J.S.; SILVA, L.J. da S. e; NOVAES, D.B.; FERREIRA, V.S. Biometria de frutos e sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, PB, v. 11, n. 5, p. 155-160, 8 dez. 2016.

BENEDITO, C.P. Biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2012,

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil / Ceará / Parambu: Panorama – População. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/parambu/panorama>. Acessado em: 25 de outubro de 2021a.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil / Ceará / Viçosa do Ceará: Panorama – População. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/vicosa-do-ceara/panorama>. Acessado em: 25 de outubro de 2021b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Departamento de Conservação da Biodiversidade. Núcleo do Bioma Caatinga. Plano de divulgação do bioma Caatinga. Brasília, DF, 2011, 09 p. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/plano___comunicao_jorge_1_203_1.pdf>. Acessado em: 26 de março de 2022.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CAVALCANTE, M.B.; ALVES, C.A.B.; SILVA, G.R. da; ARRUDA, L.V. de. Caracterização fitogeográfica em unidade de conservação como subsídio à proteção de espécies da Caatinga. Revista de Geociências do Nordeste - Regne, v. 4, n. Especial, p. 222-234, nov. 2018.

FERRAZ, J.S.F.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A. da; MEUNIER, I.M.J.; SANTOS, M.V.F. dos. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de floresta, Pernambuco. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.38, n.6, p.1055-1064, 2014.

FREITAS, F.A.; HOLANDA, A.C.; MARACAJÁ, P.B.; ANDRADE, A.B.A.; SANTOS, J.L.G.; OLIVEIRA, F.S. Estrutura fitossociológica da vegetação arbóreo-arbustiva em área de caatinga com histórico de perturbação antrópica na Paraíba, Brasil. Acta Biológica Catarinense. Jan-Mar; 7(1):92-102. 2020.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine MD. (ed.) Te ecology of tropical forest tree seedlings. Man and the Biosfere Series, v.18, p.59-129. 1996.

LOIOLA, H.G.A. Espécies coocorrentes e com o mesmo tipo de dormência podem apresentar diferenças de persistência no solo? 2017. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2017.

MARENGO, J.A., CUNHA, A.P., ALVES, L.M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, SP, p. 49-54, 2016.

MATOS, I. S., LANDIM, M. F. Ecologia morfofuncional de plântulas de 15 espécies da Floresta Atlântica Sergipana, Brasil. Scientia Plena, v.12, n.9, p.1-15. 2016.

MATOS, S.S. de; MELO, A.L. de; SANTOS-SILVA, J. Clado Mimosoide (Leguminosae-Caesalpinioideae) no Parque Estadual Mata da Pimenteira, Semiárido de Pernambuco, Brasil. Rodriguésia, Rio de Janeiro, RJ, v.70, mar. 2019.

MORAES, K.N.O.; ALMEIDA, M.C.; PINHEIRO, R.M.; DIAS, M.R.Q. Avaliação biométrica de sementes de *Agonandra brasiliensis* Miersex Benth. & Hook. F. (Opiliaceae). South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v.5, n.1, p.170-176, 2018.

RAVEN, R.F.E.; EICHHORN, S.E. Desenvolvimento Inicial do Corpo da Planta: Do embrião à planta adulta. Tradução Ana Claudi M. Vieira *et al. In* RAVEN, R.F.E.; EICHHORN, S.E. Biologia vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. Cap. 22, p. 943-963.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. Revista Pesquisa Qualitativa, v.5, n.9, p.569-54, 2017.

SILVA, T.M. da. Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de cinco espécies frutíferas que ocorrem no Nordeste brasileiro. 2014. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2014.

SOUZA, M.R.; FERREIRA, M.B.; SOUSA, G.G.; ALVES, A.R.; HOLANDA, A.C. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. Nativa, Sinop, v. 8, n. 3, p. 329-335, mai./jun. 2020.

TAIZ, L.; MURPHY, A. PEER, W. Dormência e Germinação da Semente e Estabelecimento da Plântula. Tradução de Alexandra Antunes Mastroberti *et al*. *In* TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 18, p. 513-552.

TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Análise de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3.ed. ver. eampl. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012.

WALTER, L.S.; GABIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C. Envelhecimento acelerado em sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, v. 17, n. 40, p. 51-57 jul./dez. 2019.

COMPONENTES DE PRODUÇÃO EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI DE PORTES ERETO E SEMIERETO, NO BAIXO PARNAÍBA, PIAUÍ, BRASIL

PRODUCTION COMPONENTS IN GENOTYPES OF STANDING AND SEMIERECT BEANS, IN BAIXO PARNAÍBA, PIAUÍ, BRAZIL

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-8

Berilene Costa Oliveira [1]
Adão Cabral das Neves [2]
Francilene Leonel Campos [3]
Maurisrael de Moura Rocha [4]

[1]Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí, UFPI, Brasil
[2] Eng° Agrônomo Msc. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Brasil
[3] Professora Dra. da Universidade Federal do Delta do Parnaiba, Piauí, UFDPar, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Brasil.
[4] Eng° Agrônomo Dsc. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto, quanto aos seis caracteres: COMPV (comprimento de vagem), IG (índice de grãos), NGV (número de grão por vargem), P100G (peso de cem grãos), PG (peso de grãos), e PGV (peso de grãos por vagem) na região do baixo Parnaíba-Piauí. O ensaio foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, UEP-Parnaíba. Foram avaliadas quinze linhagens e cinco cultivares, distribuídas em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de plantas, espaçadas de 0,5 m entre si, com 10 plantas por metro linear. Foram colhidas dez vagens da área útil de cada parcela após atingir a maturidade fisiológica. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A linhagem MNC04-762F-9 pode ser indicada para avançar nas próximas etapas de melhoramento genético do Feijão-caupi, devido ao bom desempenho para três caracteres diferentes, COMPV, NGV e PGV. Sugere-se utilizar a cultivar BRS Itaim, como testemunha em ensaios de estabilidade e adaptabilidade das linhagens mais promissoras para as características estudadas neste experimento.

Palavras-chave: características, estabilidade, linhagens, produção, *Vigna unguiculata*,

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate cowpea genotypes of upright and semi-straight cows, for the six characters: COMPV (length of pod), GI (grain index), NGV (grain number per pod), P100G (weight of one hundred grains), PG (grain weight), and PGV (grain weight per pod) in the lower region of Parnaíba-Piauí. The experiment was conducted in the EMBRAPA Mid-North experimental area, UEP-Parnaíba. Fifteen strains and five cultivars, distributed in randomized blocks, with four replications were evaluated. The plots were composed of four rows of plants, spaced 0.5 m apart, with 10 plants per meter. Harvesting was performed by removing ten pods from the area of each plot after reaching physiological maturity. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of significance. The strain MNC04-762F-9 can be indicated to advance the next stages of genetic improvement of Bean Cowpea, due to the good performance for three different characters, COMPV, NGV and PGV. It is suggested to use BRS Itaim as a control in stability and adaptability tests of the most promising strains for the characteristics studied in this experiment

Keywords: characteristics, lineages, production, stability, *Vigna unguiculata*.

1. INTRODUÇÃO

O Feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp), constitui-se como um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo, tendo como seu maior produtor a Nigéria, que segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), é o responsável por 50% da produção mundial (BRASIL, 2015). Sua origem está associada às regiões central e oeste do continente africano. Contudo, devido sua condição de grande adaptabilidade, a planta é cultivada na maior parte dos países, englobando todos os continentes do planeta (FREIRE FILHO, 1988, 2011).

Trata-se de uma cultura de grande potencial genético e estratégico, devido a sua plasticidade, adaptação às regiões tropicais e subtropicais do mundo, alto valor nutritivo e por ser um componente alimentar básico das populações rurais e urbanas das regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2011). Esta leguminosa está presente no cotidiano alimentar de todas as famílias. Acompanhado do arroz, transforma-se em um dos pratos mais apreciados pelas famílias brasileiras.

Por sua grande capacidade de adaptação a solos diversificados e climas diferenciados, o cultivo do Feijão-caupi pode ser encontrado em todas as regiões do Brasil (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

O perfil nutricional do grão de cultivares brasileiras de feijão-caupi apresenta um baixo teor relativo de gordura e um conteúdo proteico que varia entre 20 e 30% do peso da semente, além de ser uma rica fonte de minerais e vitaminas (VASCONCELOS et al., 2010; CARVALHO et al., 2012; FREIRE-FILHO et al., 1997).

Para expandir a cultura do Feijão-caupi, a Embrapa desenvolveu um programa de melhoramento do Feijão-caupi no Piauí. O projeto é referência nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do País e sua expansão gradativa deve-se às inúmeras pesquisas realizadas na Embrapa Meio-Norte. O cultivo do feijão caupi no Piauí está diretamente atrelado à grande sensibilidade do feijoeiro com relação à pouca água existente no solo, aliada às incertezas das precipitações pluviométricas, nos locais de cultivos. Tais particularidades influenciam diretamente na redução dos rendimentos e na variação da produtividade anual da cultura. A região Sul do Brasil é a única que a

unidade da EMBRAPA ainda não atua fortemente, devido às condições climáticas que não são propícias para o cultivo do feijão-caupi, o qual necessita de um clima tropical e quente (EMBRAPA, 2011).

O melhoramento genético tem diversos objetivos, que vão desde o aumento da produtividade, adaptabilidade e estabilidade da produção, até a difusão de cultivares melhoradas para outros países, passando pelo incremento dos teores de proteína, ferro, zinco e fibra, e melhoria da qualidade visual e culinária dos grãos.

Considerando as suas necessidades edafoclimáticas, fatores como menor demanda hídrica e menor custo de produção, em relação á cultura do milho, tem apontado o feijão-caupi como uma opção interessante para o cultivo no período da safrinha (FREIRE FILHO et al., 2005; BEZERRA et al., 2008).

Estes fatos têm gerado uma demanda por cultivares com características que atendam às necessidades dos sistemas de produção tecnificados, dentre elas, além do alto potencial produtivo, resistência à pragas e doenças e qualidade de grãos, são necessárias características de porte e arquitetura, adequados ao maior adensamento e à mecanização da cultura, inclusive da colheita (BEZERRA et al., 2008).

A escolha correta do genótipo para um determinado ambiente e sistema de produção é de grande importância para a obtenção de uma boa produtividade. Pesquisas com feijão-caupi na região Sudeste são escassas, e as cultivares disponíveis estão sendo utilizadas sem se considerar as suas possíveis diferenças de comportamento, nas diversas regiões de cultivo. É importante que se façam estudos regionais, visando selecionar genótipos superiores, tanto para cultivo como para uso em programas de melhoramento genético de plantas (FREIRE FILHO, 1988).

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar genótipos de Feijão-caupi de porte ereto e semiereto, quanto aos caracteres de comprimento de vagem, índice de grãos, número de grão por Vagem, peso de cem grãos, peso de grãos, peso da vagem e peso de grão por vagem, os quais podem ser utilizados nas próximas etapas do programa de melhoramento genético de Feijão-caupi.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisados 20 genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semiereto, destes 15 foram linhagens e 5 testemunhas, sendo elas a BRS Guariba, BRS Tumucumaque, BRS Novaera, BRS Itaim e BRS Cauamé. Os genótipos utilizados são oriundos do Banco Ativo de Germoplasma e do Programa de Melhoramento genético de Feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte. O experimento foi situado a 17km no município de Parnaíba, Piauí a 03° 04’ 49” S 41° 46' 50” W e possui um clima de acordo com a classificação de Koppen Aw'. Na tabela 1 estão explanados os dados referentes aos genótipos utilizados no experimento, o qual foi objeto desse estudo. Os nomes da subclasse comercial dado ao feijão-caupi estão de acordo com a cor do grão.

O plantio foi o mecanizado convencional, utilizando-se uma plantadeira de 04 linhas da marca Semeato, o qual ocorreu no dia 09 de maio de 2015. A colheita foi efetuada no período compreendido entre 22 e 23 de julho de 2015. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com vinte tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de plantas, espaçadas de 0,5 m entre si, com 10 plantas por metro linear. As dimensões das parcelas foram de 1,50m X 5,0m. Dentro das fileiras o espaçamento foi de 0,25m entre as covas, o que resultou em 20 covas por fileira. Não houve adubação. O manejo de pragas e doenças foi realizado conforme recomendações de Ribeiro (2002) em sistema de produções para feijão-caupi.

A colheita foi realiza aos 60 dias após a semeadura, sendo realizada manualmente, quando todas as vagens das parcelas estavam secas. Nas parcelas, foram retiradas da área útil, dez vagens de cada tratamento. O sistema de irrigação utilizado foi ~~e~~ por aspersão convencional.

Tabela 1 - Relação dos genótipos de feijão-caupi de porte ereto analisados

Linhagem/cultivar	Parentais de procedência	Subclasse comercial
1-MNC04-762F-3	TE96-282-22G x (TE96-282-22G x Vita 7)	Branco
2- MNC04-762F-9	TE96-282-22G x (TE96-282-22G X VITA 7)	Branco

Linhagem/cultivar	Parentais de procedência	Subclasse comercial
3-MNC04-769F-30	CE-315 x TE97-304G-12	Mulato
4-MNC04-769F-48	CE-315 x TE97-304G-12	Mulato
5-MNC04-792F-146	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	Mulato
6-MNC04-769F-62	CE-315 x TE97-304G-12	Mulato
7-MNC04-782F-104	(TE97-309G-24 x TE96-406-2E-28-2) x TE97-309G-24	Sempreverde
8-MNC04-792F-143	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	Mulato
9-MNC04-792F-144	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	Sempreverde
10-MNC04-792F-148	MNC00-553D-8-1-2-3 x TVx5058-09C	Mulato
11-MNC04-795F-153	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	Mulato
12-MNC04-795F-154	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	Sempreverde
13-MNC04-795F-155	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	Mulato
14-MNC04-795F-159	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	Mulato
15-MNC04-795F-168	MNC99-518G-2 x IT92KD-279-3	Brancão
16- BRS Guariba	IT85F-2687 x TE87-98-8G	Branco
17-BRS Tumucumaque	TE96-282-2G x IT87D-611-3	Branco
18- BRS Novaera	TE97-404-IF x TE97-404-3F	Brancão
19- BRS Itaim	MNC01-625E-10-1-2-5 x MNC99544D-101-2-2	Fradinho
20- BRS Cauamé	TE93-210-13F x TE96-282-22G	Branco

A seguir estão descritas as variáveis analisadas neste trabalho:

- Comprimento de vagem (COMPV): média, em centímetros, de dez vagens maduras tomadas ao acaso das plantas da parcela.
- Índice de Grão (IG): corresponde ao quociente entre o peso dos grãos e o peso das vagens da área útil da parcela, multiplicado por 100.

- Número de grãos por vagem (NGV): média do número de grãos realizada em dez vagens maduras tomadas ao acaso das plantas da parcela.
- Peso de 100 grãos (P100G): média do peso de três repetições de 100 grãos, tomados ao acaso, com teor de umidade de aproximadamente 13%, avaliação feita com auxílio de uma balança graduada em gramas.
- Produtividade de grãos (PG): refere-se ao peso total de grãos na área útil da parcela em gramas, transformados para kg/ha.
- Peso de grãos por vagem (PGV): corresponde à quantidade média de grãos de cinco vagens em gramas.

Foi realizada análise de variância individual para os caracteres de todos os genótipos e testemunhas aqui analisados,: COMPV, IG, NGV, P100G, PG e PGV.

A seguir o modelo estatístico adotado para a análise individual de variância:

$\gamma ij=\mu+gi+\beta j+\varepsilon ij$

Onde:

- γij: valor observado do genótipo "i" no bloco "j";
- μ: média geral do caráter;
- *g*i: efeito do genótipo "i";
- βj: efeito do bloco "j";
- εij: erro aleatório associado ao tratamento "i" no bloco "j".

A análise foi realizada com auxílio do programa Assistat Versão 7.7 beta (2016) de autoria de Silva (2010).

3. RESULTADOS

Na tabela 2, a seguir estão descritos o resumo da análise de variância com os coeficientes de variação para as variáveis, comprimento de vagem (COMPV), índice de grãos (IG), número de grão por Vagem (NGV), peso de cem grãos (P100G), produtividade de grãos (PG), peso de grão por vagem (PGV). Observou-se que houve diferença significativa para blocos na maioria das variáveis, COMPV, IG, NGV, PGV, exceto para

P100G que se apresentou não significativo. Já para os genótipos em geral todas as variáveis foram significativas, com exceção da variável PG.

Tabela 2 - Resultado da análise de variância com os coeficientes de variação (CV) do comprimento de vagem (COMPV), índice de grãos (IG), número de grão por Vagem (NGV), peso de cem grãos (P100G), peso de grãos (PG), peso da vagem (PG) e peso de grão por vagem (PGV).

Fontes de Variação	COMPV	IG	NGV	P100G	PG	PGV
Blocos	4.7121 **	3.7231*	2.8586*	0.1957^{ns}	18.2296**	2.9055*
Genótipos	7.0289**	3.6723**	3.8195**	9.5484**	1.3536^{ns}	1.9301*
Média geral	84,6	36,9	107.3	190.7	97.9	24.1
C.V. (%)	5,93	4.88	12.70	9.53	32,39	16,32

* significativo a nível de 5% de probabilidade, ns, não significativo. Todos pelo teste de Tukey.
** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A tabela 3 encontra-se a análise das médias dos caracteres analisados, constatou-se que a maioria dos genótipos avaliados diferiu entre si, com exceção do PG e PGV, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de significância. Para o caráter COMPV, as médias alcançadas variaram de 16,5cm (MNC04-795F-168) a 22,25cm (MNC04-762F-9). O genótipo (MNC04-762F-9) foi o que mais se destacou, ao apresentar a maior média e este não diferiu estatisticamente da testemunha de melhor desempenho, a BRS Tumucumaque.

Quanto ao IG as médias variaram de 65,3 (MNC04-769F-30) a 76,86 (MNC04-795F-168). O genótipo MNC04-795F-16 que para o caráter COMPV obteve a menor média, neste se sobressaiu melhor.

Tabela 3 – Resultado das médias individuais dos caracteres: Comprimento de Vargem (COMPV), Índice de Grãos (IG), Número de Grãos por Vagem (NGV), Peso de 100 Grãos (P100G), Produtividade de Grãos (PG), e Produtividade de Grãos por Vagem (PGV).

GENÓTIPOS	COMPV (CM)	IG%	NGV	P100G (G)	PG (KG/HA)	PGV (G)
1-MNC04-762F-3	20,6abc	73,36abc	12,35ab	19,19abcde	460,25a	2,37ab
2-MNC04-762F-9	22,25a	76,14ab	14a	20,07abcd	834,9a	2,81a
3-MNC04-769F-30	18,35bcde	65,3c	12,9ab	14,06f	660,3a	1,82ab
4-MNC04-769F-48	20abc	68,19abc	13,25ab	15,85def	623,3a	2,08ab

GENÓTIPOS	COMPV (CM)	IG%	NGV	P100G (G)	PG (KG/HA)	PGV (G)
5-MNC04-792F-146	19,9abc	69,54abc	13,3ab	15,54ef	595,6a	2,08ab
6-MNC04-769F-62	19,05bcde	68,04abc	12,35ab	15,54ef	750,8a	1,92ab
7-MNC04-782F-104	20,51abc	71,76abc	14,15a	15,8def	885,7a	2,23ab
8-MNC04-792F-143	19,4abcde	71,04abc	13,3ab	16,2cdef	613,95a	2,15ab
9-MNC04-792F-144	19,25abcde	67,01bc	12,15ab	15,85ef	804,15a	1,9ab
10-MNC04-792F-148	21,15ab	69,78abc	13,1ab	18,58acde	623,05a	2,42ab
11-MNC04-795F-153	20,3abc	72,83abc	14,4a	15,29ef	871,2a	2,2ab
12-MNC04-795F-154	21,2ab	73,52abc	13,15ab	17,11bcdef	789,6a	2,25ab
13-MNC04-795F-155	19,7abcd	71,76abc	14,2a	15,41ef	868,05a	2,19ab
14-MNC04-795F-159	19,7abcd	72,54abc	14,45a	16,4cdef	858,1a	2,36ab
15-MNC04-795F-168	16,5e	76,86a	9,55b	22,78a	833,55a	2,18ab
Média das linhagens	19,8573333	71,178	13,1066667	16,9113333	738,166667	2,1973333
16-BRS Guariba	20,45abc	76,17ab	13,05ab	20,11abcd	603,25a	2,62ab
17-BRS Tumucumaque	22,2ª	74,35abc	11,3ab	20,43acd	625,1a	2,31ab
18-BRS Novaera	16,7de	68,85abc	9,15a	21,17ab	469,45a	1,93ab
19- BRS Itaim	18,75bcde	76,9a	10,3ab	22,22a	671,85a	2,42ab
20-BRS Cauamé	17,9cde	72,63abc	11,2ab	17,39bcdef	816,25a	1,95ab
Médias das testemunhas	19,2	73,78	11	20,264	637,18	2,246
Média geral dos genótipos	19,7008254	71,7975238	12,6050794	17,7095873	714,122222	2,20892063

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Com relação ao caráter NGV, variou entre 9,15 (BRS Novaera) a 14,45 (MNC04-795F-159). O genótipo MNC04-795F-159 destacou-se dos demais diferindo estatisticamente apenas do genótipo MNC04-795F-168.

Quanto a característica P100G houve variação de 14,06g (MNC04-769F-30) a 22,78g (MNC04-795F-168), e observou-se diferença significativa da melhor testemunha BRS Itaim.

A produtividade de grãos (PG), por sua vez, apresentou variação de 460,25 kg ha^{-1} (MNC04-762F-3) a 885,7 kg ha^{-1} (MNC04-782F-104). Para a variável em estudo, de acordo com o resultado da análise, estatisticamente todos os tratamentos foram iguais, ou seja, apresentaram efeito não significativo. Entre os tratamentos, algumas linhagens não diferiram entre si, porém, entre os blocos houve diferenças.

Quando observamos as estimativas de média para a característica PGV esta variou de 1,82g (MNC04-769F-30) a 2,81 (MNC04-762F-9).

4. DISCUSSÕES

Em estudo similar realizado por Barros et al., (2013), os dados obtidos para o caráter PG, as linhagens não diferiram entre si, como ocorreu no experimento, objeto desse estudo. Entretanto nos estudos de Almeida (2014), ao avaliar os componentes de produção da cultivar de feijão-caupi, BRS Novaera, o mesmo obteve resultados inferiores aos obtidos nessa pesquisa, com relação ao caráter P100G e NGV.

O bom desempenho do genótipo (MNC04-762F-9) para a característica comprimento de vagem, poderá incluí-lo como uma das sugestões para os próximos experimentos de melhoramento genético do feijão-caupi. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2010) avaliando componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi. O COMPV variou de 17,60cm (MNC99-542F-7) a 21,80cm (MNC99-541F-18) no citado estudo em genótipos de porte ereto.

Em relação ao IG os resultados foram inferiores ao que Texeira (2007) obteve analisando componentes de produção de feijão-caupi de porte ereto, que variou de 61,88 (IT91K-118-2) a 83,5 (California blackeye-3).

Nos estudos realizados para NGV feitos por Makino (2013) analisando a produtividade de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semi-ereto em dourados, MS, 2012, foram obtidos resultados inferiores aos deste trabalho, que variou de 8,91 (BRS Itaim) a 12,32 (MNCO2-683F-1).

Os resultados de P100G são considerados superiores á aqueles obtidos por Oliveira (2014), onde o P100G variou de 13,48 g (IT-97K-1042-3) a 17,93g (BRS Xiquexique). No trabalho de Sousa *et.al*. (2013) a maior média foi inferior, porém as demais foram semelhantes, estando entre 20,39 e 15,84. Segundo (Moura 2011), esses

resultados indicam que há grandes possibilidades de ganhos com a seleção para obtenção de genótipos com o P100G acima de 15 g.

No que se refere a PG médias foram abaixo das que foram encontradas por Barros (2012), o qual obteve médias entre 684,9 kg ha^{-1} e 1.060,45 kg ha^{-1}, e por Makino (2013), que obteve médias entre 712,84 kg ha^{-1} (BRS Itaim) e 1.534,14 kg ha^{-1} (BRS Cauamé) analisando a produtividade de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semi-ereto em Dourados, MS, 2012. Os dados encontrados por Makino (2013) estão no nível da média de produtividade das linhagens elites, que segundo a Embrapa Meio Norte (2015) resulta em produtividade em torno de 1.703 kg ha^{-1}. Diante disso pode-se apontar que um dos fatores que podem ter influenciado nesta desuniformidade, foi a interação do genótipo por ambiente, que no caso, pelo teste de Tukey, as linhagens não diferiram entre si, porém foi constatado efeito significativo de blocos os quais apresentaram evidentes diferenças, no que concerne ao caráter produção.

Em relação PGV, os resultados se aproximam dos obtidos por Sousa (2013), avaliando linhagens elites de feijão-caupi que variou entre 2,05 e 3,19 gramas. As linhagens não diferiram entre si nos tratamentos, de modo que os genótipos tiveram valores aproximados das testemunhas de elite, para esta variável.

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se inferir:

- A linhagem MNC04-762F-9 pode ser indicada para avançar nas próximas etapas de melhoramento genético do feijão-caupi, tendo em vista que este sobressaiu, para três caracteres diferentes, COMPV, NGV e PGV;
- Utilizar a cultivar BRS Itaim como testemunha em ensaios de estabilidade e adaptabilidade das linhagens mais promissoras, tendo em vista seu bom desempenho agronômico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jorge de. Avaliação de cultivares de feijão-caupi utilizadas no Programa de Distribuição de Sementes. 2014. Disponível em:

http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/5_pesquisa_agricola02v9n3_0.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BARROS, Michel Alves. Seleção de genótipos de feijão-caupi para adaptabilidade e estabilidade produtiva na Região Meio-Norte do Brasil. Dissertação (86f). Universidade Federal do Piaui. 2012.

BARROS. M. A; Rocha M. M; Gomes. R. L. F; Silva K. J. D. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semi-prostado na região Meio Norte do Brasil. Congresso Nacional de feijão-caupi, 2013.

BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.

BRASIL. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Feijão-Caupi no Brasil Produção, melhoramento genético, avanços e desafios. 2011. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84470/1/feijao-caupi.pdf. Acesso em: 20 set 2016.

_____. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária. 2015. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/_feijao_2015_16. pdf. Acessado em: 12 out. 2015.

_____. Embrapa desenvolve estudos de melhoria genética do feijão-caupi. 2015. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2015/03/embrapa-desenvolve-estudos-de-melhoria-genetica-do-feijao-caupi. Acesso em: 12 out. 2015.

_____, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

FREIRE-FILHO, F. R.et al. Densidade de plantas de caupi (*Vigna unguiculata*) de portes enramador e moita em regime de sequeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, p.224-227, 1997b.

_____, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.).**O Caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/ Ibadan: IITA, 1988.

_____, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005.

_____, Francisco Rodrigues. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

MAKINO. P. A. et al. Produtividade de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e semi-ereto em Dourados, MS, 2012. Recife, III CONAC- congresso nacional de feijão-caupi, 2013.

OLIVEIRA D. G. Seleção Simultânea para produção, biofortificação e culinária em população segregante de feijão-caupi 2014. Dissertação (Pós-graduação em Genética e Melhoramento). Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI.

SILVA, F. A. S. ASSISTAT Versão 7.7 beta - Assistência Estatística. Campina Grande – PB. Disponível em: http://www.assistat.com. 2010. Acessado em 27 fev. 2016.

SOUSA. R. R.et al. Variabilidade genética e potencial agronômico de genótipos de feijão caupi de porte semiprostrado no município de Teresina-PI. Recife, III CONAC-Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 2013.

TEIXEIRA, N. J. P. et al. Produção, componentes de produção e suas inter-relações em genótipos de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.) de porte ereto. **Revista Ceres**, v. 54, n. 314, p. 374-382, 2007.

VASCONCELOS, M. C. C. A.; SILVA, R. G. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão-caupi (Vignaunguiculata (L.) Walp.) de porte ereto/semiereto nas mesorregiões leste e sul maranhense. ACSA - **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 21 - 27, 2010.

VERDCOURT, B. Studies in theLeguminosae-Papilionoideae for the flora of tropical East África. IV**. Kew Bulletin**.v.24: 507-69, 1970.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS SOB TELAS DE SOMBREAMENTO

PRODUCTION OF NATIVE SPECIES SEEDLINGS UNDER SHADE SCREENS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-9

Alex Sandro Poquiviqui da Silva [1]
Mirian Cristina Maretti [2]
Daniela Soares Alves Caldeira [3]
Carlos Luiz Vieira [4]
Altacis Junior de Oliveira [5]
Marcella Karoline Cardoso Vilarinho [6]
Isane Vera Karsburg [7]

[1] Engenheiro Agrônomo. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[2] Coordenadora e Professora do Curso de Engenharia Agronômica. Faculdade de Engenharia e Inovação Técnico Profissional - FEITEP.
[3] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[4] Mestrando em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. [5] Mestre em genética e melhoramento de plantas. Programa de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas – PGMP.
[6] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológica – Cáceres. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
[7] Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas – Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

RESUMO

A perda de área florestal tem aumentado a demanda por mudas florestais nativas de boa qualidade e com baixo custo de produção, utilizando técnicas como o sombreamento que confere às mudas bom desempenho na emergência e crescimento. Assim, objetivou-se analisar, por meio de revisão integrativa, quais as técnicas de sombreamento mais utilizadas na produção de mudas florestais nativas, visando a redução de custos e problemas de cultivo. Este trabalho foi desenvolvido utilizando como procedimento metodológico a revisão integrativa de literatura, realizando-se busca por artigos científicos publicados entre os anos de 2010 e 2021, em língua portuguesa, na base de dados do Google Acadêmico, utilizando os descritores: tela de sombreamento, emergência, crescimento e mudas nativas, como critérios de seleção. Foram encontrados 467 artigos e selecionados 12 artigos descritos em tabela em ordem cronológica. Desses, seis avaliaram eficiência das telas de sombreamento sobre a emergência e durabilidade de mudas florestais, quatro avaliaram o desempenho do desenvolvimento inicial, quatro estudaram o impacto do sombreamento e das condições de viveiro sob as características genéticas e físicas das mudas, e um pontuou aspectos econômicos e da rápida rotação ocasionados pelo uso das telas de sombreamento. De forma geral, observa-se que o uso de tela de sombreamento auxilia a produção de mudas florestais de boa qualidade com menor custo em relação a outros meios de cultivo, e que condições similares ao ambiente de ocorrência natural favorecem um melhor desenvolvimento e produção de espécies florestais

Palavras-chave: Ambientes. Telados. Qualidade. Espécies florestais.

ABSTRACT

The loss of forest area has increased the demand for good quality native forest seedlings with low production costs, using techniques such as shading that give seedlings good performance in emergence and growth. Thus, the objective was to analyze, through an integrative review, which shading techniques are most used in the production of native forest seedlings, aiming at

reducing costs and cultivation problems. This work was developed using as a methodological procedure the integrative literature review, performing a search for scientific articles published between the years 2010 and 2021, in Portuguese, in the Google Scholar database, using the descriptors: shading screen, emergence, growth and native seedlings, as selection criteria. We found 467 articles and selected 12 articles described in a table in chronological order. Of these, six evaluated the efficiency of shading screens on the emergence and durability of forest seedlings, four evaluated the performance of initial development, four studied the impact of shading and nursery conditions on the genetic and physical characteristics of seedlings, and one scored aspects economical and fast rotation caused by the use of shading screens. In general, it is observed that the use of a shading screen helps the production of good quality forest seedlings at a lower cost compared to other cultivation methods, and that conditions similar to the naturally occurring environment favor a better development and production of forest species.

Keywords: Environments. Screens. Quality. Forest species.

1. INTRODUÇÃO

As florestas fornecem benefícios ecológicos, sociais e econômicos, porém tem sofrido com a crescente degradação ambiental, gerando impactos indiretos no clima mundial e tais condições requerem diferentes estratégias de preservação e reflorestamento como o avanço das técnicas de plantio que visem a preservação de mudas florestais, cruciais nesse processo (FRONZA; HAMANN, 2015). Embora a regeneração natural e a semeadura direta provavelmente atendam a uma parte significativa dessa necessidade, há o aumento da demanda por mudas de alta qualidade cultivadas em viveiros com sombreamento (FRONZA; HAMANN, 2015).

A importância do reflorestamento surge quando há desmatamento em extensas áreas ocasionando um desequilíbrio ao meio ambiente, portanto, para que o processo de reflorestamento ocorra, é imperativo que as mudas tenham a qualidade necessária para reestabelecer esse equilíbrio ambiental. E um dos métodos mais eficazes para a produção de mudas que atendam a essas condições são as telas de sombreamento, que podem controlar o crescimento das plantas reduzindo a intensidade da luz e modificando outras condições micro ambientais (CASTRO et al., 2017).

As telas de sombreamento, dependendo do tipo de tela, cultura, região climática e as condições de campo aberto, diminuem a evapotranspiração das plantas e do solo e aumentam a assimilação de CO_2, reduzem a radiação solar, a velocidade do vento e temperatura (QUEIROZ; FIRMINO, 2014, CASTRO et al., 2017). São amplamente utilizadas na agricultura para controle passivo do microclima e para proteção contra insetos. É uma ferramenta eficiente para a produção de safras em condições climáticas

e ambientais adversas, pois proporciona modificações microclimáticas moderadas, similares as condições externas de clima (FRONZA; HAMANN, 2015).

Além dos benefícios a produção, o uso crescente das telas se dá pelo menor custo em relação as estufas convencionais. Telas coloridas podem reduzir a intensidade da luz em pelo menos 50 % em relação ao exterior durante os meses de verão, resultando em níveis de intensidade de luz semelhantes ao outono e primavera. Culturas diferentes podem mostrar respostas de crescimento e qualidade diferentes sob as mesmas telas de sombra e os efeitos podem ser modulados pela aplicação de telas de sombra sozinhas ou em combinação com cobertura de folha de plástico adicional (NERY et al., 2016).

A natureza instável do clima mundial e o esgotamento da cobertura florestal tem gerado aumentado a busca por mecanismos de produção florestal economicamente viáveis, com menor impacto e que atendam à demanda alimentícia (SANTOS; CÂMARA, 2002, DA CUNHA; AUGUSTIN, 2014). Assim, este estudo objetivou analisar, por meio de revisão integrativa, quais as técnicas de sombreamento mais utilizadas na produção de mudas florestais nativas, visando a redução de custo e problemas de cultivo.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido utilizando como procedimento metodológico a revisão integrativa de literatura, cujo método segundo Mendes, SILVEIRA e GALVÃO (2008) reúne a literatura teórica e empírica, estudos e abordagens quantitativas e qualitativas.

No intuito de responder à pergunta problema: Qual a técnica de sombreamento mais viável para garantir a qualidade de mudas de plantas nativas, pontuando o tempo de emergência e crescimento; foi feita a busca por artigos científicos publicados entre os anos de 2010 e 2021, em língua portuguesa, na base de dados do Google Acadêmico, utilizando-se o intervalo de publicação e os descritores: tela de sombreamento, emergência, crescimento, mudas nativas, como critérios de seleção.

A análise dos dados ocorreu após a definição inicial dos objetivos e pergunta norteadora, e mediante a coleta de estudos de diferentes características, estudos de casos, revisões integrativas e revisões de literatura.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram encontrados 467 artigos após aplicados os descritores acima mencionados e selecionados 12 artigos descritos na Tabela 1. Desses trabalhos tabulados, seis avaliaram eficiência das telas de sombreamento sobre a emergência e durabilidade de mudas florestais, quatro avaliaram o desempenho do desenvolvimento inicial, quatro estudaram o impacto do sombreamento e das condições de viveiro sob as características genéticas e físicas das mudas, e um pontuou aspectos econômicos e da rápida rotação ocasionados pelo uso das telas de sombreamento. Tabela 1. Síntese dos artigos selecionados e tabulados constando autores, título, ano de publicação, objetivo e resultados dos estudos realizados.

AUTOR	TÍTULO	ANO	OBJETIVO	RESULTADOS
SANTOS, R. F. et al.,	Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.	2010	Avaliar a influência de níveis de sombreamento na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.	Para a variável massa seca e fresca de folhas, diâmetro do colo e raiz o tratamento com 30 % de sombreamento foi estatisticamente superior aos demais. A atenuação de 30 % da radiação solar propiciou características dendométricas superiores das mudas às variáveis analisadas para o *E. grandis.*
CALEGARI, L. et al.,	Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens.	2011	Avaliar o resgate das mudas, e a sua conservação sob tela de sombreamento.	A técnica de resgate de plantas jovens é estratégia complementar viável, de baixo custo, que pode contribuir para o aumento da diversidade nos viveiros florestais e nos projetos de restauração florestal estruturados sob tela de sombreamento preta a 50%.
LUNZ, A. M.; SILVA JUNIOR, E. C.; OLIVEIRA, L. C	Efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de Unha de gato (*Uncaria tomentosa* Willd.	2014	Avaliar o efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial da Unha de gato	Verificou-se que o sombreamento na faixa de 55 a 60 % é o mais indicado para o seu crescimento inicial.

AUTOR	TÍTULO	ANO	OBJETIVO	RESULTADOS
ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE, A. A. R.	Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil.	2015	Analisar o crescimento de mudas de castanheira do brasil, na fase de viveiro, sob diferentes níveis de sombreamento artificial.	Concluiu-se que os ambientes com sombreamento médio de 25 e 50 % são mais indicados para o desenvolvimento de mudas de castanheiras-do-brasil, permitindo crescimento mais vigoroso das plantas.
SABINO, M. *et al.*	Crescimento de mudas de Ipês em diferentes telas de sombreamento.	2016	Avaliar o crescimento inicial de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose. e *Handroanthus ochraceus* (Vahl) S.O. Grose. sob telas de sombreamento pretas e coloridas.	O uso de telados influencia o desenvolvimento inicial de mudas de *Handroanthus serratifolius* e *Handroanthus ochraceus.*
PAGLIARINI, M. K. et al.,	Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenae courbail var. Stilbocarpa.*	2017	Testar diferentes níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril var. Stilbocarpa*).	As melhores mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril var. Stilbocarpa*) foram produzidas em sombreamento de 30 e 50 % em 84 dias após o transplante.
FREITAS, G. A. et al.,	Desenvolvimento inicial de mudas de caroba sob influência de sombreamento.	2017	Avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *Jacaranda brasiliana* em diferentes níveis de sombreamento.	Para a condição de sombra natural os resultados apresentaram-se inferiores em comparação aos tratamentos pleno sol e 50 % de sombreamento.
SILVA, R. R. et al.,	Desenvolvimento inicial de mudas de *Plathymenia foliolosa* Benth. sob influência de sombreamento	2018	Avaliar a adaptação de espécies nativas à condição de alto ou baixo nível de sombreamento.	A condição de 50 % de sombreamento pode ser recomendada para a formação de mudas. No entanto, essa prática também pode ser realizada a pleno sol, porém com menor durabilidade.
SANTOS, L. M.; SOUSA, R. M.	Níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de E*nterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.	2019	Avaliar o sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de mudas.	Recomenda-se a semeadura em ambientes com 30, 50 e 70 % de sombreamento, a fim de se obter maior emergência e crescimento inicial de mudas.

AUTOR	TÍTULO	ANO	OBJETIVO	RESULTADOS
SILVA, D. F. et al.,	Emergência e desenvolvimento de mudas de fisális sob telas de sombreamento coloridas e pleno sol.	2020	Avaliar o efeito das telas de 50 % de sombreamento coloridas sobre a emergência e o desenvolvimento de mudas de três espécies de fisális.	As telas de sombreamento interferiram na temperatura e umidade relativa do ar e em algumas características fitotécnicas. O uso da tela de sombreamento cor preta proporciou uma muda de melhor qualidade.
MELO, M. S. et al.,	Ambientes e recipientes na produção de mudas de baruzeiros.	2021	Avaliar a produção de mudas de baruzeiro em diferentes recipientes e ambientes.	Obteve como resultado a compreensão de que os melhores tratamentos no que tange a emergência e durabilidade das mudas sob tela preta, foram de 30 % e 50 %.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Silva et al., (2020) compreenderam que as telas de sombreamento branca, cinza, e verde, tiveram menor resposta em relação a tela preta no controle da temperatura e umidade relativa do ar alterando algumas mudas de fisális, impactando na emergência e na velocidade do crescimento das mesmas. As telas foto seletivas induzem modificações na morfometria e nos frutos, como telas vermelhas e amarelas que favorecem a taxa de crescimento vegetal e a vitalidade da folhagem e safras de flores cortadas, enquanto as redes azuis causam o enfraquecimento, e as redes cinzentas aumentam a ramificação e o crescimento (REIS et al., 2011).

SABINO et al., (2016) destacaram que houve variação de 5 % na qualidade da muda no que se refere à altura sob tela vermelha, em relação as mudas em pleno sol. Com relação ao diâmetro e número de folhas, apresentaram 10 % na qualidade sob tela vermelha concluindo que o uso de telados influência no desenvolvimento inicial de mudas.

Segundo QUEIROZ e FIRMINO (2014) as composições das telas de sombreamento influenciam no rendimento de frutos de Baru (*Dipteryx alata*), devido a maior capacidade de dispersão e absorção de luz, sendo a melhor opção para aumentar o tamanho e o rendimento do fruto, bem como a qualidade pós-colheita de Baru. Assim como a espessura da tela (30, 50 e 70 %) controlam a capacidade de emergência e

crescimento das mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, destacando que quanto mais parecido ao clima da floresta melhor se apresenta o resultado (SANTOS; SOUZA, 2019).

PAGLIARINI et al., (2020) verificaram que a sobrevivência das árvores, o desempenho do crescimento, a duração do período de rotação e o volume e a qualidade da madeira que pode ser colhida de um cultivo, são muito influenciados pela qualidade das mudas utilizadas, condições de manejo e pelas espessuras de 30 a 80 % no que tange o crescimento e a emergência. A qualidade da muda está diretamente ligada à condição física da muda à medida que ela é criada no viveiro. Estes autores observaram que, mudas de castanheira se desenvolveram melhor sob sombreamento médio de 25 % e 50 %. (ALBUQUERQUE; EVANGELISTA; ALBUQUERQUE, 2015).

CALEGARI et al., (2011) e SILVA et al., (2018) pautaram seu estudo na observação da durabilidade de mudas resgatadas sob tela de sombreamento preta a 50 %, entendendo que seja para o plantio, como o armazenamento de mudas resgatadas, a que possui melhores resultados é a 50 %, garantindo 79,3 % de sobrevivência, podendo ser aplicada a diferentes espécies nativas. SANTOS et al., (2010) e MELO et al., (2021) submeteram as mudas aos tratamentos: 0 %; 18 %; 30 %; 50 % e 70 % de atenuação da radiação solar, através de telas de poliolefinas de coloração preta, obtendo os melhores resultados em 30 % e 50 % no que tange a quantidade de folhas, emergência e altura da muda.

Segundo SANTOS et al., (2019) usando mudas de *Eucalyptus Grandis* espécie que caracteriza pela suas matérias-primas, teve resultado em que a tela com 30 % de sombreamento aos 90 dias obteve vantagem em seu diâmetro do colo e raiz, assim também como as outras características dendométricas, que demonstrou ser superior entre as demais mudas. Já LUNZ, SILVA e OLIVEIRA (2014) mostraram em seu trabalho o crescimento inicial de Unha de gato foi influenciado por telas na faixa de 55 % á 60 % no período de 90 dias de experimento.

Em regiões áridas, uma desvantagem das estufas com ventilação natural com sombra interna é que, quando a tela é totalmente instalada abaixo do telhado, ela diminui a eficácia da ventilação natural através das aberturas do telhado. Além disso, os materiais de sombreamento absorvem uma parte da radiação solar e a reemitem novamente na estufa como calor. Como resultado, a redução da temperatura do ar com efeito de estufa seria menor do que o esperado (SÃO PAULO, 2014).

Dependendo do material da tela e de suas propriedades, as telas são utilizadas com vários objetivos, tais como, proteção contra insetos e pássaros transmissores de vírus e, consequentemente, reduzir a necessidade de pesticidas; absorção espectral sensível de luz para controle de pragas; redução da vulnerabilidade de granizo e vento; extensão do período de crescimento e atraso no amadurecimento dos frutos; redução da perda de calor radiativo e resfriamento noturno; e sombreamento para evitar a radiação solar.

Segundo LUNZ, SILVA JUNIOR e OLIVEIRA (2014) a qualidade das mudas tem um efeito profundo no desempenho de crescimento das árvores plantadas. Além disso, o custo de manutenção da plantação de mudas de baixa qualidade pode ser alto devido à alta mortalidade e aos requisitos de gestão mais intensivos. Desta forma observou-se que as condições de sombra semelhante as da floresta para algumas espécies de plantas nativas são mais eficazes, no que se refere ao uso de telas de sombreamento, pontuando as de 55 a 60 %, como melhores para recriar essas condições.

CONCEIÇÃO e DIAS FILHO (2013) dissertaram que o plantio de mudas de alta qualidade proporciona retorno antecipado do investimento, pois apresentam crescimento mais rápido, portanto, a idade de rotação é encurtada. As árvores, por outro lado, exigiriam vários anos antes de serem colhidas. Assim, o erro de plantar mudas de baixa qualidade também levará vários anos antes que possa ser corrigido.

Para FREITAS et al., (2017) o desmatamento e a degradação florestal levaram à perda generalizada da biodiversidade e à destruição do meio ambiente. O uso de tela de sombreamento a 50 % apresentou maior qualidade no que se refere a emergência e durabilidade da muda, pontuando que a restauração com espécies nativas requer a identificação de espécies de árvores com sementes prontamente disponíveis e tecnologia de propagação madura, que sejam adequadas ao contexto local.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que o uso de tela de sombreamento favorece a produção de mudas florestais de boa qualidade com menor custo em relação a outros meios de cultivo e que há uma especificidade de cada espécie nativa em relação as condições de cultivo e sombreamento para que esta possa ter melhor desempenho com relação à emergência,

crescimento, quantidade de folhas e produtividade. Destaca-se que espécies florestais se desenvolvem e produzem melhor sob condições similares ao ambiente de ocorrência natural.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. C. S.; EVANGELISTA, T. C.; ALBUQUERQUE, A. A. R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 440-445, outubro-dezembro, 2015.

CASTRO, J. L. et al. Mata ciliar: importância e funcionamento. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

CALEGARI, L. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore** v. 35, n. 1, fev, 2011.

CONCEIÇÃO, A. C.; DIAS FILHO, M. B. Níveis de sombreamento para produção de mudas de taxi-branco. **Revista Instituto Florestal**. v. 25, n. 2, p. 151-161, dez. 2013.

DA CUNHA, Belinda Pereira; AUGUSTIN, Sérgio. **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais.** Caxias do Sul, RS: Educs, 20142014.

DALY, D. et al**. Floristics and Economic Botany of Acre, Brazil**, 2019. Disponível em: <https://www.nybg.org/bsci/acre/title.html> Acesso em: 20 out. 2020.

FREITAS, G. A. *et al*. Desenvolvimento inicial de mudas de caroba sob influência de sombreamento. **Nativa**, Sinop, v.5, n.6, p.396-401, nov./dez. 2017.

FRONZA, D.; HAMANN, J. J. **Viveiros e propagação de mudas**. Santa Maria- RS: e-Tec, 2015.

LUNZ, A. M.; SILVA JUNIOR, E. C.; OLIVEIRA, L. C. Efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de Unha de gato. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais.** v.16, n. 4, dez. 2014.

MELO, M. S. et al. Ambientes e recipientes na produção de mudas de baruzeiros. **Revista Agrotecnologia,** Ipameri, v.12, n.1, p.31-45, 2021.

MOMENTO AGRO. **Tudo sobre Sombrite – Tela de Sombreamento, um Guia Completo**, 2021. Disponível em: <https://www.momentoagrodobrasil.com.br/sombrite/> Acesso em: 10 nov. 2021.

NERY, F. C. et al. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Caliphyllum brasiliens* cambess) sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.14, n3, p. 187-192, 2016.

PAGLIARINI, M. K. *et al*. Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenae courbail* var. Stilbocarpa. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.330-346, 2017

QUEIROZ, S. E. E.; FIRMINO, T. O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx Alata* vog). **Revista Biociência,** Taubaté, v. 20, n1, p.72-77, 2014.

REIS, R. G. E. et al. Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. **Revista Caatinga,** Mossoró, v. 24, n.4, p. 43-49, 2011.

SANTOS, R. F. et al. Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia,** v.3, n.3, set.- dez. 2010.

SANTOS, Thereza Christina Carvalho; CÂMARA, João Batista Drummond. **Geo Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: IBAMA, 2002., 2002.

SANTOS, L. M.; SOUSA, R. M. Níveis de sombreamento na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Scientia Agraria Paranaensis**, 2019.

SABINO, M. et al. Crescimento de mudas de Ipês em diferentes telas de sombreamento. **Nativa,** Sinop, v.4, n.2, p.61-65, mar./abr. 2016.

SILVA, D. F. et al. Emergência e desenvolvimento de mudas de fisális sob telas de sombreamento coloridas e pleno sol. **Revista Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, Brasil, 2020.

SILVA, R. R. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de *Plathymenia foliolosa* Benth. sob influência de sombreamento. **Gaia Scientia**. v. 12, n.2, 2018.

SÃO PAULO**, Implantação de viveiro de mudas**: manual de orientação. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2014.

EFEITO DE ÁCIDO HÚMICO E *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE *MEGATHYRSUS MAXIMUS*

EFFECT OF HUMIC ACID AND *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF SEEDLINGS OF *MEGATHYRSUS MAXIMUS*

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-10

Edmar Santos Moreira [1]
Samiele Camargo de Oliveira Domingues [2]
Eslaine Camicheli Lopes [3]
Marco Antonio Camillo de Carvalho [4]
Oscar Mitsuo Yamashita [5]

[1] Graduando do curso de Engenharia Florestal. Bolsista de iniciação científica. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
[2] Doutoranda em Ecologia e Conservação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação – UNEMAT
[3] Mestranda em Agroecossistemas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT
[4] Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias. do Estado de Mato Grosso – UNEMAT
[5] Coordenador do Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT

RESUMO

O uso de inoculantes, incluindo bactérias capazes de promover o crescimento de plantas, está aumentando nos últimos anos, juntamente com o uso de substancias húmicas. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de doses de *Azospirillum brasilense* e ácido húmico, no desenvolvimento inicial de plântulas de capim mombaça (*Megathyrsus maximus*). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto pela combinação das doses de um produto comercial contendo 18% de ácido húmico (FH|Turfa Líquida®), com e sem a presença das bactérias *Azospirillum brasilense* (Nitro Geo AZ® - estirpes AbV5 e AbV6). De acordo com os resultados, a dose que se mais se destacou foi 5mL/L, influenciando significativamente na variável parte aérea, na presença de ácido húmico.

Palavras-chave: Microrganismo. Inoculante. Capim Mombaça. Bactérias. Fixação Biológica.

ABSTRACT

The use of inoculants, including bacteria capable of promoting plant growth, is increasing in recent years, along with the use of humic substances. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of the application of doses of *Azospirillum brasilense* and humic acid on the initial development of seedlings of mombaça grass (*Megathyrsus maximus*). The experimental design was completely randomized, consisting of the combination of doses of a commercial product containing 18% humic acid (FH|Turfa Líquida®), with and without the presence of *Azospirillum brasilense* bacteria (Nitro Geo AZ® AbV5 and AbV6 strains). According to the results, the dose that stood out the most was 5mL/L, significantly influencing the aerial part variable in the presence of humic acid.

Keywords: Microorganism. Inoculant. Mombasa grass. Bacteria. Biological Fixation.

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos evidenciam o efeito positivo na inoculação de bactérias promotoras de crescimento na qualidade fisiológica das sementes, e posteriormente no desenvolvimento inicial das plântulas, visto que os dados fornecem resultados promissores na capacidade de desenvolvimento e resultados positivos na produção durante o ciclo das plantas (CÂNDIDO et al., 2022; LUIZ et al., 2022). A inoculação de sementes com bactérias diazotróficas promovem a melhoria no desempenho das plantas sob condições de estresse e, consequentemente, aumenta a sua produtividade (COTRIM et al.,2016).

Dentre as bactérias diazotróficas utilizadas mais recentemente na agricultura, chama a atenção o *Azospirillum brasilense*, que tem sido verificado como produto interessante para a melhoria dos rendimentos produtivos. Esta bactéria contribui com diversos mecanismos de promoção do crescimento vegetal e uma ampla gama de estudos detalhou os efeitos benéficos da inoculação com esse microorganismo (HUNGRIA, 2011; YEGORENKOVA et al., 2016; RAMPIM et al., 2020). A contribuição para o crescimento das plantas através da inoculação com *Azospirillum* spp. inclui sobretudo a sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio e de produzir fitohormônios benéficos às plantas (CORREA et al., 2008; RIBEIRO et al., 2020).

Em conjunto com bactérias promotoras de crescimento, pode-se associá-las às substâncias húmicas, encontradas junto a matéria orgânica do solo (CONCEIÇÃO et al. 2008; LUIZ et al., 2022). A matéria orgânica humificada do solo é composta por diferentes frações, de acordo com sua solubilidade, podem estimular diretamente o crescimento e a produtividade das plantas (RAMPIM et al., 2020).

Em geral, têm sido realizadas pesquisas com tais microrganismos em culturas de importância e destaque no cenário agrícola, como a graníferas e oleaginosas (RIBEIRO et al., 2020; LIMA et al., 2021; CÂNDIDO et al., 2022; LUIZ et al., 2022). Entretanto, acredita-se que, devido aos benefícios proporcionados por estas bactérias no desenvolvimento inicial das plantas, espécies forrageiras possam ser beneficiadas. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a influência da aplicação de doses de

Azospirillum brasilense e ácido húmico no desenvolvimento inicial de plântulas de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM), do Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional, na Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, campus de Alta Floresta, Unidade 2.

As sementes do capim foram obtidas no comércio local, sendo limpas e com elevado potencial germinativo. Os tratamentos foram compostos pela combinação das doses de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL de produto comercial contendo 18% de ácido húmico (FH|Turfa Líquida®) por 100 kg de sementes, com e sem a presença das bactérias *Azospirillum brasilense* (Nitro Geo AZ® - estirpes AbV5 e AbV6).

A pesquisa foi organizada no esquema fatorial 2x6, sendo duas condições de bactéria (com/sem) e seis doses de ácido húmico, totalizando assim 12 tratamentos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. A dose para a inoculação com a bactéria seguiu a recomendação do fabricante, de 10 mL/kg de sementes. O produto contendo ácido húmico e bactérias foi aplicado diretamente nas sementes de capim, dentro de sacos plásticos, utilizando-se uma pipeta volumétrica; um para cada tratamento. Estes sacos foram agitados para homogeneização completa das sementes, visando cobrir as sementes com cada tratamento, de maneira uniforme.

Foram distribuídas 50 sementes de capim para germinar sobre duas folhas de papel germitest umedecidos com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, em seguida, acondicionadas em câmara de germinação (BOD), regulado para regime de luz de 12 h, sob temperatura constante de 27 °C.

Diariamente eram realizadas avaliações, contando-se as sementes germinadas, por 28 dias, seguindo-se as recomendações de BRASIL (2009). As variáveis analisadas foram: geminação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), plantas normais (PN), comprimento de parte aérea (CA), comprimento de parte raiz (CR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa seca de raiz (MSR).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias do fator qualitativo (presença ou não da bactéria), comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para o quantitativo (doses de ácido húmico) foi realizado o estudo de regressão polinomial, com uso do software Sisvar® (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade de ação dos bioestimulantes na germinação das sementes e nas plântulas está apresentada nas Tabelas 1 a 5, sendo que na Tabela 1, encontra-se as médias estatísticas dos tratamentos em que não houve interação entre os fatores. Nas Tabelas 2 a 5, retrata-se a interação entre a presença ou não de *Azospirillum brasilense* e as doses de ácido húmico.

Observou-se que para as variáveis plantas normais (PN), comprimento de parte aérea (CA), comprimento de parte raiz (CR), índice de velocidade de germinação (IVG) e geminação (G), não houve efeito dos tratamentos isoladamente, visto que as médias não diferiram entre si. Zuffo et al. (2015) também não verificaram efeito da aplicação de *Azospirillum brasilense* individualmente ou em co-inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* nestas variáveis, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 1 – Análise de comportamento morfológico do desenvolvimento inicial de plantas de *Megathyrsus maximus* das variáveis: plantas normais (PN), comprimento de parte aérea (CA), comprimento de parte raiz (CR), índice de velocidade de germinação (IVG), geminação (G), nos fatores: com/sem *Azospirillum brasilense* (AZ) e doses de ácido húmico (AH)

Azospirillum (AZ)	Plantas Normais (%)	CPA (cm)	CR (cm)	IVG	Germinação (%)
Com	76,23	4,67	5,71	9,83	79,20
Sem	78,44	4,37	5,58	10,06	77,23
Valor de F	0,54 ns	3,45 ns	0,16 ns	0,70 ns	1,69 ns
Doses AH					
0	75,75	3,35	5,24	10,48	79,25
100	81,91	5,49	5,89	9,61	78,25
200	77,50	4,01	5,58	9,86	76,25
300	70,16	3,33	5,04	10,22	79,50
400	78,66	5,44	5,54	9,84	77,75
500	79,75	5,52	6,59	9,62	78,50
Valor de F	1,24 ns	9,98 ns	2,15 ns	1,04 ns	0,39 ns
Interação A x AH					
Valor de F	1,43 ns	0,84 ns	2,00 ns	2,11 ns	1,97 ns
CV (%)	13,33	12,30	18,76	9,63	6,73

ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Fonte: Autoria própria

Com a inoculação de *Azospirillum brasilense* nas sementes de capim mombaça, não foi verificada diferença estatística em diversas variáveis analisadas. Tais resultados podem ser devido à respostas desta forrageira a um conjunto de fatores específicos desta espécie, como características genéticas da própria planta e condições ambientais às quais foram submetidas (SALA et al., 2007).

Ao se analisar a massa fresca da parte aérea das plântulas da forrageira, verificou-se que houve significância para as doses de ácido húmico tanto na presença como na ausência de *Azospirillum brasiliense* (Tabela 2).

Tabela 2 – Massa fresca da parte aérea de plântulas de *Megathyrsus maximus* cujas sementes foram submetidas a tratamento com *Azospirillum brasilense* e doses crescentes de ácido húmico.

	Doses de Ácido Húmico (mL)					
Azospirillum	0	100	200	300	400	500
	Massa Fresca da Parte Aérea (mg)					
Com	65,5 a	90,8 a	78,3 a	69,6 a	100,5 a	98,5 a
Sem	70,9 a	89,4 a	71,1 a	70,4 a	83,3 b	85,6 b
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 17,59**			Reg. Quad. = 0,74 ns		
SEM	Reg. Linear = 15,79**			Reg. Quad. = 10,52**		

ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Percebe-se resultados diferenciais nas doses de 400 e 500mL de ácido húmico, na presença de *A. brasilense*, indicando que a partir de 400 mL de ácido húmico em associação com a bactéria, há promoção na produção de massa fresca da parte aérea dessa forrageira. Dessa maneira, diferentemente das demais variáveis, que não foi verificada influência dos tratamentos, o aumento do volume verde produzido foi significativo, permitindo considerar que há vantagem para a planta tratada desta maneira, visto que o maior porte e volume de massa vegetal adiciona, especialmente para forrageiras, vantagens produtivas.

De maneira similar, após a secagem da massa aérea verde, resultados da massa seca da parte área indicam que os resultados acompanham o obtido anteriormente, demonstrando aumento na capacidade produtiva inicial em função dos tratamentos com a bactéria acima de 400 mL na presença de ácido húmico (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa seca aérea de plântulas de *Megathyrsus maximus* cujas sementes foram submetidas a tratamento com *Azospirillum brasiliense* e doses crescentes de ácido húmico.

	Doses de Ácido Húmico (mL)					
Azospirillum	0	100	200	300	400	500
	Massa Seca da Parte Aérea (mg)					
Com	4,27 a	8,20 a	5,52 a	4,30 a	9,67 a	12,73 a
Sem	4,60 a	8,15 a	4,97 a	4,47 a	6,82 b	5,30 b
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 2,76 ns			Reg. Quad. = 3,18 ns		
SEM	Reg. Linear = 45,45**			Reg. Quad. = 34,93**		
CV (%) = 19,33						

ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Os benefícios em gramíneas forrageiras tropicais, tal como no capim mombaça, com a inoculação de *Azospirillum*, podem ser esperados ao se reverter ou minimizar riscos de degradação do solo e melhoria na produção de massa de forragem. Isso pode ser devido à presença de bactérias fixadoras de nitrogênio na rizosfera dessas gramíneas, sugerindo futuramente até uma possível redução na aplicação de fertilizantes nitrogenados nas plantas (DUARTE et al., 2020). Algumas pesquisas indicam que a inoculação de espécies forrageiras de gramíneas com linhagens de *A. brasilense* pode elevar a produção média de massa de forragem em até 13% (HUNGRIA et al., 2016).

Quanto a avaliação de massa fresca de raiz de plântulas de capim Mombaça, as médias obtidas na comparação entre os tratamentos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Massa fresca de raiz de plântulas de *Megathyrsus maximus* cujas sementes foram submetidas a tratamento com *Azospirillum brasiliense* e doses crescentes de ácido húmico.

	Doses de Ácido Húmico (mL)					
Azospirillum	0	100	200	300	400	500
	Massa Fresca de Raiz (mg)					
Com	34,5 a	38,5 a	34,7 b	37,3 a	35,4 a	41,1 a
Sem	34,9 a	41,4 a	41,1 a	38,1 a	38,6 a	39,6 a
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 14,97**			Reg. Quad. = 1,84 ns		
SEM	Reg. Linear = 3,71 ns			Reg. Quad. = 5,43*		
CV (%) = 3,27						

ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Verificou-se que, apesar de haver diferença na dose de 200 mL de *A. brasilense* na ausência de ácido húmico, as médias permaneceram sem superioridade para qualquer dos tratamentos, indicando que, nesta variável, provavelmente o tratamento com doses crescentes da bactéria não interferiram no aumento da massa fresca de raízes.

Havendo variações dessas condições, é possível que estas bactérias induzam alterações bioquímicas nestes organismos vegetais, por meio da produção de fitohormônios que atuam no sistema radicular, favorecendo ou não o seu crescimento. Assim, características como temperatura e disponibilidade hídrica podem possibilitar o desenvolvimento das plantas em condições de ausência do microrganismo a ponto de não provocarem diferenças entre esta condição e as doses inoculadas, assemelhando-se a resultados relatados por GONÇALVES et al. (2020), com *Panicum maximum*.

Na Tabela 5, estão apresentadas as médias de massa seca de raiz de capim Mombaça, após a secagem de material verde, apresentado e discutido anteriormente.

Tabela 5 – Massa seca de raiz de plântulas de *Megathyrsus maximus* cujas sementes foram submetidas a tratamento com *Azospirillum brasiliense* e doses crescentes de ácido húmico.

	Doses de Ácido Húmico (mL)					
Azospirillum	0	100	200	300	400	500
	Massa Seca de Raiz (mg)					
Com	2,80 a	3,42 a	1,95 b	1,70 a	3,10 a	3,70 a
Sem	3,10 a	2,72 a	3,26 a	1,67 a	2,20 a	2,08 b
Valor de F						
COM	Reg. Linear = 0,02 ns			Reg. Quad. = 0,16 ns		
SEM	Reg. Linear = 0,02 ns			Reg. Quad. = 3,50 ns		
CV (%) = 34,54						

ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria.

Percebe-se nesta variável, que há perceptível incremento das médias obtidas na maior dose de *A. brasilense* testada, indicando que aqueles maiores valores observados na massa verde de raiz com tratamento em maiores doses da bactéria, apesar de não significativos, indicavam acúmulo de água nos tecidos. Essa água, após retirada pelo

processo de secagem, reduziu a massa seca e a diferença tornou-se nítida, havendo superioridade de 77% de acúmulo na presença de 500 mL do produto contendo *A. brasilense*.

Assim, verificou-se que houve aumento em determinadas variáveis quando do tratamento das sementes com doses crescentes de *A. brasilense*, indicando efeito positivo para as plantas jovens a partir dessa maneira de inoculação dessa bactéria, juntamente com o ácido húmico.

Vale ressaltar que alguns trabalhos comentam sobre a importância da formação inicial tanto de folhas como de raízes, visto que, quando bem nutridas, possuem maior capacidade de assimilação de CO_2 e, consequentemente, síntese de carboidratos durante a fotossíntese, aumentando assim, o acúmulo de biomassa nestas partes das plantas.

Dessa maneira, a inoculação com *A. brasilense* contribuiu para a síntese de clorofila nas folhas, evidenciada em alguns trabalhos com maiores valores de SPAD em plantas maiores que, quando inoculadas, responderam positivamente às bactérias promotoras de crescimento (HUNGRIA, 2011; GONÇALVES et al., 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de sementes de capim mombaça com *Azospirillum brasilense* leva a resultados promissores, aumentando a massa verde e seca tanto de parte aérea como de raiz, das plantas jovens formadas, especialmente a partir de 400 mL do produto comercial por quilo de sementes da forrageira.

No entanto, os resultados devem ser aprofundados, visando verificar e ratificar o potencial produtivo de massa vegetal a campo. Por esse motivo, vale ressaltar a necessidade de mais pesquisas com outras gramíneas forrageiras, visando confirmar a eficácia, a medida que as doses do microrganismo sejam elevadas.

Torna-se importante também aprofundar os estudos com a mistura entre a bactéria e o ácido húmico, permitindo redução de custo, aumento de produtividade, menor impacto ambiental e viabilidade econômica, contribuindo diretamente para promoção de maiores produtividades e rápido estabelecimento da pastagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq, pelo financiamento da bolsa de iniciação científica do primeiro autor e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UNEMAT pela institucionalização do projeto de pesquisa (Portaria 2052/2018).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SAND/DNDV/CLAV, 2009. 365p.

CÂNDIDO, A.C.T.F.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M.; FELITO, R.A.; ROCHA, A.M. Efeito residual da coinoculação com *Azospirillum brasilense* na soja e adubação nitrogenada no teor foliar de macronutrientes em milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, e8651, 2022.

CONCEIÇÃO, P.M.; VIEIRA, H.D.; CANELLAS, L.P.; MARQUES JÚNIOR, R.B.; OLIVARES, F.L. Recobrimento de sementes de milho com ácidos húmicos e bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.545-548, 2008.

CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. 2008. In: CASSÁN, F.D., GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) **Azospirillum sp.:** cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiologia.

COTRIM, M.F.; ALVAREZ, R.C.F.; SERON, A.C.C. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a aplicação de *Azospirillum brasilense* e ácido húmico. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.10, n.4, p.349-357, 2016.

DUARTE, C.F.D.; CECCATO, U.; BISERRA, T.T.; MAMÉDIO, D.; GALBEIRO, S. *Azospirillum* spp. in grasses and forages – Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuárias**, v.11, n.1, p.223-240, 2020.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Embrapa Soja. 2011.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. Inoculation of Brachiaria spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-

friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agricultural Ecosystems Environment**, v.221, p.125-131, 2016.

LIMA, R.E.; AGUILERA, J.G.; ZUFFO, A.M.; ALVES, C.Z.; RATKE, R.F.; NOGUEIRA, G.A.; TEIXEIRA, A.V.; CÂNDIDO, A.C.da S. Qualidade de sementes de soja após a inoculação de biológicos em campo. **Research, Society and Development**, v.10, n.4, e52710414419, 2021.

LUIZ, S.A.R.; YAMASHITA, O.M.; CARVALHO, M.A.C.; DRESCH, E.; DOMINGUES, S.C.O.; DUTRA, L.A.; MOREIRA, E.S.; GESUALDO, M.F.T.; LOPES, E.C.; CÂNDIDO, A.C.T.F. Humic acid and growth promoting microorganisms in the germination and initial development of white sesame plants. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, e15511629094, 2022.

RAMPIM, L.; GUIMARÃES, V. F.; SALLA, F.H.; COSTA, A. C. P. R.; INAGAKI, A. M.; BULEGON, L.G.; FRANÇA, R. de. Desenvolvimento inicial de plântulas de milho reinoculadas com bactérias diazotróficas. **Research, Society and Development**, v.9, p.5, e24953109, 2020.

RIBEIRO, D.F.; OLIVEIRA, L.C.A.; DOMINGUES, S.C.O.; TEIXEIRA, E.E.R.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M.; OLIVEIRA, J.C. Co-inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium japonicum* in soybean in the first and third year of cultivation. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.23, n.1, p.1-9, 2020.

SALA, V.M.R.; CARDOSO, E.J.B.N.; FREITAS, J.G.; SILVEIRA, A.P.D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

YEGORENKOVA, I.V.; TREGUBOVA, K.V.; BURYGIN, G.L.; MATORA, L.Y.; IGNATOV, V.V. Assessing the efficacy of co-inoculation of wheat seedlings with the associative bacteria *Paenibacillus polymyxa* and *Azospirillum brasilense* sp. canadian **Journal of Microbiology**, v. 62, n. 3, p. 279-285, 2016.

ZUFFO, A.M.; REZENDE, P.M.; BRUZI, A.T.; OLIVEIRA, N.T.; SOARES, I.O.; NETO, G.F.G.; CARDILLO, B.E.S.; SILVA, L.O. Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the soybean crop. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.1, p.87-93, 2015.

ADUBAÇÃO NITROGENADA, FOSFATADA E POTÁSSICA NA CULTURA DA ACARIÇOBA, EM UM SOLO LATOSSOLO VERMELHO DISTROFICO – ANÁLISE AGRONÔMICA

NITROGEN, PHOSPHATE AND POTASSIUM FERTILIZATION IN ACARIÇOBA CULTURE, IN A DYSTROPHIC RED LATOSOL SOIL - AGRONOMIC ANALYSIS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-11

André Luiz Ribas de Oliveira [1]
Bruna Bárbara Prata [2]
João Carlos Mohn Nogueira [3]
Ranna Caroline de Oliveira [4]
Samuel Carlos de Oliveira Neto [5]
Vandervilson Alves Carneiro [6]

1 Docente do Ensino Superior – DES V – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7131-6518. E-mail: andre_luiz_ueg@yahoo.com.br.
2 Engenheira Agrícola. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8411-2004. E-mail: brunapratab@gmail.com.
3 Docente do Ensino Superior – DES III – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5597-7386. E-mail: jcmnogueira1@hotmail.com.
4 Engenheira Agrícola. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4507-9325. E-mail: ranna_oliveira04@outlook.com.
5 Discente do Curso Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8375-311X. E-mail: samuelcarlosneto13@gmail.com.
6 Docente do Ensino Superior – DES IV – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7286-0806. E-mail: profvandervilson@yahoo.com.br.

RESUMO

O uso das plantas medicinais é de grande importância para a saúde popular. O conhecimento da resposta às adubações das plantas medicinais é um parâmetro importante a ser avaliado. O estudo da nutrição das plantas pode proporcionar a identificação de fatores benéficos e também saber e identificar os efeitos da nutrição das plantas. Neste estudo, foram realizados três experimentos (fertilização com nitrogênio, fosfato e potássio) na cultura de *Hydrocotyle umbellata* L. em Latossolo Vermelho Distrófico na produção de massa fresca aérea, massa fresca subterrânea, diâmetro da folha, comprimento do pecíolo e quantidade de pecíolos. Foi utilizado o solo de uma propriedade rural no município de Anápolis - Goiás (Brasil). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em ambiente controlado. O experimento envolveu as seguintes dosagens de fertilização: nitrogênio (0; 30; 45; 60 e 75 kg de $N.ha^{-1}$); fosfato (0; 120; 150; 180 e 210 kg de $P_2O_5.ha^{-1}$) e potássio (0; 25; 50; 75 e 100 kg de $K_2O.ha^{-1}$). Na adubação nitrogenada a dose de 60 kg de $N.ha^{-1}$ foi a melhor para comprimento de peciolos; na adubação fosfatada a dose de 150 kg de $P_2O_5.ha^{-1}$, foi a melhor dose para todas as variaveis estudadas e quanto à adubação potassica, equivalente a maioria dos resultados da adubação nitrogenada não houve diferença entre os tratamentos, sendo estatisticamente todos iguais.

Palavras-chave: Adubação mineral. Adubação química. Massa aérea. Massa subterrânea.

ABSTRACT

The use of medicinal plants is of great importance for popular health. Knowledge of the response to fertilization of medicinal plants is an important parameter to be evaluated. The study of plant nutrition can provide the identification of beneficial factors and also know and identify the effects of plant nutrition. In this study, three experiments were carried out

(fertilization with nitrogen, phosphate and potassium) in the culture of Hydrocotyle umbellata L. in Dystrophic Red Latosol in the production of aerial fresh mass, underground fresh mass, leaf diameter, petiole length and number of petioles. The soil of a rural property in the city of Anápolis - Goiás (Brazil) was used. The experimental design was completely randomized, in a controlled environment. The experiment involved the following fertilization rates: nitrogen (0; 30; 45; 60 and 75 kg of N.ha-1); phosphate (0; 120; 150; 180 and 210 kg of P2O5.ha-1) and potassium (0; 25; 50; 75 and 100 kg of K2O.ha-1). In nitrogen fertilization, the dose of 60 kg of N.ha-1 was the best for petiole length; in the phosphate fertilization the dose of 150 kg of P2O5.ha-1 was the best dose for all the studied variables and as for the potassium fertilization, equivalent to the majority of the nitrogen fertilization results, there was no difference between the treatments, being statistically all the same.

Keywords: Mineral fertilization. Chemical fertilization. Air mass. Underground mass.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais no tratamento de diversas enfermidades é uma prática que surgiu nos primórdios da espécie humana, que teve suas técnicas e conhecimentos repassados de geração em geração. Para muitas pessoas essa ainda é a única fonte de medicamento, e tem sido cada vez mais recorrida, devido à busca por uma vida mais próxima ao natural com tratamentos menos invasivos.

O uso de plantas medicinais como alternativa para cura ou tratamento de doenças ainda é alvo de discussões no meio cientifco, o que contribuiu na geração de um volume consideravel de estudos e pesquisas sobre o assunto e afins. O conhecimento é considerado milenar, mas as informações estão sempre em transformação, e os estudos sobre elas vem para atender regulamentações, indústrias e os consumidores.

Desde os primórdios da humanidade, as plantas medicinais são utilizadas na cura de doenças, tratamento de feridas, entre outras finalidades, e na atualidade atua como uma alternativa na medicina. É uma prática passada de geração em geração, que permite o tratamento de diversas doenças, além de ser considerada uma alternativa eficiente e de baixo custo, visto que muitas podem ser encontradas com facilidade.

A medicina alternativa em regiões ou comunidades mais afastadas, as vezes é o único recurso terapêutico, mas a geração urbana moderna de acesso fácil as informações tem o tempo todo buscado por opções mais limpas e fugindo da escala industrial sintética.

A *Hydrocotyle* é um gênero que abrange várias espécies de plantas, dentre elas a *Hydrocotyle umbellata* L., objeto desse estudo, ela é conhecida popularmente como

acariçoba, e reconhecida como planta medicinal pelos seus potenciais no tratamento de doenças como hipertensão, anemia, debilidade do sistema imunológico, além de ser utilizada no auxílio para emagrecimento, combate do envelhecimento precoce e queda de cabelo. É uma planta rústica, e todas as suas partes podem ser utilizadas.

Dentre as práticas de manejo, a adubação é a responsável por adicionar ao solo nutrientes necessários para a vida das plantas, obtendo como produto uma melhor qualidade nutritiva da produção, tornando-se necessário a realização de avaliações, para que ocorra a mínima perturbação ao ambiente e qualidade do produto, resultando na melhora do custo-benefício da produção.

Nutrientes como o nitrogênio, fósforo e potássio são classificados como macronutrientes primários envolvidos na nutrição das plantas. Atuam diretamente na fotossíntese, em processos enzimáticos, na abertura e fechamento dos estômatos. Sendo que a escassez dos mesmos influencia na qualidade e produtividade das plantas

Assim, o presente trabalho teve por finalidade avaliar a adubação do solo Latossolo Vermelho Distrófico do município de Anápolis – Goiás. E, relacionando as técnicas de manejo do mesmo, com o objetivo de aumentar a qualidade e produtividade da cultura da acariçoba através das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. Existem poucos trabalhos relacionados ao cultivo da acariçoba, sendo importante incrementar os conhecimentos a cerca dessa produção desta importante espécie medicinal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As plantas medicinais são elementos que constituem parte da biodiversidade e são largamente utilizadas desde os primórdios da civilização por vários povos e de diversas maneiras. Atualmente, cerca de 80% da população utiliza recursos da medicina popular para tratamento de alguma doença, sendo que os conhecimentos das técnicas utilizadas e o emprego são transmitidos por gerações de forma oral (FIRMO et al., 2011).

As plantas medicinais representam uma importante ferramenta na promoção da saúde, desta forma, estudos relacionados com a medicina popular têm merecido cada vez mais atenção devido a gama de informações e esclarecimento que fornecem à ciência contemporânea (SOARES et al., 2009).

O homem aprendeu a tirar proveito dos recursos naturais em diferentes épocas e culturas, uma das formas mais antigas de cura e prevenção de doenças é a utilização de plantas com fins medicinais. A OMS (Organização Mundial da Saúde) define planta medicinal como sendo todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos (VEIGA et al.,2005; AGUIAR et al., 2012).

Objetivando validar informações populares referentes ao uso de plantas medicinais, cientistas e indústrias farmacêuticas vêm desenvolvendo pesquisas para descobrir os princípios ativos e aprimorar as atividades farmacológicas de substâncias já conhecidas (FIRMO et al., 2011).

O uso de plantas medicinais no Brasil é procedente de culturas indígenas, onde eram realizados rituais de cura com as mesmas, e no País existe uma vasta variedade dessas plantas. Na atualidade, as plantas medicinais podem ser encontradas com facilidade em feiras livres, mercadinhos populares e quintais de residências (MOURÃO, 2018).

Existe uma vasta variedade de plantas com intuito medicinal, que podem ser utilizadas em tratamento de doenças como hipertensão, cura de feridas e inflamações e até tratamentos como o da ansiedade, entre outros. Silva et al. (2017) asseguram que o uso incorreto de plantas medicinais e substancias fitoterápicas podem ser prejudiciais à saúde.

O gênero *Hydrocotyle* pertence à família Araliaceae que compreende 40 gêneros e cerca de 1500 espécies com ocorrência desde os Estados Unidos até a Argentina e Chile (HENWOOD, 2001; SILVA et al., 2010). A medicina popular faz grande uso das espécies do gênero *Hydrocotyle* no tratamento de ulceras de pele, dermatites, reumatismo, tuberculose e eczema (FLORENTINO et al., 2013). O gênero *Hydrocotyle* é representado por 16 espécies, sendo a maioria dos representantes aquáticos ou de lugares úmidos (FIANSCHI, 2005).

A planta é nativa nas Américas, ocorrendo dos Estados Unidos até a Argentina e Chile, sendo mencionada como infestante em arroz no Peru (KISSMANN, 1997; HENWOOD, 2001; SILVA et al., 2010). As mais estudadas entre elas (*Hydrocotyle* – H) são: *H. asterias*; *H. bonariensis*; *H. leucocephala*; *H. ranunculoides* e a *H. umbellata* L..

No Brasil, tem vasta distribuição, especialmente na região costeira, sendo uma planta infestante com facilidade de adaptação a climas variados, espalhando-se rapidamente por várias regiões do planeta, podendo ocorrer desde solos secos até na areia das restingas e praias da Costa Atlântica, onde é particularmente mais frequente (KISSMANN, 1997).

Suas raízes são diuréticas, usadas em obstrução hepática, como aperiente, amargas e tônicas e em altas doses são eméticas e as folhas só devem ser usadas externamente para tirar manchas da pele. A planta toda também é utilizada no combate às afecções do baço, fígado, intestino, diarreia, reumatismo e sífilis (LORENZI, 2000). A *Hydrocotyle umbellata* L é considerada uma planta daninha, que apresenta potencial medicinal na folha, no pecíolo e no rizoma (LORENZI, 2002; BRANDÃO et al., 2006; BRANDÃO et al., 2008).

A acariçoba é uma espécie rasteira, nativa da Argentina, Cuba, Índia e Brasil. Pertencente à família Araliaceae, a *Hydrocotyle umbellata* L., conhecida como acariçoba pode ser encontrada no Brasil na região Centro-Sul nos seguintes estados de São Paulo, Goiás, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Paraná (FLORENTINO et al., 2013). Cultivada amplamente nas Américas, que possui o potencial ansiolítico, muito utilizado no tratamento de doenças inflamatórias, é utilizada para banhos e, por via oral. Possui folhas crespas e grandes, geralmente nasce em lugares úmidos, sendo considerada uma planta de clima tropical (HAMDY et al., 2018).

A prática de adicionar esterco animal ou resíduos vegetais ao solo para restaurar a sua fertilidade se desenvolveu a partir do momento que o homem percebeu que o cultivo contínuo de alguns solos poderia levar a queda de produtividade, mas não se sabe como ou quando a fertilização começou.

A realização da adubação do solo depende das condições edafoclimáticas da região em questão (COSTA et al., 2017). Segundo Vieira (2017), a adubação do solo é realizada com o intuito de complementar os nutrientes que se encontram em falta no mesmo. Assim, é de suma importância o conhecimento das necessidades nutricionais das culturas, isso para que a adubação seja realizada de forma a suprir o déficit de macro e micronutrientes do solo e se obter uma produção final de qualidade (PEREIRA et al., 2015).

Sodré et al. (2013), avaliou a resposta à adubação orgânica e mineral na cultura da melissa (*Melissa officinalis*), para produção de biomassa, e o teor de óleo essencial, ambas adubações não influenciaram os resultados. A adubação pode demonstrar ação inversa, como exemplo o potássio aumentou o rendimento de óleo essencial por unidade cultivada, mas provocou redução de principio ativo na melissa (SODRÉ et al., 2013).

Rodrigues et al. (2014) avaliaram: número de flores, massa fresca e seca de folhas e de flores na cultura do jambu na interação de doses de nitrogênio e fósforo e separadamente. Na produção de matéria seca e fresca de flores e folhas a adubação teve grande influência. Na adubação nitrogenada houve aumento linear sobre as variáveis e na adubação fosfatada a dose de 75 kg ha^{-1} gerou maior produção de folhas e flores.

O estudo da adubação nitrogenada por Ferreira et al. (2016) para o manjericão, O*cimum basilicum* L., aumento do número de folhas, altura de planta, área foliar, diâmetro do caule, massa fresca e seca de folha, massa seca de raiz, massa seca e fresca de parte aérea, estão nas doses de 90 e 135 kg ha^{-1}.

Abreu et al. (2002) utilizaram níveis de nitrogênio e fósforo, em *Cissus sicyoides*, avaliaram o peso de matéria seca de folha, caule e raiz; características químicas e mucilagem da parte aérea. E observaram a interação do N e P na produção de matéria seca foliar, com ganhos de biomassa e produção de mucilagem nas maiores concentrações de N e P.

Amaral et al. (2008) compararam fertilizantes minerais e orgânicos aplicados a camomila (*Chamomilla recutita* L.), no desenvolvimento das plantas e capítulos florais, teor, rendimento e composição do óleo essencial. A dose de nitrogênio de 60 kg ha^{-1} gerou os melhores resultados. Níveis de N e fonte mineral e orgânica não alteraram o teor de óleo essencial, mas o rendimento foi superior nas maiores doses comparadas as menores.

Chan et al. (2020) observaram o efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade de chia (*Salvia hispanica* L.) sendo que as doses de 60 e 120 kg ha^{-1} de nitrogênio geraram maior altura da planta, altura da haste superior e diâmetro do caule, sem resposta significativa para comprimento de cacho e produtividade de grãos.

Serra et. al. (2013) analisaram o efeito do nitrogênio e épocas de coleta na eficiência nutricional do nitrogênio e produção de biomassa em *Calendula offcinalis* L. (Asteraceae). Houve incremento na produção de biomassa de calêndula em função das épocas de coleta e aumento das doses de N aplicadas no solo, assim a eficiência nutricional do N foi influenciada pelas épocas de avaliação e pelo teor de N presente no solo.

A erva-copaíba, *Otacanthus azureus,* avaliada a adubação nitrogenada no acúmulo de matéria seca e rendimento de óleo, observaram que não houve influencia nas variáveis, não ocorreu diferença significativa nos níveis de N (SERUDO et al., 2013).

Gassi et al. (2009) estudaram o efeito do fósforo (P) e de cama de frango (CF) no cultivo de bardana. A altura máxima foi próximo à maior dose de P e CF. A maiores produções de: massa fresca das folhas (na maior dose de P e CF); massa fresca de raízes (na maior dose de P e menor de CF) e massa seca de raiz (na dose de P e intermediária de CF).

Amarante et al. (2012) pesquisaram a elevação do pH do solo e o fósforo (P) na disponibilidade de nutrientes e no crescimento inicial do capim-limão. A aplicação de P elevou este nutriente no solo, independente do pH. A aplicação de P e a elevação do pH aumentou a massa seca aérea e radicular, número de folhas e altura de plantas, e a interação de pH e P foi significativa para o número de folhas.

Souza et al. (2006) avaliaram o efeito do pH do solo e a adubação fosfatada na erva-de-São-João. A adição de P e com a calagem aumentou a massa seca aérea. A altura das plantas só a calagem. O número de ramificações e de glândulas escuras e a concentração de hipericina aumentaram com P sem calagem, e com a calagem sem o P.

Amarante et al. (2007) pesquisaram a calagem e a adubação fosfatada no acúmulo de nutrientes e no crescimento inicial de plantas de erva-de-São-João. A calagem com o fósforo favoreceu o Ca, Mg, K, N e P na parte aérea e o crescimento da erva-de-São-João.

Costa et al. (2007) estudando a fava d'anta caracterizaram as limitações nutricionais na: produção, crescimento, nutrição e teores de flavonoides totais. Verificaram que ela é tolerante à acidez e sensível à deficiência de P e K. O teor de flavonoides Totais não variou.

Mapeli et al. (2005) utilizaram doses de nitrogênio e fósforo na cultura da camomila cv. Mandirituba e avaliaram a produção de biomassa e o teor de óleo essencial dos capítulos florais. O aumento de massa de capítulos florais frescos e secos foi favorecido pela mistura de N e P. O uso de P, associado ou não com N, aumentou a altura das plantas e a produção de biomassa de partes aéreas e de capítulos florais. A adubação com N e P não influenciou na produção de óleo essencial nem nos teores de N e P dos capítulos florais da camomila.

Serra et al. (2011) analisaram a produção de biomassa e absorção de N e P pela *Pfaffia glomerata* em função de doses de N e P. Os resultados evidenciaram efeito interativo do N e P, em todas as variáveis analisadas, exceto com relação ao teor de P na parte aérea e radicular. A produção de biomassa e absorção de N e P foi influenciada pelas doses de N e P.

Vieira et al. (2011) avaliaram a guavira (*Campomanesia adamantium*) sob doses de N e P e os maiores níveis de P e N utilizadas resultaram em: plantas maiores, maior número de folhas e de ramos, maior massa seca de folhas, maior área foliar, maior massa seca de raiz.

Castro et al. (2016) avaliaram a produção de rabanete em função da adubação potássica e nitrogenada e observaram que a aplicação de potássio, independentemente do fornecimento de nitrogênio, apresenta efeito no desempenho da cultura do rabanete.

3. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Central – CET, localizada no município de Anápolis-GO, de coordenadas geográficas de Latitude 16° 22’ 57’’ Sul e Longitude 48° 56’ 47’’ Oeste (CIDADE-BRASIL, 2021). A região apresenta clima tropical e de acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Aw. Com altitude de aproximadamente 1100 metros (CARNEIRO, 2012), temperatura média de 22,4 ºC e pluviosidade média anual de 1586 mm (CLIMATE-DATA, 2021). O solo predominante da região é o Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

O experimento foi realizado em ambiente protegido (viveiro). O plantio foi realizado em 27 de agosto de 2019, sendo escolhido o solo de uma propriedade rural (-

16° 15’ 24” Lat., -49° 01’ 56” Long.) com 1100 m de altitude, no município de Anápolis – Goiás. Para o cultivo foi utilizada terra coletada na camada superficial (0 – 20 cm). A análise de solo foi realizada no Solocria – Laboratório Agropecuário Ltda. para a identificação das propriedades químicas do solo utilizado. O solo utilizado no experimento foi Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi realizado em vasos plásticos de 45 cm x 15 cm x 15 cm, as parcelas, e cada vaso foi uma parcela. Cada experimento contou com cinco tratamentos e cada tratamento teve quatro repetições, perfazendo um total de 20 parcelas por experimento. Para o experimento da adubação nitrogenada os níveis de nitrogênio foram: 0; 30, 45, 60 e 75 $kg.ha^{-1}$; Os níveis do experimento da adubação fosfatada foram: 0, 120, 150, 180 e 210 $kg.ha^{-1}$ e no experimento de adubação potássica foram: 0, 25, 50, 75 e 100 $kg.ha^{-1}$.

Foram realizados tratos culturais de acordo com a necessidade da cultura. O manejo foi realizado manualmente, com controle de ervas daninhas através do arranquio. A rega foi feita manualmente durante o ciclo da planta, todos os dias antes das 9 horas e após as 16 horas, com ressalva para os dias com grande volume de chuva onde era observada a sua necessidade, visando manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, por ser o mais adequado para as condições de realização deste experimento (ambiente controlado) (BANZATO & KRONKA, 1989). Os resultados das variáveis agronômicas [Massa radicular ($g.vaso^{-1}$), Massa foliar ($g.vaso^{-1}$), Diâmetro (cm), Comprimento (cm) e Quantidade (un)]. Foram submetidos à análise de variância, sendo as doses comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A colheita do experimento da adubação nitrogenada foi realizada aos 97 dias após o plantio, sendo determinados: matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm), comprimento do pecíolo (cm) e quantidade dos pecíolos (un), resultados apresentados na tabela 1. O teste Tukey a 5% foi realizado

apenas na comparação das medias do comprimento de pecíolos (un), única variável com medias significativa.

Observou-se neste estudo tabela 1 que as doses de nitrogênio (N) para as variáveis: matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm) e quantidade de pecíolo (cm) são numericamente diferentes, porém estatisticamente iguais. Já para a variável e comprimento dos pecíolos (cm), as médias seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes, e as seguidas da mesma letra não diferem entre si.

Estudos como o de Rodrigues et al. (2014) realizado com a cultura do jambu; A avaliação do Manjericão realizado por Ferreira et al. (2016); trabalho com a Insulina Vegetal realizada por Abreu et al. (2002); Amaral et al. (2008) com a cultura da Camomila; Serra et al. (2013) com a cultura da Calêndula, Mapeli et al. (2005) com a Camomila; Serra et al. (2011) com o Ginseng brasileiro e Vieira et al. (2011) com a guavira os quais avaliaram nas plantas medicinais o uso do elemento nitrogênio obtiveram como resultado benéfico como aumento de massa, tamanho nas variáveis avaliadas, conforme o aumento da dose de N.

Tabela 1. Teste F realizado para as doses de nitrogênio (N) na determinação da matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm), comprimento do pecíolo (cm) e quantidade dos pecíolos (un).

Tratamentos	Matéria fresca subterrânea (g)	Matéria fresca aérea (g)	Diâmetro da folha (cm)	Quantidade de pecíolos (un)	Comprimento de pecíolos (cm)
0	83,07^{ns}	28,97^{ns}	6,0^{ns}	45^{ns}	11,1 d
30	116,60^{ns}	50,63^{ns}	8,0^{ns}	65^{ns}	11,5 d
45	108,04^{ns}	54,90^{ns}	7,3^{ns}	57^{ns}	13,3 c
60	80,54^{ns}	44,87^{ns}	7,5^{ns}	53^{ns}	16,1 a
75	121,06^{ns}	68,04^{ns}	7,8^{ns}	74^{ns}	14,1 b

Tratamentos: 0; 30, 45, 60 e 75 kg.ha^{-1}.
(^{ns}) não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.
(a, b, c, d) diferenças de médias pelo teste t.
Elaborado pelos autores (2022).

Na cultura da Chia, Chan et al. (2020) observaram a influencia do elemento nitrogênio em maior desenvolvimento da altura da planta, altura da haste superior e diâmetro do caule. Sendo que não obtiveram resposta significativa para o comprimento

de cacho e produtividade de grãos. Serudo et al. (2013) não observaram diferenças significativas para nenhuma variável produtiva em função das doses de nitrogênio na cultura da erva copaíba.

O experimento da adubação fosfatada foi colhido aos 90 dias após o plantio, sendo que neste estudo as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa, ou seja, médias estatisticamente e numericamente diferentes em todas as médias em função das doses de P_2O_5, observado na tabela 2, sendo que para todas as variáveis o tratamento de 150 $kg.ha^{-1}$ P_2O_5 foi o melhor.

O resultado foi semelhante ao de outros trabalhos com plantas medicinais como observado por Vieira et al. (2011), a qual observou que as maiores dosagens de fósforo, utilizadas no cultivo de guavira, resultaram em plantas maiores, com o maior número de folhas, maior massa seca foliar e radicular, maior área foliar e maior número de ramos.

Mapeli et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes na avaliação da altura, a produção de biomassa e o teor de óleo essencial dos capítulos florais da camomila cv. Mandirituba, a qual apresentou altura máxima e as maiores massas de capítulos florais frescos e secos com as misturas dos adubos com doses de fósforo e nitrogênio.

Tabela 2. Teste F realizado para as doses de fósforo (P_2O_5) na determinação da matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm), comprimento do pecíolo (cm) e quantidade dos pecíolos (un).

Tratamentos	Matéria fresca subterrânea (g)	Matéria fresca aérea (g)	Diâmetro da folha (cm)	Quantidade de pecíolos (un)	Comprimento de pecíolos (cm)
0	32,99e	10,70e	3,88d	29e	6,13d
120	87,15b	54,58b	6,88c	71b	10,88bc
150	93,30a	62,48a	7,88a	81a	11,63ab
180	80,16c	50,85c	6,88c	68c	9,88c
210	60,05d	40,56d	7,13b	54d	12,63a

Tratamentos: 0;120, 150, 180 e 210 $kg.ha^{-1}$.
(a, b, c, d, e) diferenças de médias pelo teste t.
Elaborado pelos autores (2022).

Assim como os de Souza et al. (2006) avaliaram os efeitos do pH do solo e da adubação fosfatada sobre o crescimento inicial e a produção de hipericina em erva-de-

São-João, e como resultado observaram que o número de ramificações e de glândulas escuras e a concentração de hipericina aumentaram com a aplicação de fósforo.

Amarante et al. (2007) avaliando também erva-de-São-João observaram um aumento na concentração do fósforo na parte aérea da planta com o aumento da concentração do fornecimento do elemento fósforo.

Outros autores como Gassi et al. (2009) com a cultura da bardana, Serra et al. (2011) com o Ginseng brasileiro, Amarante et al. (2012) estudando o capim limão, Abreu et al. (2002) trabalhando com a insulina vegetal todos observaram o aumento de massa da parte aérea das culturas com o aumento da dosagem do fósforo no solo.

Costa et al. (2007) com a cultura da Fava d'anta mostrou-se sensível a deficiência do elemento no solo. Diferindo das outras plantas medicinais descritas anteriormente temos o Jambu que aumentando a quantidade do elemento proporcionou uma diminuição na massa da parte aérea, este trabalho foi conduzido por RODRIGUES et al. (2014).

A avaliação do experimento da adubação potássica foi realizada com a colheita da cultura da acariçoba aos 93 dias após o plantio. Foram avaliados: a matéria fresca subterrânea (g), a matéria fresca aérea (g), o diâmetro da folha (cm), o comprimento do pecíolo (cm) e a quantidade dos pecíolos (un), resultados apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Teste F realizado para as doses de fósforo (P_2O_5) na determinação da matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm), comprimento do pecíolo (cm) e quantidade dos pecíolos (un).

Tratamentos	Matéria fresca subterrânea (g)	Matéria fresca aérea (g)	Diâmetro da folha (cm)	Quantidade de pecíolos (un)	Comprimento de pecíolos (cm)
0	123,46 ns	60,09 ns	8,00 ns	66,25 ns	10,25 ns
25	132,95 ns	64,28 ns	7,40 ns	64,50 ns	11,90 ns
50	113,11 ns	55,87 ns	8,00 ns	61,80 ns	12,80 ns
75	111,72 ns	54,29 ns	8,63 ns	55,00 ns	12,88 ns
100	119,70 ns	61,33 ns	7,63 ns	65,00 ns	13,00 ns

Tratamentos: 0; 25, 50, 75 e 100 $kg.ha^{-1}$.
(^{ns}) não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.
Elaborado pelos autores (2022).

Neste trabalho nenhuma das variáveis foram estatisticamente diferentes entre si. Para todas as comparações de média os resultados foram não significativas, ou seja, as doses utilizadas apresentaram valores médios equivalentes para todos os tratamentos.

Segundo Castro et al. (2016) o aumento nos teores de potássio em experimento conduzido com a cultura do rabanete corresponderam ao aumento de produção da cultura. Segundo Sodré et al. (2013) com a cultura da Melissa o aumento nas doses de potássio elevaram o aumento de óleo essencial, mas a diminuição do principio ativo. Todos os dois autores apresentaram resultados diferentes do observado neste trabalho. Corrobora aos resultados observados neste o trabalho de Costa et al. (2007) que obteve na cultura da fava d'anta não houve diferença estatística para a produção de flavonóides.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo foi possível avaliar o efeito das adubações: nitrogenada, fosfatada e potássica, em Latossolo Vermelho Distrófico sobre para as variáveis avaliadas (matéria fresca subterrânea, a matéria fresca aérea, o diâmetro da folha, o comprimento do pecíolo e a quantidade dos pecíolos), na cultura da Acariçoba.

Quanto a adubação nitrogenada as variáveis estudadas somente o comprimento do pecíolo houve diferença estatística, sendo o resultado:

- ✓ O comprimento do pecíolo de 16, 1 cm foi para a dose de 60 $kg.ha^{-1}$.

A avaliação quanto às doses de fósforo, as diferenças foram significativas sendo elas:

- ✓ A dose de 150 $kg.ha^{-1}$ propiciou os melhores valores médios de matéria fresca aérea e subterrânea (62,48 $g.vaso^{-1}$ e 93,30 $g.vaso^{-1}$), diâmetro de pecíolo (7,88 cm), comprimento de pecíolo (11,63 cm) e quantidade de pecíolos (81 un).

Para a adubação potássica não houve diferença significativa para as variáveis analisadas, os maiores valores foram observados em todas as doses.

Esses resultados são de Latossolo Distrófico ressalta-se a necessidade da avaliação dessas adubações em Latossolo Eutrófico, podendo recomendar a adubação para Acariçoba.

REFERÊNCIAS

ABREU, I. N.; PINTO, J. E. B. P.; FURTINI NETO, A. E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; LADEIRA, A.; GEROMEL, C. Nitrogênio e fósforo na produção vegetal e na indução de mucilagem em plantas de insulina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 536-540, dezembro 2002.

AGUIAR, L.C.G.G.; BARROS, R.F.M. Plantas medicinais cultivadas em quintais de comunidades rurais no domínio do cerrado piauiense (Município de Demerval Lobão, Piauí, Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.14, n.3, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722012000300001&script=sci_arttext> Acesso em: 23 de janeiro de 2021.

AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N.; KOELER, H.S.; SHEER, A.P.; YAMAMOTO, C.; CÔCCO, C.L. Desenvolvimento, rendimento e composição de óleo essencial de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] sob adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.10, n.4, p.1-6, 2008.

AMARANTE, C. V. T.; ERNANI, P. R.; SOUZA, A. G. Influência da calagem e da adubação fosfatada no acúmulo de nutrientes e crescimento da erva-de-São-João. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.533-537, 2007.

AMARANTE, C.V.T.; ERNANI, P.R.; SOUZA, A.G.; STEFFENS, C.A. Calagem e adubação fosfatada favorecem o crescimento do capim-limão, *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** Botucatu, v.14, n.1, p.92-96, 2012.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.

BRANDÃO M.G.L.; ZANETTI N.N.S.; OLIVEIRA G.R.R.; GOULART L.O.; MONTE-MOR R.L.M. 2008. Other medicinal plants and botanical products from the fi rst edition of the Brazilian Official Pharmacopoeia. *Revista Brasileira Farmacognosia 18*: 127-134.

BRANDÃO M.G.L; COSENZA, G.P.; MOREIRA R.A.; MONTE-MOR R.L.M. 2006. Medicinal plants and other botanical products from the Brazilian Official Pharmacopoeia. *Revista Brasileira Farmacognosia 16*: 408-420.

CARNEIRO, V.A. Um relato de experiência de trabalho de campo na “trilha do tatu” em domínio territorial da UEG – UnUCET, Anápolis (GO), 2012.

CASTRO, B.F.; SANTOS, L.G.; BRITO, C.F.B.; FONSECA, V.A.; BEBÉ, F.V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.39, n.3, 2016.

CHAN, G.A.H.; FIDELIS, R.R.; TAVARES, T.C.O.; LOPES, M.B.S; MARQUES, K.R.; RAUBER, W.A. Adubação nitrogenada em plantas medicinais de *Salvia hispanica* L. (chia) em Gurupi, Tocantins, Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales,** Cuba, v.25, n.1, 2020. Disponível em:<http://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/703> Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

CIDADE-BRASIL Anápolis: Município, 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-anapolis.html> Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.

CLIMA Anápolis: Climopgrama, Anápolis, 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/goias/anapolis3192/#:~:text=An%C3%A1polis%20Clima%20(Brasil)&text=No%20inverno%20existe%20muito%20menos,m%C3%A9dia%20anual%20de%201586%20mm.>Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.

COSTA, C. A; ALVES, D. S; FERNANDES, L. A; MARTINS, E. R.; SOUZA, I. G. B.; SAMPAIO, R. A.; LOPES, P. S. N. Nutrição mineral da fava d’anta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, p.24-28, 2007.

COSTA, L. N.; MORAIS, P. L. D.S.; LEITE, G. A.; ALMEIDA, M. L. B.; MIRANDA, M. R. A.; FERNANDES, P. L. O. **Influência da adubação potássica na qualidade e no potencial antioxidante do sapoti em diferentes estádios de desenvolvimento. Revista Ceres, Viçosa, v.64, n.4, 2017.**

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 360p.

FERREIRA, S.D.; BULEGON, L.G.; YASSUE, R.M.; ECHER, M.M. Efeito da adubação nitrogenada e da sazonalidade na produtividade de *Ocimum basilicum* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.18, n.1, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151605722016000100067&script=sci_arttext> Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.

FIASCHI, P.; PIRANI, J.R**.; Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 2005, 23, 267.

FIRMO, W.C.A.; MENEZES, V.J.M.; PASSOS, C.E.C.; DIAS, C.N.; ALVES, L.P.L.; LOPES DIAS, I.C.; SANTOS NETO, M.; OLEA, R.S.G. Contexto histórico, uso popular e concepção cientifica sobre plantas medicinais. **Artigo**, São Luís, v.18, n. especial, p.94, 2011.

FLORENTINO, I.F.; NASCIMENTO, M.M.; GALDINO, P.M.; BRITO, A.F.; ROCHA, F.F.; TONUSSI, C.R.; LIMA, T.C.M.; PAULA, J.R.; COSTA, E.A. Avaliação das atividades analgésica e anti-inflamatória de *Hydrocotyle umbellata* L., Araliaceae (acariçoba) em camundongos. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.85, n.3, p. 987-997, 2013.

GASSI, R. P.; ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. DO C.; SCALON, S. DE P. Q.; MATTOS, J. K. DE A. Doses de fósforo e de cama-de-frango na produção de bardana. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 33, n. 3, p. 692-697, maio/jun.; 2009.

HAMDY, X.A.; HEFNAWY, H.M.E.; AZZAM, S.M.; ABOUTABL, E.A. Botanical and genetic characterization of *hydrocotyle umbellat*a L. cultivated. **Bulletin of faculty of pharmacy**, cairo university, v.56, p.46-53, 2018.

HENWOOD, M. J.; HART, J. M.; EDINB. **Journal Botanic** 2001, 58, 269. 5.

KISSMANN, K. G.; **Plantas infestantes e nocivas**, 2nd ed., Tomo III., BASF: São Paulo, 1997.

LORENZI H. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H.; **Plantas daninhas do Brasil: terrestres e aquáticas, parasitas e tóxicas**, 3a ed., Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2000.

MAPELI, N. C.; VIEIRA, M. C.; HEREDIA Z. N. A.; SIQUEIRA, J. M. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.32-37, jan-mar 2005.

MOURÃO, P.J.P. **Análise da atividade antiviral de extratos de plantas medicinais ocorrentes em Rio Branco.** Dissertação (Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia), Universidade Federal Do Acre, 2018.

PEREIRA, I. S.; NAVA, G.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Exigência nutricional e adubação da amoreira-preta. **Revista de Ciências Agrárias**, v.58, n.1, p.96-104, 2015.

RODRIGUES, D. S.; CAMARGO, M. S.; NOMURA, E. B.; GARCIA, V. A.; CORREA, J. N.; VIDAL, T. C. M. Influência da adubação com nitrogênio e fósforo na produção de Jambu, *Acmella oleracea* (L) R. K. Jansen. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.16, n.1, p.71-76, 2014.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VIEIRA, M. C.; SILVA, M. A. G.; ROSA JUNIOR, E. J.; NASCIMENTO, J. M.; GUEDES, E. M. S. Produção de biomassa e absorção de N e P pela *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em função de doses de N e P em condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** Botucatu, v.13, n.3, p.265-270, 2011.

SERRA, A.P.; MARCHETTI, M.E.; VIEIRA, M.C.; ROBAINA, A.D.; VERONESI, C.O.; NASCIMENTO, J.M.; MATOS, F.; CONRAD, V.A.; MORAIS, H.S.; GUIMARÃES, F.C. N. Eficiência nutricional do Nitrogênio e produção de biomassa em *Calendula offcinalis* L. (Asteraceae) em condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.15, n.1, p.78-85, 2013.

SERUDO, R.N.; ASSIS, I.M.; KLEHM, C.S.; SILVA, J.F.; FLORÊNCIO, V. Acúmulo de matéria seca e rendimento de óleo da planta *Otacanthus azureus* em função da luminosidade e adubação nitrogenada. **Scientia Plena,** Manaus, v.9, n.11, p.3-4, 2013.

SILVA, C. B., CÂNDIDO, A. C. S., SIMIONATTO, E., FACCENDA, O., SCALON, S. D. P. Q., PERES, M. T. L. P. **Atividade alelopática, antioxidante e teor de fenóis totais de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Araliaceae).** Technology Acta Scientiarum, v.32, 413-420, 2010.

SILVA, N.C.S.; VITOR, A.M.; BESSA, D.H.S.; BARROS, R.M.S. A utilização de plantas medicinais e fitoterápicos em prol da saúde. **Única Cadernos Acadêmicos**, v.3, n.3, 2017.

SOARES, M. A. A.; BRAGA, J. R. P.; MOURÃO, A. E. B.; PARENTE, K. M. S.; FILHO, E. G. P. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela população do Município de Gurinhém – Paraíba. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, Acaraú, p.36-47, 2009.

SODRÉ, A.C.B.; HABER, L.L.; LUZ, J.M.Q.; MARQUES, M.O.M.; RODRIGUES, C.R. Adubação orgânica e mineral em melissa. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.31, n.1, 2013.

SOUZA, A. G.; AMARANTE, C. V. T.; DESCHAMPS, F. C.; ERNANI, P. R. Calagem e adubação fosfatada promovem crescimento inicial e produção de hipericina em erva-de-São-João. **Horticultura Brasileira,** Brasília, v.24, p. 421-425, 2006.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C.; MACIEL, M.A.M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.3, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422005000300026> Acesso em: 23 de janeiro de 2021.

VIEIRA, C. P. **Resposta agronômica do milho à adubação nitrogenada e potássica em sistema de plantio direto.** Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia), Universidade Federal Da Paraíba, Areia, 2017.

VIEIRA, M. C.; PEREZ, V. B.; HEREDIA, ZÁRATE N. A.; SANTOS, M. C.; PELLOSO, I. A. O.; PESSOA, S. M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais,** Botucatu, v.13, especial, p.542-549, 2011.

EFEITO DA ÉPOCA DE COLHEITA NA CULTURA DA ACARIÇOBA – ANÁLISE AGRONÔMICA

EFFECT OF HARVEST TIME ON ACARIÇOBA CULTURE – AGRONOMIC ANALYSIS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-12

André Luiz Ribas de Oliveira [1]
João Carlos Mohn Nogueira [2]
Letícia Silva de Oliveira [3]
Vandervilson Alves Carneiro [4]

1 Docente do Ensino Superior – DES V – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7131-6518. E-mail: andre_luiz_ueg@yahoo.com.br.
2 Docente do Ensino Superior – DES III – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5597-7386. E-mail: jcmnogueira1@hotmail.com.
3 Discente do Curso Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8430-2879 . E-mail: leeeti.oliveira@gmail.com.
4 Docente do Ensino Superior – DES IV – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7286-0806. E-mail: profvandervilson@yahoo.com.br.

RESUMO

A Acariçoba é uma planta nativa do continente Americano sendo encontrada em todo o território brasileiro. É utilizada popularmente para: tratamento de úlceras na pele, erisipela, na indústria de cosméticos, anticatártico, antirreumático, desobstruente do fígado e do intestino, diurético, em processos inflamatórios, de potencial ansiolítico, estimulante da memória. Sendo um vegetal de consumo fresco, a busca por definir o período de colheita é de suma importância para alcançar o período de produtividade mais responsiva. Assim fez-se necessário a avaliação do efeito de datas de colheita da acariçoba na produção de massa fresca. O experimento foi em Delineamento Inteiramente casualizado; conforme as condições da realização deste trabalho. Foram cinco os tratamentos: a) Retirada das folhas aos 90 dias; b) Retirada das folhas e raízes aos 90 dias; c) Retirada das folhas aos 135 dias; d) Retirada das folhas e raízes aos 135 dias; e) Retirada das folhas e raízes aos 180 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, e os resultados comparados pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância de probabilidade. O tratamento mais eficiente na produção de massa fresca aérea foi à colheita aos 135 dias, enquanto a massa fresca subterrânea foi à colheita aos 180 dias.

Palavras-chave: Ansiolítico. Fitoterapia. Massa fresca aérea. Massa fresca subterrânea.

ABSTRACT

Acariçoba is a plant native to the American continent and is found throughout the Brazilian territory. It is popularly used for: treatment of skin ulcers, erysipelas, in the cosmetics industry, anti-catartic, anti-rheumatic, liver and intestine cleanser, diuretic, in inflammatory processes, with anxiolytic potential, memory stimulant. Being a vegetable for fresh consumption, the search for defining the harvest period is of paramount importance to achieve the most responsive productivity period. Thus, it was necessary to evaluate the effect of acariçoba harvest dates on fresh mass production. The experiment was in a completely randomized design; according to the conditions for carrying out this work. There were five treatments: a) Removal of leaves at 90 days; b) Removal of leaves and roots at 90 days; c) Removal of leaves at 135 days; d) Removal of leaves and roots at 135 days; e) Removal of leaves and roots at 180 days. The data were submitted to analysis of variance, and the results were compared by the Tukey test, at the 5% level of probability significance. The most efficient treatment in the production of aerial fresh mass was at harvest at 135 days, while the underground fresh mass was at harvest at 180 days.

Keywords: Anxiolytic. Phytotherapy. Aerial fresh pasta. Underground fresh pasta.

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais podem ser utilizadas no tratamento de diversas enfermidades, sendo uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. Sendo considerado um método terapêutico natural. Muitas pessoas e locais globalmente possuem essas práticas como única a fonte de medicamento. Nos dias de hoje, muitas pessoas também fazem uso desses medicamentos, em busca de tratamentos menos invasivos, mais próximos do natural.

A *Hydrocotyle umbellata* L., a acariçoba, é uma espécie pertencente ao gênero *Hydrocotyle.* É uma planta rústica, e estudos mostram que todas as partes da acariçoba são empregadas na medicina caseira. A planta pode ser eficaz no tratamento de diversas doenças como úlceras na pele, eczema, dermatite, psoríase, erisipela, reumatismo, anemia, hipertensão, debilidade do sistema imunológico, além de também poder ser utilizada como anticatártico, anti-hidrópico, antirreumático, antissifilítico, ansiolítico, aperiente, desobstruente do fígado e do intestino, diurético, emético e tônico.

Para um bom desenvolvimento de qualquer cultura, é importante que se faça a adubação do solo, pois ela é responsável para que o solo fique apropriado ao plantio, possuindo a partir dela a quantidade correta de cada nutriente necessário para a planta. Com a adubação correta se obtém maior qualidade na cultura, assim como melhor produção. É importante também ter um conhecimento do melhor período de colheita da cultura.

A avaliação fitotécnica da cultura (*Hydrocotyle umbellata* L.) é importante do ponto de vista agronômico, por ser uma planta medicinal. Considerando que seja feita uma adubação correta e necessária para a cultura busca-se a realização do ciclo completo de exigências desta planta medicinal, neste caso, estudando a época mais adequada da colheita para se obter a melhor produção de massa fresca da cultura da acariçoba. Poucos trabalhos sobre o assunto estão disponíveis, o que torna esse estudo uma importante ferramenta a ser acrescentada aos conhecimentos sobre essa espécie de planta medicinal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso de plantas no tratamento e na cura de enfermidades é tão antigo quanto à espécie humana. Ainda hoje, nas regiões mais pobres do país e até mesmo nas grandes cidades brasileiras, plantas medicinais são comercializadas em feiras livres, mercados populares e encontradas em quintais residenciais (MACIEL et al., 2002).

As primeiras citações que vieram a corroborar sobre o estudo das plantas medicinais, datam da época da XVIII dinastia, no papiro de Ebers. Nele cerca de 100 doenças e um grande número de substâncias curativas, de origem animal ou vegetal, são enumeradas (PINTO et al., 2002).

Os orientais são mencionados como os iniciadores no processo de cultivo e coleção de plantas de interesse à medicina, os autores originais Sheu-Ning, 3000 a.C. e Cho-Chin-Kei, 2000 a.C. (FREIRE, 2004). Partindo dessa teoria, o acúmulo de conhecimentos empíricos sobre a ação dos vegetais vem sendo transmitido desde as antigas civilizações até os dias atuais, e a utilização de plantas medicinais tornou-se uma prática generalizada na medicina popular (SOARES et al., 2009).

A utilização de vegetais no tratamento de doenças e na recuperação da saúde é um método terapêutico natural que está presente de forma marcante na cultura popular (RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

As plantas medicinais representam uma importante ferramenta na promoção da saúde, desta forma, estudos relacionados com a medicina popular têm merecido cada vez mais atenção devido a gama de informações e esclarecimento que fornecem à ciência contemporânea (SOARES et al., 2009).

O gênero *Hydrocotyle* pertence à família Araliaceae que compreende 40 gêneros e cerca de 1500 espécies com ocorrência desde os Estados Unidos até a Argentina e Chile (HENWOOD, 2001; SILVA et al., 2010). A medicina popular faz grande uso das espécies do gênero *Hydrocotyle* no tratamento de ulceras de pele, dermatites, reumatismo, tuberculose e eczema (FLORENTINO et al., 2013).

O gênero *Hydrocotyle* é representado por 16 espécies, sendo a maioria dos representantes aquáticas ou de lugares úmidos (FIASCHI; PIRANI, 2005). As espécies do gênero *Hydrocotyle* L. possuem como características principais habitat aquático ou semiaquático, incluindo ervas de caule prostrado ou subterrâneo com nós radicantes,

folhas frequentemente simples e estipuladas e umbelas simples com pequenas flores bissexuais (STEVENS et al., 2001; JUDD et al., 2009).

Apesar de existirem diversas espécies de *Hydrocotyle* L., os estudos científicos têm se concentrado em *H. umbellata* L. (a espécie de nosso estudo), *H. bonariensis* Lam., *H. leucocephala* Cham. & Schltdl*, H. ranunculoides* L*. f. e H. verticillata* Thunb.

A *Hydrocotyle umbellata* L., a acariçoba é uma planta nativa do continente Americano e encontrada em todo o território brasileiro (FIASCHI, 2015). É utilizada popularmente para o tratamento de úlceras na pele, eczema, dermatite, psoríase, erisipela, reumatismo e outros processos inflamatórios (LORENZI; MATOS, 2002).

Hydrocotyle umbellata L., pertence à família Apiaceae. De acordo com a medicina ayurvédica (Indiana), é rejuvenescedora, revitalizante do sistema nervoso e cérebro e efeito estimulante da memória, indicada no tratamento de pacientes hipertensos por seu efeito ansiolítico e diurético e sua ação tônica, é também indicado nos casos de anemia, emagrecimento, debilidade do sistema imunológico e sintomas de desgaste psicofísico, como envelhecimento precoce e queda de cabelos (REIS et al., 1992; FLORENTINO et al., 2013).

Martins, et. al. (2008) discorrem que todas as partes da acariçoba são empregadas na medicina caseira. O suco das folhas e do pecíolo é usado na remoção de sardas e manchas na pele. O suco do rizoma é de uso interno e é considerado: anticatártico, anti-hidrópico, anti-reumático, anti-sifilítico, aperiente, desobstruente do fígado e do intestino, diurético, emético e tônico.

O conhecimento do comportamento da colheita sobre produção de plantas medicinais é muito importante, sendo assim há trabalhos que avaliaram o efeito de épocas ou datas diferentes da colheita de plantas medicinais para a produção agronômica como os que são descritos a seguir.

Corrêa et al., (2008) avaliaram a sazonalidade da produção de biomassa e o teor de β-ecdisona em raízes de *P. glomerata*. Foram quatro colheitas (oito, dez, doze e quatorze meses após o plantio). O maior teor de massa seca das raízes, de relação MF/MS foi na terceira colheita. O teor de β-ecdisona foi similar nas três primeiras colheitas, e redução drástica na última colheita. Assim sugere-se como melhor doze meses após o transplante.

Figueiredo et al, (2009) avaliaram a massa fresca, massa seca e rendimento de óleo essencial de *Lippia sidoides* em cinco datas diferentes de colheita da cultura (120, 180, 240, 300 e 360 dias após o transplantio), tendo como resultados o teor máximo de óleo essencial aos 180 dias, e a produção máxima de matéria seca aos 329 dias. Os mesmos definiram como melhor data para colheita aos 180 dias.

Ducca et al., (2015) avaliaram cinco épocas (30, 45, 60, 75 e 90 dias) após o florescimento do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) foram determinados o conteúdo de água, a massa de matéria seca, lipídios totais, emergência em areia e o índice de velocidade de emergência. O melhor resultado foi de 75 dias após o florescimento.

Alkimim et al., (2016) avaliaram o efeito de seis épocas de colheita (15, 22, 29, 36, 43 e 50 dias após floração) na qualidade fisiológica de sementes de *Coriandrum sativum* L., cv. Palmeira, foram avaliadas o teor de água, germinação e vigor das sementes. A época que as sementes apresentaram a mais alta qualidade fisiológica e teor de umidade entre 20 e 16% foi aos 46 e 50 dias após a floração.

Vieira et al. (2015) objetivaram avaliaram a produção de massa e o teor de flavonoides de plantas de marcela tendo como cultivadas quatro doses de fósforo, com e sem cama de frango e colhidas em duas épocas (195 e 223 dias após o transplantio). Observaram que a produção máxima de massa fresca da parte aérea, massa seca de inflorescências e o maior teor de flavonoides das inflorescências foram maiores na colheita aos 223 dias após o transplantio e a massa fresca de inflorescências foi independente da época de colheita.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado com solo retirado de uma propriedade rural (16° 15’ 24” Lat., -49° 01’ 56” Long.) com 1100 m de altitude do município de Anápolis – Goiás. O experimento teve início em 07 de agosto de 2020 com a coleta da amostra e do solo dessa propriedade rural. O solo utilizado apresentou a característica adequada ao estudo de correção da saturação, sendo um Latossolo Amarelo Eutrófico.

Para o cultivo foi utilizada terra coletada na camada superficial (0-20 cm). A análise de solo foi realizada no Laboratório Solocria, para a identificação das propriedades químicas do solo utilizado. O solo utilizado no experimento foi Latossolo

Amarelo Eutrófico com os seguintes resultados obtidos na análise físico-química: pH = 5,2; Ca = 2,8 cmolc/dm³; Mg = 1,3 cmolc/dm³; Al = 0,00 cmolc/dm³; H+Al = 3,1 cmolc/dm³; CTC = 7,49 cmolc/dm³; P = 5,0 mg/dm³; K = 0,29 cmolc/dm³; MO = 46,0 g/dm³, e a seguinte composição textural: argila = 530 $g.kg^{-1}$; silte = 110 $g.kg^{-1}$; areia = 360 $g.kg^{-1}$.

O experimento foi montado e conduzido na cidade de Anápolis-GO. No dia 07 de setembro foi realizado o plantio das mudas em 20 jardineiras plásticas, com medidas de 45 cm X 15 cm X 15 cm. Na adubação utilizou-se a mesma adubação em todas as parcelas, sendo: nitrogênio (50 $kg.ha^{-1}$); de fósforo (150 $kg.ha^{-1}$) e potássio (50 $kg.ha^{-1}$).

As 20 parcelas contaram com um total de 05 tratamentos e cada tratamento com quatro repetições. A colheita foi inicia aos 90 dias após plantio e encerrou aos 180 dias, conforme o tratamento. Os tratamentos foram: I) (Retirada das folhas aos 90 dias; II) Retirada das folhas e raízes aos 90 dias; III) Retirada das folhas aos 135 dias; IV) Retirada das folhas e raízes aos 135 dias e V) Retirada das folhas e raízes aos 180 dias;

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, por ser o mais adequado para as condições de realização deste experimento (ambiente controlado) (BANZATO; KRONKA, 1989). Contou com os tratamentos dispostos em sorteio, tendo cinco tratamentos e quatro repetições (total de 20 parcelas). Os dados foram submetidos a análise de variância, a comparação de média pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Foram avaliadas as seguintes características agronômicas: Massa fresca subterrânea ($g.vaso^{-1}$), Massa fresca aérea ($g.vaso^{-1}$), Diâmetro da folha (cm), Comprimento do pecíolo (cm) e Quantidade de pecíolos ($un.vaso^{-1}$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A colheita inicializou aos 90 dias e finalizou aos 180 dias após o plantio, seguindo os tratamentos. Sendo que a cada período de colheita foi realizada as avaliações das características agronômicas estudadas. Após os 180 dias todos os dados foram tabulados conforme descritos na tabela 1. Foi realizado o teste de F na comparação das médias dos tratamentos avaliados.

Tabela 1. Teste F realizado para as datas de colheita da acariçoba na determinação da matéria fresca subterrânea (g), matéria fresca aérea (g), diâmetro da folha (cm), comprimento do pecíolo (cm) e quantidade dos pecíolos (un).

Tratamentos	Matéria fresca subterrânea (g)	Matéria fresca aérea (g)	Diâmetro da folha (cm)	Quantidade de pecíolos (un)	Comprimento de pecíolos (cm)
T1	21,25e	34,75e	8,13b	32,75b	19,50c
T2	29,25d	92,50c	8,38b	29,00b	20,00c
T3	32,75c	77,00d	8,25b	32,00b	22,50a
T4	42,25b	111,25a	9,50a	37,00a	23,13a
T5	78,50a	100,25b	8,75b	36,25a	21,13b

Tratamentos: T1) (Retirada das folhas aos 90 dias; T2) Retirada das folhas e raízes aos 90 dias; T3) Retirada das folhas aos 135 dias; T4) Retirada das folhas e raízes aos 135 dias e T5) Retirada das folhas e raízes aos 180 dias.
(a, b, c, d, e) diferenças de médias pelo teste t.
Elaborado pelos autores (2022).

Observou-se neste estudo que os tratamentos realizados apresentaram diferença significativa, ou seja, médias estatisticamente e numericamente diferentes em todas as variáveis - matéria fresca subterrânea, matéria fresca aérea, diâmetro dos pecíolos, comprimento e quantidade dos pecíolos, sendo o T5 (180 dias) o melhor para a variável matéria fresca subterrânea, que proporcionou a produção de 78,5 g.vaso^{-1}.

As demais variáveis avaliadas tiveram como melhor tratamento o T4 (colheita aos 135 dias). Sendo assim a maior produção de massa fresca aérea, obtendo 111,25 g.vaso^{-1}; o maior diâmetro da folha foi de 9,5 cm; o maior comprimento dos pecíolos com 23,13 cm e a maior quantidade de pecíolos com 37 un.vaso^{-1}.

Estes resultados demonstram claramente que a época de colheita interfere diretamente nas características agronômicas do estudo. Sendo que autores corroboram com o efeito benéfico da data da colheita, temos relacionado a seguir.

Figueiredo et al, (2009) avaliando o alecrim pimenta observaram que o teor máximo de óleo essencial aos 180 dias, e a produção máxima de matéria seca aos 329 dias. Os mesmos definiram como melhor data para colheita aos 180 dias.

Corrêa et al., (2008) na avaliação do Ginseng brasileiro concluíram que o maior teor de massa seca das raízes, de relação MF/MS foi aos 12 meses. O teor de β-ecdisona foi similar nas colheitas de 8, 10 e 12 meses e redução drástica na última colheita (14 meses). Definindo como melhor 12 meses após o transplante.

Ducca et al., (2015) em trabalho realizado com o pinhão-manso com dias após o florescimento observaram que para conteúdo de água, massa de matéria seca, lipídios totais, emergência em areia e o índice de velocidade de emergência. O melhor resultado foi de 75 dias após o florescimento.

Alkimim et al., (2016) em estudo com o coentro para colheita após floração avaliando a qualidade fisiológica das sementes em: teor de água, germinação e vigor das sementes, observaram que a qualidade fisiológica e teor de umidade entre 20 e 16% foi aos 46 e 50 dias após a floração.

Vieira et al., (2015) observando a produção de massa e o teor de flavonoides de plantas de Marcela, comparando níveis de fósforo, cama de frango e duas datas de colheita, concluíram que maior produção de massa fresca aérea, massa seca de inflorescências e teor de flavonoides das inflorescências foram na colheita aos 223 dias.

Chamamos a atenção que de forma contraditória ao observado nos trabalhos anteriores e até mesmo neste trabalho de Vieira et al., (2015) com a Marcela a colheita não apresentou efeito na massa fresca de inflorescências, ou seja, a colheita não interferiu em sua produção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A data de colheita da cultura da acariçoba apresentou resultados valiosos tendo basicamente duas datas mais adequada para a colheita, sendo assim temos as seguintes considerações:

- A 5ª colheita, a colheita de maior tempo (180 dias) proporcionou melhor valor médio apenas na produção de massa fresca subterrânea (78,50 g.vaso^{-1}).
- Na 4ª colheita, realizada aos 135 dias pós plantio obteve-se as melhores médias para as variáveis produção de massa fresca aérea (111,25 g.vaso^{-1}), diâmetro das folhas (9,50 cm), comprimento (23,13 cm) e quantidade dos pecíolos (37 un).

REFERÊNCIAS

ALKIMIM, E.R.; DAVID, A.M.S.S.; SOUSA, T.V.; RODRIGUES, C.G. e AMARO, H.T.R. Diferentes épocas de colheita e qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.2, p.133–137, 2016.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.

CORRÊA JR, C.; MING, L.C.; CORTEZ, D.A.G. Sazonalidade na produção de raízes e teor de β-ecdisona em acessos de fáfia, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n.3, p. 393-397, jul-set, 2008.

DUCCA, C.A.D., SOUZA, N.M. e PRETE, C.E.C. Qualidade fisiológica e lipídios totais de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função de épocas de colheita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.4, p.364–368, 2015.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. **Flora da Serra do Cipó.** Boletim Botânico Universitário, v. 23, n. 2, p. 78-81, 2005.

FIASCHI, P. **Araliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015

FIGUEIREDO, L.S.; BONFIM, F.P.G.; SIQUEIRA, C.S.; FONSECA, M.M.; SILVA, A.H.; MARTINS, E.R. Efeito da época de colheita na produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.11, n.2, p.154-158, 2009.

FLORENTINO, I.F.; NASCIMENTO, M.V.M.; GALDINO, P.M.; BRITO, A. F.; ROCHA, F.F.; TONUSSI, C.R.; LIMA, T.C.M.; PAULA, J.R.; COSTA, E.A. Evaluation of analgesic and anti-inflammatory activities of *Hydrocotyle umbellata* L., Araliaceae (acariçoba) in mice, Anais da Academia Brasileira de Ciências, São Paulo, v.85, n.3, p. 987-997, 2013.

FREIRE, M. F. I. Plantas medicinais: a importância do saber cultivar**. Revista científica eletrônica agronomia.** Rio de Janeiro, ano III, ed.5, 2004, 9p.

HENWOOD, M. J.; HART, J. M.; EDINB. **Journal Botanic** 2001, 58, 269. 5.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético.** 3 ed. São Paulo: Artmed, 2009.

LORENZI, H. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JUNIOR, V. F. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova,** São Paulo, v. 25, n. 3, p.429-438, 2002.

MARTINS, M. B. G.; MARCONI, A. P.; CAVALHEIRO, A. J.; RODRIGUES, S. D. Caracterização anatômica e química da folha e do sistema radicular de *Hydrocotyle umbellata* (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. São Paulo, v.18 n.3, p. 402-414, 2008.

PINTO, A. C., SILVA, D. H. S., BOLZANI, V. S., LOPES, N. P., EPIFANIO, R. A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, sup. 1, p. 45-61, 2002.

REIS, H. H. T.; GOMES, L. M.; FREITAS, M. R. F.; NOGUEIRA, J. C. M.; SILVA, E. MARANHÃO, M. F.; CARNEIRO, D. M. **Como utilizar plantas medicinais. Goiânia: Sistema Único de Saúde - Ministério da Saúde,** 1992.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados.** Lavras: UFLA, 2001. 180p.

SILVA, C. B., CÂNDIDO, A. C. S., SIMIONATTO, E., FACCENDA, O., SCALON, S. D. P. Q., PERES, M. T. L. P. **Atividade alelopática, antioxidante e teor de fenóis totais de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. (Araliaceae).** Technology Acta Scientiarum, v.32, 413-420, 2010.

SOARES, M. A. A.; BRAGA, J. R. P.; MOURÃO, A. E. B.; PARENTE, K. M. S.; FILHO, E. G. P. Levantamento Etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela população do Município de Gurinhém – Paraíba. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, Acaraú, p.36-47, 2009.

STEVENS, W. D.; ULLOA, C. U.; POOL, A.; MONTIEL, O. M.; ARBALÁEZ, A. L.; CUTAIA, D. M.; HOLLOWELL, V. C. Missouri Botanical Garden Press, In: STEVENS W. D.; POOL, A. **Flora de Nicaragua, Helechos.** USA: Missouri Bot Gard Press, 2001, p. 110–115.

VIEIRA, M. C.; RAMOS, M. B. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; LUCIANO, A. T.; GONÇALVES, W. V.; RODRIGUES, W. B.; TABALDI, L. A.; CARVALHO, T. M.; SOARES, L. F.; SIQUEIRA, J. M., Adubação fosfatada associada à cama de frango e sua influência na produtividade e no teor de flavonoides da Marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) em duas épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.17, n.2, p.246-253, 2015.

AVALIAÇÃO DO LODO DE ESGOTO DA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA NA PRODUÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO CAPIM LIMÃO – ANÁLISE AGRONÔMICA

EVALUATION OF PHARMACEUTICAL INDUSTRY WASTE SLUDGE IN AGRONOMIC PRODUCTION OF LEMON GRASS CULTURE – AGRONOMIC ANALYSIS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-13

André Luiz Ribas de Oliveira [1]
Giulia Fernanda Pereira Santos [2]
João Carlos Mohn Nogueira [3]
Vandervilson Alves Carneiro [4]

1 Docente do Ensino Superior – DES V – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7131-6518. E-mail: andre_luiz_ueg@yahoo.com.br.
2 Discente do Curso Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0939-470X . E-mail: giufernanda13@hotmail.com .
3 Docente do Ensino Superior – DES III – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5597-7386. E-mail: jcmnogueira1@hotmail.com.
4 Docente do Ensino Superior – DES IV – Universidade Estadual de Goiás. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7286-0806. E-mail: profvandervilson@yahoo.com.br.

RESUMO

O capim limão é uma planta medicinal pertencente à família Poaceae, uma espécie gramínea de clima tropical e semitropical da Ásia, América do Sul e Central. É de grande interesse na fitoterapia devido seu potencial para tratamentos de distúrbios digestivos além de ações ansiolíticas, antimicrobiana, antifúngica e antibacteriana, controla crises nervosas, taquicardia e melancolia. Pode ser utilizada como chá, abafado ou óleo essencial. Este estudo tem por finalidade caracterizar o desenvolvimento da cultura do capim limão, utilizando diferentes doses do lodo de esgoto. O experimento foi conduzido em uma propriedade da cidade de Anápolis-Goiás e em vasos plásticos, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram dispostos em sorteio, tendo cinco doses de lodo de esgoto (0, 10, 25, 45 e 65 $Mg.ha^{-1}$). Os resultados de massa verde total ($g.vaso^{-1}$), quantidade de perfilhos (unidade) e quantidade de folhas (unidade). Por meio deste estudo foi possível observar o comportamento do capim limão em relação às doses de lodo de esgoto. Foi constatada diferença significativa para todas as variáveis em estudo, tendo como melhor resposta a dose de 45 $Mg.ha^{-1}$ para massa verde total e quantidade de folhas e de 10 $Mg.ha^{-1}$ para quantidade de perfilhos.

Palavras-chave: Planta medicinal. Biossólido. *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.

ABSTRACT

Lemon grass is a medicinal plant belonging to the Poaceae family, a grassy species of tropical and semitropical climate in Asia, South and Central America. It is of great interest in herbal medicine because of its potential for treating digestive disorders, in addition to anxiolytic, antimicrobial, antifungal and antibacterial actions, it controls nervous crises, tachycardia and melancholy. It can be used as tea, stuffed or essential oil. This study aims to characterize the development of lemongrass culture, using different doses of sewage sludge. The experiment was conducted on a property in the city of Anápolis-Goiás and in plastic pots, in a completely randomized design. The treatments were randomly arranged, with five doses of sewage sludge (0, 10, 25, 45 and 65 Mg.ha-1). The results of total green mass (g.vase-1), number of tillers (unit) and number of leaves (unit). Through this study, it was possible to observe the behavior of lemon grass in relation to sewage sludge doses. A significant difference was found for all variables under study, with the best response being the dose of 45 Mg.ha-1 for total green mass and number of leaves and 10 Mg.ha-1 for the number of tillers.

Keywords: Medicinal plant. Biosolid. Cymbopogon citratus (DC) Stapf.

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais começaram a fazer parte de diversas sociedades juntamente com a evolução da humanidade. A busca por medidas ao tratamento e cura de diversas enfermidades utilizando métodos naturais é intrínseco ao ser humano.

Uma planta medicinal muito utilizada como ansiolítico, para tratamento de distúrbios digestivo e possui propriedades analgésicas é o capim limão, nomeado cientificamente como *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.

O capim limão pode ser utilizado na forma de chá ou abafado, feito a partir de suas folhas. Outra forma de utilização é como óleo essencial que possui atividade antimicrobiana e antibacteriana, sendo de interesse de indústrias alimentícia, farmacêutica e de perfumaria.

Para a produção de um chá ou óleo essencial de qualidade é necessário atenção em relação ao clima, época de plantio e a qualidade do solo. Esta cultura se adapta melhor à climas quentes, podendo ser cultivada em épocas de maior temperatura e menores índices pluviométricos, pois a cultura não suporta excesso de água.

Solos bem nutridos produzem melhores plantas e os muitos solos brasileiros são deficientes em relação à fertilidade. Para o cultivo de diversas culturas no Brasil inclusive das plantas medicinais, são utilizadas grandes doses de adubos minerais, promovendo um elevado gasto energético e problemas ambientais na sua obtenção. Uma saída para esse problema são os adubos orgânicos, dentre estes temos o lodo de esgoto (biossólido).

O lodo de esgoto possui elevadas taxas de matéria orgânico sendo assim um excelente condicionador de solo, porém deve-se ter cuidado com as taxas de metais pesados e possíveis agentes contaminantes para que não perca a sua função de adubo orgânico e passe a ser um agente tóxico.

Tem-se então o lodo de esgoto como alternativa para a nutrição de solos sendo assim realizou-se o estudo da utilização deste no desenvolvimento da cultura do capim limão objetivando avaliar o incremento da quantidade de perfilhos; de folhas e a produtividade da cultura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A origem do conhecimento sobre as plantas medicinais se confunde com a própria história do ser humano. O registro mais antigo do uso de plantas medicinais é o Pen Ts'ao, de 2800 a.C., escrito por Shen Numg, um herboista chinês, que enuncia o uso de diversas plantas para a cura de várias enfermidades. Desde então estes conhecimentos foram passados durante as gerações e adaptados conforme as civilizações evoluíram (ALMEIDA, 2003).

Dentre as várias espécies de plantas medicinais encontradas, podemos destacar o capim limão. A *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. pertencente à família Poaceae possui origem no sudoeste asiático e está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais. É conhecida popularmente no Brasil como capim-limão, erva-cidreira e capim-santo. É muito utilizado na medicina popular na forma de chá ou abafado, preparado a partir de suas folhas, como analgésico, diurético e para distúrbios digestivos (GOMES E NEGRELLE, 2003).

O nome *Cymbopogon* é proveniente das palavras gregas "kymbe" (barco) e "pogon" (barba), referindo-se à disposição de espigas de flores (SAHAH et al., 2011). O gênero *Cymbopogon* é composto de aproximadamente 144 espécies, presentes em áreas tropicais e semitropicais, como a Ásia, América do Sul e Central. São gramíneas em forma de tufos com múltiplos caules produzidos de um porta-enxerto curto e rizomatoso. Possui como característica o sabor cítrico (SAHAH et al., 2011; AVOSEH et al., 2015).

Na indústria alimentícia, os antioxidantes sintéticos são utilizados para controlar a oxidação lipídica, porém em estudos desses compostos verificou-se a suscetibilidade de apresentaram efeitos carcinogênicos em experimentos realizados com animais. Sendo assim faz-se necessário a realização de pesquisas com a meta de encontrar produtos naturais que possuam essa finalidade (ANDRADE et al, 2012).

O gênero *Cymbopogon* presente originalmente em diversos países da região da linha do Equador e pode-se ser cultivado em diversas localidades. Apesenta espécies com grande potencial farmacológico. Sendo assim faz-se necessário o seu estudo para o uso com finalidade fitoterápica.

O *Cymbopogon citratus*, foi descrito inicialmente como *Andropogon citratus* por De Candolle e reclassificado por Otto Stapf, pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae, possui origem no sudoeste asiático e está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais. É conhecida popularmente no Brasil como capim-limão, erva-cidreira e capim-santo (GOMES E NEGRELLE, 2003; GOMES, 2003).

O *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, é muito confundido com a *Melissa officinalis* L. que é conhecida como erva-cidreira verdadeira, pertencente à família Lamiaceae, possui origem europeia e asiática. É usada para controlar crises nervosas, taquicardia, melancolia e ansiedade (MEIRA et al., 2012).

O capim limão é uma planta perene, possui o crescimento na forma de touceira com 1 metro ou mais de altura. Apresentam rizomas curtos, colmos eretos e lisos. As folhas são longas podendo chegar até 1,5 metros de comprimento. Quando dilaceradas manualmente podem ser cortantes. Apresentam odor característico de limão e coloração verde-pálida (GOMES E NEGRELLE, 2003).

Lemos et al. (2013) verificou que em cultivo orgânico a altura de planta, perfilhamento, teor e rendimento total do óleo essencial foi maior do que em cultivos convencionais. O capim limão por possuir diversas aplicabilidades possui um grande interesse na sua produção com excelência.

Um modo de utilização das plantas medicinais é na forma de óleo essencial. Os óleos essenciais, também denominados óleos voláteis, são compostos principalmente de monoterpenos, sesquirtepenos e fenilpropanoides, metabólitos que conferem suas características organolépticas (BIZO et al.; 2009).

Segundo o Ministério da Saúde (2019) os óleos essenciais são óleos extraídos a partir de plantas, constituídos por misturas complexas que determinam seu odor e sabor e podem ser apresentados misturados ou não, desterpenados ou concentrados.

O Brasil é um dos maiores produtores de óleos essenciais devido à diversidade de sua flora, destacando-se na produção do óleo essencial de espécies cítricas (SANTOS, 2021). O óleo essencial produzido a partir das folhas do capim-limão é de interesse de indústrias de perfumaria, alimentar e farmacêutica (LEMOS et al., 2013).

O óleo essencial do *C. citratus*, é um líquido amarelo, de cheiro característico e sabor ardente, utilizado na indústria farmacêutica como síntese de compostos como iononas, metil-iononas e vitamina A (GUIMARÃES et al., 2008), é caracterizado pela

presença de citral, mistura dos isômeros geraniale (trans-citral) e neral (cis-citral). Tem ação como repelente contra insetos, larvicida, além de apresentar atividade microbiana e antioxidante para a conservação de alimentos (FALCÃO, 2012; GOMES E NEGRELLE, 2003).

Muitos fatores podem influenciar os princípios ativos das plantas medicinais, entre eles: o genético, o ontogenético e o meio ambiente. A nutrição é um fator do meio ambiente e destaca com relevância, pois o seu excesso ou ausência pode estar relacionado à alteração na produção de substâncias ativas (MORAIS, 2009).

Grande parte dos solos brasileiros é: ácido, com baixo teor de macro e micronutrientes (BERNARDI et al., 2015). Mundialmente a correção dos solos é realizada com fertilizantes minerais, e o Brasil se enquadra nesse cenário, este processo gera um gasto energético elevado e ocasiona problemas ambientais na obtenção e uso. Tem-se como alternativa a aplicação de fertilizantes organominerais e orgânicos, que favorecem um equilíbrio ecológico no sistema (NETTO-FERREIRA, 2020).

A poluição ambiental decorrente dos últimos anos favoreceu a busca de novas alternativas para diminuição ou reutilização dos resíduos gerados pelas indústrias e pela população. Destaca-se o lodo de esgoto (biossólido) resíduo resultante das estações de tratamento de esgoto (ETE) (ROCHA et al., 2004).

Como alternativa para o uso do lodo de esgoto está: peletização, incineração e produção de energia. O reuso agronômico é um dos melhores aproveitamentos, visto que o lodo atua como fertilizante e condicionador de solos. Podendo ter como fator limitante a presença de patógenos, parasitas e metais pesados (SILVA et al., 2002).

No processo de tratamento dos efluentes industriais e sanitários a gestão do lodo gerado é um grande problema e vem se agravando devido ao processo acelerado de industrialização. Existem várias técnicas de aproveitamento do lodo, uma delas é o aproveitamento agrícola, como forma de condicionador de solo e/ou fertilizante. Porém é necessária uma análise química dos lodos, pois estes podem apresentar em sua composição metais pesados, compostos orgânicos persistentes e organismos patogênico ao homem (LIMA, 2012).

O biossólido é rico em matéria orgânica e se usado em solos degradados pode atuar aumentando a infiltração de água e a porosidade, além de fornecer nutrientes para as plantas. Mas se usado de forma incorreta pode ser fator de contaminação nas

áreas rurais por fármacos, a presença destes no esterco animal, muito utilizado para a adubação de solos, é o principal caminho para a contaminação. Além do descarte inadequado de embalagens e de produtos vencidos (LEMAINSKI e SILVA, 2006; BRITO et al., 2012).

Alguns trabalhos utilizando biossólidos tem tornado favorável o reaproveitamento do mesmo em áreas agrícolas. Lemainski e Silva (2006), usando o biossólido em áreas degradadas pela mineração de carvão proporcionou economia de fertilizante além de melhoria na fertilidade do solo.

Trigueiro e Guerrini (2003), utilizando 50% de biossólido e 50% de casca de arroz promoveu desenvolvimento do eucalipto, com os parâmetros de altura da planta, diâmetro de colo e massa de matéria seca da parte aérea, estatisticamente semelhantes a substratos comerciais.

Caldeira et al. (2012) na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn. F. (teca), utilizando 60% de biossólido associado ao substrato comercial proporcionou melhor crescimento em altura, diâmetro de colo e Índice de Qualidade de Dickson.

3. METODOLOGIA

O experimento teve início no dia 07 de agosto de 2020 com a coleta da amostra de solo de uma propriedade rural (16° 15’ 24” Lat., -49° 01’ 56” Long.) com 1100 m de altitude, no município de Anápolis – Goiás. O solo apresentou a característica adequada ao estudo de correção da saturação, sendo um Latossolo Amarelo Eutrófico com saturação de bases de 58,61%.

A adubação foi realizada em 26 de agosto de 2020. O plantio foi realizado no dia 07 de setembro de 2020. A cultura permaneceu por 210 dias quando foram colhidas e avaliadas. Foi observado todo desenvolvimento das plantas e após a colheita foi realizada a avaliação das características agronômicas do estudo.

O Trabalho foi realizado em uma propriedade na cidade de Anápolis - Goiás, foram utilizados 20 vasos plásticos (25 cm X 25 cm). Na adubação foi utilizada a mesma quantidade de nitrogênio (50 $kg.ha^{-1}$); de fósforo (150 $kg.ha^{-1}$) e potássio (50 $kg.ha^{-1}$), em todas as parcelas.

Em cada vaso foram plantadas duas mudas de capim limão, com posterior escolha de uma planta por vaso, uniformizando-as. A Irrigação foi realizada quando necessária, a cultura não suporta excesso de água. O manejo foi realizado manualmente, com controle de ervas daninhas através do arranquio e catação de alguns gafanhotos e cigarrinha da cana-de-açúcar que apareceram no ambiente.

Para o cultivo foi utilizada terra coletada na camada superficial (0-20 cm). A análise de solo foi realizada no Laboratório Solocria para a identificação das propriedades químicas do solo utilizado. O solo utilizado no experimento foi Latossolo Amarelo Eutrófico com os seguintes resultados obtidos na análise físico-química: pH = 5,2; Ca = 2,8 cmolc/dm³; Mg = 1,3 cmolc/dm³; Al = 0,00 cmolc/dm³; H+Al = 3,1 cmolc/dm³; CTC = 7,49 cmolc/dm³; P = 5,0 mg/dm³; K = 0,29 cmolc/dm³; MO = 46,0 g/dm³, e a seguinte composição textural: argila = 530 $g.kg^{-1}$; silte = 110 $g.kg^{-1}$; areia = 360 $g.kg^{-1}$.

O estudo foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, por ser o mais adequado para as condições de realização deste experimento (ambiente controlado) (BANZATO, KRONKA, 1989). Os tratamentos foram dispostos em sorteio, tendo cinco tratamentos e quatro repetições (total de 20 parcelas) sendo doses de lodo de esgoto de 0, 10, 25, 45, 65 Mg. ha^{-1}. As características agronômicas avaliadas foram submetidas à análise de variância, sendo as doses comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade.

Foram avaliadas aos 210 dias de cultivo do capim limão as seguintes características agronômicas: Massa verde total ($g.vaso^{-1}$); Quantidade de perfilhos (un) e Quantidade de folhas (un).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A colheita foi realizada 210 dias após o plantio, em seguida foi determinada a massa verde total, quantidade de perfilhos e quantidade de folhas. Foi realizado o teste Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, na comparação das médias dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Teste F realizado para as doses de lodo de esgoto na avaliação da massa verde total, quantidade de perfilhos e quantidade de folhas do capim limão.

Doses (Mg/ha)	Massa Verde Total (g/vaso)	Quantidade de Perfilhos (un)	Quantidade de Folhas (un)
0	83,50b	1,00d	10,50c
10	85,75b	4,75a	21,00b
25	88,50b	3,50b	21,00b
45	100,25a	4,00b	28,00a
65	96,50a	2,00c	21,25b

Tratamentos: 0; 10, 25, 45 e 65 $Mg.ha^{-1}$.
(a, b, c, d) diferenças de médias pelo teste t.
Elaborado pelos autores (2022).

Observou-se nesse estudo que as doses de lodo de esgoto (biossólido) apresentaram diferença significativa, ou seja, médias estatisticamente e numericamente diferentes em todas as variáveis, massa verde total, quantidade de perfilhos e quantidade de folhas, apresentadas na tabela 1, sendo que para a variável massa verde total e quantidade de folhas a quantidade de 45 $Mg.ha^{-1}$ foi o melhor resultado.

Próximo a esse valor, Lemainski e Silva (2006) encontraram como melhor dose de biossólido o valor de 30 $Mg.ha^{-1}$ utilizado como fertilizante na cultura da soja, sendo mais eficiente em 18% do que fertilizantes minerais.

Pedroza et al. (2005) analisando doses de biossólido na produção do algodoeiro herbáceo verificaram que a melhor região de produção está entre as doses de 276 e 365 $kg.N.ha^{-1}$.

Silva et al. (2002) analisando o biossólido produzido no Distrito Federal na produção de milho concluíram que a melhor dose foi de 216 $Mg.ha^{-1}$, porém a produção máxima seria obtida, estimativamente, com uma dose de 189,51 $Mg.ha^{-1}$ do biossólido. Os níveis de metais pesados estavam dentro dos limites toleráveis. Ainda para o milho Tranin et al. (2005) verificaram que a dose de 22,5 $Mg.ha^{-1}$ atingiu uma produtividade de 9.992 $kg.ha^{-1}$ de grãos.

A avaliação das doses de lodo de esgoto em relação ao acúmulo de massa fresca mostrou que a maior produção foi com a dose de 45 $Mg.ha^{-1}$, 100,25 $g.vaso^{-1}$ em seguida pela dose de 65 $Mg.ha^{-1}$ com 96,50 $g.vaso^{-1}$.

Em referência à quantidade de perfilhos, o melhor resultado foi a dosagem de 10 $Mg.ha^{-1}$, apresentando 4,75 unidades.

E quanto ao comportamento das doses de lodo de esgoto em relação a quantidade de folhas mostrou que a maior produção foi com a dose de 45 $Mg.ha^{-1}$, com 28 unidades, seguida pela dose de 65 $Mg.ha^{-1}$ com 21,25 unidades.

Após a avaliação do resultado de todas as variáveis, pode-se afirmar que a melhor de lodo de esgoto é de 45 $Mg.ha^{-1}$.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo foi possível concluir que o comportamento do capim limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) em relação às doses de lodo de esgoto foi que:

- ✓ A dose de 45 $Mg.ha^{-1}$ proporcionou os melhores valores médios de massa fresca (100,25 $g.vaso^{-1}$) e quantidade de folhas (28 unidades).
- ✓ A dose de 10 $Mg.ha^{-1}$ propiciou o melhor resultado em relação à quantidade de perfilhos (4,75 unidades).
- ✓ Avaliando a interferência das doses de lodo de esgoto, o tratamento sem o biossólido (testemunha) apresentou os resultados inferiores em todas as variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. Z. **Plantas medicinas**. 3. ed. [*S. l.*]: Edufba, 2003.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**. 2012, v. 43, n. 2, p. 399-408.

AVOSEH, O.; OYEDEJI, O.; RUNGQU, P.; NKEH-CHUNGAG, B.; OYEDEJI, A. Espécies de *Cymbopogon*; Etnofarmacologia, Fitoquímica e a Importância Farmacológica. **Molecules**, v. 20, n. 5, pág. 7438–7453, 23 abr. 2015.

BANZATO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.

BERNARDI, A. C. C.; BETTIOL, G. M.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo

da fertilidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.32, n.1/2, p.205-221, 2015.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRITO, C. R. F.; MELO, I. P.; NETO, J. Tratabilidade química e biológica de efluente farmacêutico contendo ciprofloxacino. **Revista de estudos ambientais**, [*S. l.*], v. 14, n. 3, p. 6-16, jan/jun. 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVÉS, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de tectona grandis. **Revista floresta**, Curitiba, PR, v. 42, ed. 1, p. 77-84, jan./mar. 2012.

FALCÃO, M. A. **Estudo da atividade antimicrobiana do óleo essencial de capim limão e suas frações para produtos de higiene corporal**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GOMES, E. C. **Capim-limão - *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: subsídios para melhoria de qualidade do cultivo, industrialização e comercialização no estado do Paraná**. 2003. 184 f. Tese (Doutor em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, [*S. l.*], 2003.

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: aspectos botânicos e ecológicos. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, ano 2003, v. 4, ed. 2, p. 137 144, jul dez 2003.

GUIMARÃES, L. G. L.; CARDOSO, M. G.; ZACARONI, L. M.; LIMA, R. K.; PIMENTEL, F. A.; MORAIS, A. R. Influência da luz e da temperatura sobre a oxidação do óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf). **Química Nova**. 2008, v. 31, n. 6, p. 1476 1480.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.741 750, jul ago, 2006a.

LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. Avaliação agronômica e econômica de biossólido na produção de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1477-1484, out. 2006b.

LEMOS, G. C. S.; SANTOS, A. D., FREITAS, S. P., GRAVINA, G. A. Controle de plantas invasoras em cultivo orgânico e convencional de capim limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais.**, Botucatu , v. 15, n. 3, p. 405 414, 2013.

LIMA, J. M. **Plano para reciclagem agrícola do lodo do tratamento dos efluentes de uma indústria farmacêutica**. 2012. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em engenharia sanitária e ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MEIRA, M. R, MARTINS, E. R ; MANGANOTTI, S. A. Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. 2012, v. 14, n. 2, p. 352 357.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira.** 6. ed. Brasília: [s. n.], 2019. 873 p. v. 1.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. *In*: Congresso Brasileiro De Olericultura, 2009, Águas de Lindóia, SP. **Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais** [...]. Brasília, DF: [*s. n.*], 2009. p. S4050 S4063.

NETO-FERREIRA, J. B. **Fertilizantes organominerais à base de biossólidos: estratégia para o aumento da eficiência no uso de nutrientes em planossolos**. 2020. 70 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em ciências). Universidade federal rural do Rio de Janeiro, [*S. l.*], 2020.

PEDROZA, J. P.; BELTRÃO, N. E. M.; HAANDEL, A. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; LEITE, J. C. A. Doses crescentes de biossólidos e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba-PB, ano 2005, v. 5, n. 2, 11.

ROCHA, G. N.; GONCALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa , v. 28, n. 4, p. 623 639, Aug. 2004.

SANTOS, A. E. Importância química e biológica dos óleos voláteis de espécies do gênero *Eucalyptus*. **Scientia naturalis** [*s. l.*], ano 2021, v. 3, n. 1, p. 370 383, 20 mar. 2021.

SHAH, G.; SHRI, R.; PANCHAL, V.; SHARMA, N.; SINGH, B.; MANN, A. S. "Base científica para o uso terapêutico de *Cymbopogon citratus*, stapf (capim limão)." **Jornal de tecnologia farmacêutica avançada e pesquisa**. vol. 2,1 (2011): 3 8.

SILVA, J. E., RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal: I - efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2002, v. 26, n. 2, p. 487-495.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, [*s. l.*], ed. 64, p. 150-162, dez. 2003.

TRANIN, I. C. B.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Avaliação agronômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]**. 2005, v. 40, n. 3, p. 261-269.

POTENCIAL DISTRIBUIÇÃO DE *MIMOSA TENUIFLORA* NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

POTENTIAL DISTRIBUTION OF *MIMOSA TENUIFLORA* IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-14

Paulo Regis Menezes Sousa [1]
Selma Freire de Brito [2]

[1] Doutor em Engenharia de Teleinformática. Professor efetivo em Ciências da Computação. Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA.
[2] Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Professora substituta em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Ceará – UECE.

RESUMO

Mimosa tenuiflora é uma espécie nativa do semiárido brasileiro, sendo importante em processos de recuperação de áreas degradadas e usada para diferentes fins pela população local. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a potencial distribuição de *M. tenuiflora* no semiárido do Brasil. Foram coletados dados de ocorrência no GBIF e dados climáticos no Worldclim 2.1. A modelagem foi realizada no software MaxEnt v3.4.4 e o modelo gerado avaliado através da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) e do cálculo da área sob a curva (AUC). O do modelo gerado para a potencial distribuição de *M. tenuiflora* apresenta um valor médio de AUC de 0,85, indicando um modelo eficiente. O mapa de potencial ocorrência mostrou que essa espécie pode ocorrer em quase todos os estados que fazem parte do semiárido. A probabilidade de ocorrência acima de 75%, concentra-se principalmente nos estados da Paraíba e Pernambuco. Já Bahia e Piauí, embora estejam no semiárido, apresentam as áreas com menores probabilidades de ocorrência (<25%). Considerando a área total do semiárido, cerca de 67,39% é classificado como não favorável, enquanto, as áreas classificadas como de alta probabilidade correspondem a 0,29%, o que equivale a uma área de 4842,26 km^2. Assim, deve-se priorizar ações de conservação desta espécie em áreas que apresentam maior probabilidade de ocorrência da mesma.

Palavras-chave: Caatinga. Jurema preta. Maxent. Planta Nativa.

ABSTRACT

Mimosa tenuiflora is a native species of the Brazilian semiarid region, being important in the recovery process of degraded areas and used for different purposes by the local population. The objective of this research was to evaluate the potential distribution of M. tenuiflora in the semiarid region of Brazil. Occurrence data were collected in GBIF and climate data in Worldclim 2.1. The modeling was performed in MaxEnt v3.4.4 softwares and the generated model was evaluated through the ROC curve (Receiver Operating Characteristic) and the calculation of the area under the curve (AUC). The model generated for the potential distribution of *M. tenuiflora* has an average AUC value of 0.85, indicating an efficient model. The potential occurrence map showed that this species can occur in almost all states that are part of the semiarid region. The probability of occurrence above 75% is mainly concentrated in the states of Paraíba and Pernambuco. Bahia and Piauí, although in the semi-arid region, present the areas with the lowest probability of occurrence (<25%). Considering the total area of the semiarid region, about 67.39% is classified as not favorable, while the areas classified as high probability correspond to 0.29%, which is equivalent to an area of 4842.26 km^2. Thus, conservation actions for this species should be prioritized in areas that are more likely to occur.

Keywords: Caatinga. Jurema preta. Maxent. Native plant.

1. INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade ainda é um dos grandes desafios da humanidade (DAMIENS *et al*., 2021). Assim, diferentes ramos de pesquisa têm se dedicado a conhecer e desenvolver estratégias que possam garantir a manutenção da biodiversidade a longo prazo, com por exemplo a modelagem de potencial distribuição (COELHO *et al.,* 2016). No estudo baseado na modelagem, são utilizadas ocorrências geográficas conhecidas das espécies e características climáticas das áreas de ocorrência para gerar modelos de potencial distribuição (PADALIA *et al*., 2015).

Segundo Marco Júnior e Siqueira (2009) a modelagem de distribuição potencial (MDP) se tornou um procedimento comum para determinar a amplitude da distribuição geográfica das espécies. Uma lista de aplicações atuais para esses métodos não vai ser completa, principalmente porque seu uso está ainda em crescimento, com inovações que permitem novas abordagens. Estes métodos de distribuição potencial têm grande importância na biologia da conservação (COSTA *et al*., 2010).

No Nordeste brasileiro o clima semiárido é predominante e caracteriza-se pela elevada biodiversidade, contudo, ainda pouco preservada. A caatinga, como é chamada, é rica em arbustos, árvores baixas e retorcidas apresentando adaptações ao clima local com perda parcial ou total da folhagem em parte do ano, possuindo folhas pequenas ou modificadas em espinhos, embora esta extensa biodiversidade esteja diminuindo, devido às ações do homem, como a intensa exploração. A vegetação da caatinga é explorada de maneira intensa para garantir a sobrevivência da população local (QUEIROZ *et al*., 2017).

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir, conhecida popularmente como jurema preta, é uma espécie nativa da Caatinga e que ocorre com frequência na região. Esta espécie apresenta diferentes usos pela população local, como o medicinal, na produção de biocombustível, como madeireiro, na confecção de estacas para cercas de arame e de faxina e construção de pequenos móveis (ROQUE; LOIOLA, 2013). Além disso, é uma espécie com potencial melífero (SILVA *et al*., 2015) e potencial forrageiro (BRASIL, 2018). Contudo, a intensa exploração desta espécie, assim como dos recursos vegetais da caatinga como um todo, pode pôr em risco a conservação desta espécie.

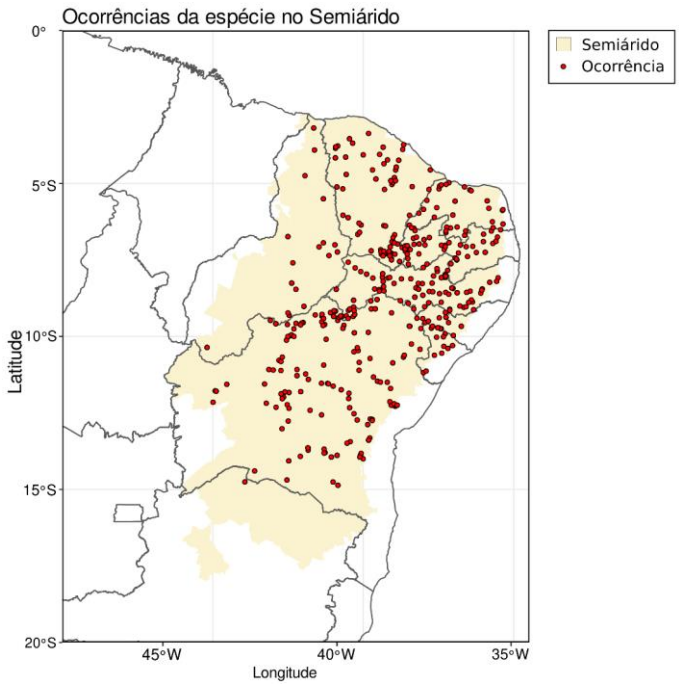
A modelagem de potencial distribuição de *M. tenuiflora* pode auxiliar no conhecimento da ocorrência destas espécies, fornecendo evidências que podem ser usadas para a sua conservação e também para planejar ações de uso sustentável desta espécie no semiárido do Brasil. Com isto, o objetivo desta pesquisa foi realizar uma modelagem de potencial ocorrência de *M. tenuiflora* no semiárido do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a pesquisa inicialmente foram coletados 1298 pontos de ocorrência da espécie *Mimosa tenuiflora* a partir do banco de dados GBIF (https://www.gbif.org). Os dados climáticos foram coletados do conjunto de dados do Worldclim 2.1 (www.worldclim.org), com resolução espacial de 2,5 minutos de arco (~5 km).

Os dados de ocorrência foram filtrados usando o software R v.3.6.3., para o estudo foram selecionados apenas os registros de ocorrência com coordenadas espaciais dentro do território referente à região do Semiárido brasileiro resultando em 640 pontos (Figura 1).

Figura 1 - Pontos de ocorrência de *Mimosa tenuiflora* no Semiárido brasileiro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados climáticos correspondem a dezenove variáveis bioclimáticas, além de dados de elevação derivados da Missão Topográfica Radar Shuttle (em inglês *SRTM - Shuttle Radar Topography Mission*) (FARR, Tom G. et al. 2007) (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das variáveis utilizadas na modelagem.

Código	Descrição da variável	Código	Descrição da variável
bio1	Temperatura média anual	bio11	Temperatura média do quarto mais frio
bio2	Intervalo diurno médio	bio12	Precipitação anual
bio3	Isotermalidade	bio13	Precipitação do mês mais chuvoso
bio4	Sazonalidade de temperatura	bio14	Precipitação do mês mais seco
bio5	Temperatura máxima do mês mais quente	bio15	Sazonalidade de precipitação
bio6	Temperatura mínima do mês mais frio	bio16	Precipitação do quarto mais chuvoso
bio7	Intervalo anual de temperatura	bio17	Precipitação do quarto mais seco
bio8	Temperatura média do quarto mais chuvoso	bio18	Precipitação do quarto mais quente
bio9	Temperatura média do quarto mais seco	bio19	Precipitação do quarto mais frio
bio10	Temperatura média do quarto mais quente	elev	Dados de elevação derivados de SRTM

Fonte: elaborada pelo autor.

A importância de cada variável climática foi determinada usando o método Jackknife. Além disso, foi realizada uma análise de correlação e para variáveis com coeficiente de correlação maior ou igual a 0,8, foram mantidas aquelas com maior nível de contribuição relativa para o modelo resultando em onze variáveis.

Considerando os critérios de importância e contribuição foram mantidas as seguintes variáveis: temperatura mínima do mês mais frio (bio6), intervalo anual de temperatura (bio7), elevação (elev), temperatura média do quarto mais chuvoso (bio8), intervalo de temperatura diurno médio (bio2), precipitação anual (bio12), sazonalidade de temperatura (bio4), precipitação do quarto mais quente (bio18), precipitação do quarto mais frio (bio19), sazonalidade de precipitação (bio15) e precipitação do mês mais chuvoso (bio13).

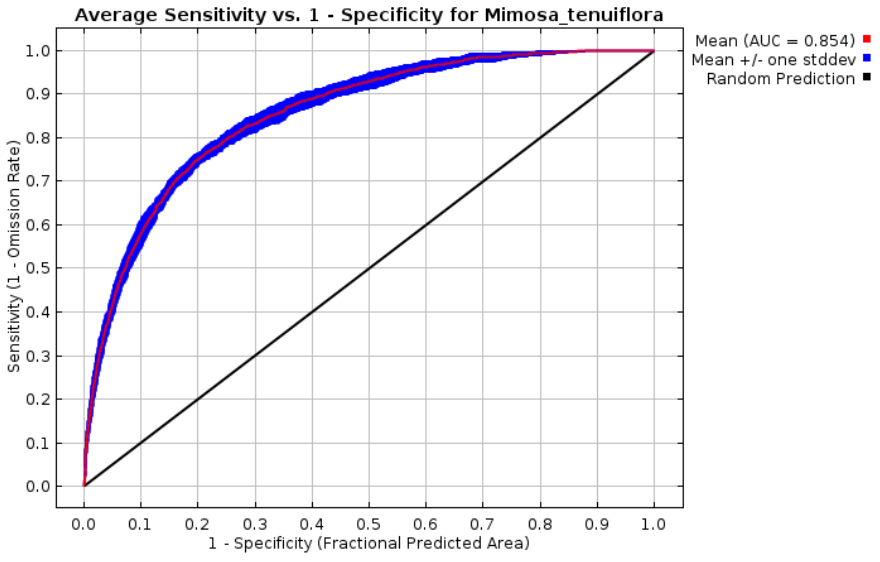
A modelagem da distribuição de *M. tenuiflora* foi realizada usando o software MaxEnt versão 3.4.4, foram realizadas dez iterações usando 75% dos pontos de ocorrência para treinamento e 25% para validação do modelo. Os valores de saída do MaxEnt variam de 0 a 1, valores mais próximos de 1 representam um melhor desempenho do modelo (PHILLIPS et al., 2017). A precisão do modelo foi examinada com base na área sob a curva (AUC) e da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

A partir do modelo de distribuição o território da região do Semiárido brasileiro foi avaliado quanto a probabilidade de ocorrência de *M. tenuiflora* e classificado em quatro níveis: alto potencial (>75%); médio potencial (>50% e ≤75%); baixo potencial (>25% e ≤50%) e não favorável (≤0,25%). A área total correspondente a cada nível foi calculada em km^2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a curva ROC do modelo apresenta um valor médio de AUC de 0,85 o que significa que a projeção realizada foi eficiente para prever a potencial ocorrência de *M. tenuiflora* (Figura 2). Segundo Elith et al. (2006), o valor de AUC pode variar de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1 indica que o modelo é eficiente para prevê a ocorrência de uma espécie. Portanto, o modelo gerado para *M. tenuiflora* mostrou-se de qualidade para predizer a sua ocorrência.

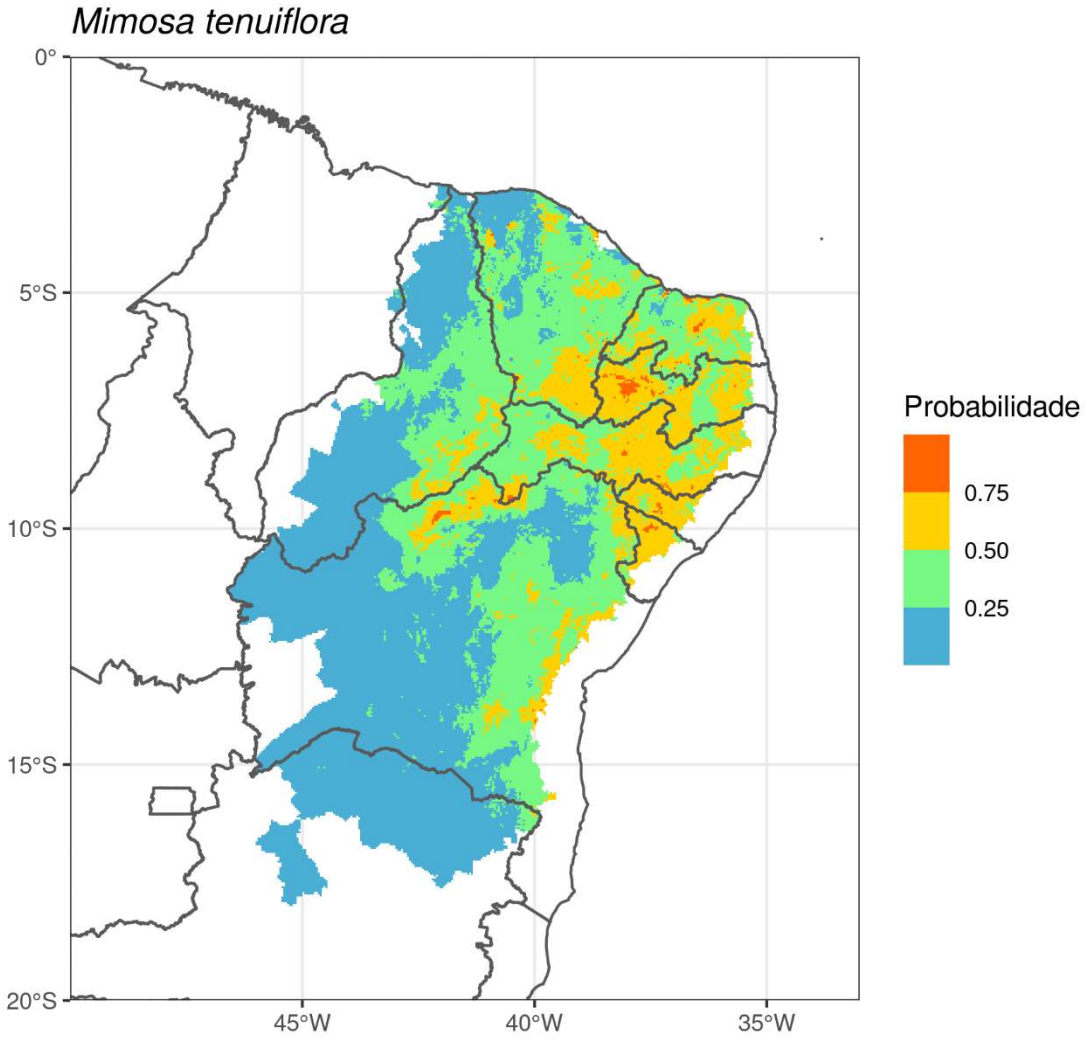
Figura 2 - Curva ROC do modelo gerado no MaxEnt para potencial distribuição *Mimosa tenuiflora* no semiárido do Brasil.



Fonte: elaborado pelo autor.

O mapa do potencial de ocorrência de *M. tenuiflora* no semiárido brasileiro mostrou que essa espécie pode ocorrer em quase todos os estados que fazem parte do semiárido. A cor vermelha no mapa mostra os locais com probabilidade de ocorrência acima de 75%, sendo que estas áreas estão concentradas principalmente nos estados da Paraíba e Pernambuco. Bahia e Piauí, embora estejam no semiárido, apresentam as áreas com menores probabilidades de ocorrência desta espécie estando em sua maioria abaixo de 25% (Figura 3).

Figura 3 - Potencial distribuição de *Mimosa tenuiflora* no semiárido do Brasil.



Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando a região semiárida do Nordeste, as áreas com potencial de ocorrência entre 25% e 50% distribuem-se por toda a região. Embora trate-se de um modelo estatístico fornece evidências das áreas que podem ser ocupadas por *M.*

tenuiflora. Sabe-se que esta espécie tem ampla ocorrência no continente latino-americano, sendo que no Brasil é encontrada no Cerrado e principalmente na Caatinga, em regiões perturbadas por atividades humanas e em formações secundárias de várzea (OLIVEIRA *et al*., 2016).

Um estudo realizado por Cabral *et al.* (2013), em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, no estado da Paraíba mostra que a maior parte em A biomassa aérea em comunidades em estádio inicial (95%) foi de indivíduos de *M. tenuiflora*. Isto mostra o potencial desta espécie em atuar em processo de recuperação de áreas degradadas no semiárido. Sendo, portanto, importante a realização de estudos de potencial ocorrência para indicar onde seu uso pode ser recomendado.

Considerando as proporções das áreas classificadas como de alto potencial (>75%), médio potencial (>50% e ≤75%), baixo potencial (>25% e ≤50%) e não favorável (≤0,25%), observou-se que 67,39% do semiárido é classificado como não favorável para a ocorrência de *M. tenuiflora*. Enquanto as áreas classificadas como de alta probabilidade de ocorrência representam 0,29% o que equivale a uma área de 4842,26 km^2 (Tabela 2).

Tabela 2 - Proporção de ocorrência (%) e área (Km$^{2)}$) no semiárido do Brasil com potencial ocorrência de *Mimosa tenuiflora*

	Área (km^2)	**Proporção de área (%)**
Alta	4842,26	0,29
Média	162342,04	9,99
Baixa	346185,14	22,33
Não favorável	456219,97	67,39

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme Shrestha *et al*. (2018), as modelagens de distribuição de espécies podem orientar o controle de espécies exóticas invasoras e as áreas de potencial invasão pode ser incluídas na avaliação de risco e gestão.

As variáveis utilizadas no modelo foram ordenadas de acordo com seu nível de contribuição. Como nível de contribuição foi considerada a soma do percentual de contribuição mais a importância de permutação da variável. Onde o percentual de contribuição mede o ganho em acurácia do modelo na presença ou ausência da variável,

enquanto a importância de permutação é calculada para cada variável ambiental uma por vez, permutando aleatoriamente os dados de presença e *background* da variável, a queda resultante na acurácia do modelo é então normalizada e apresentada como um percentual (Tabela 3).

Tabela 3 - Variáveis ordenadas por nível de contribuição relativa para o modelo.

Variável	Percentual de contribuição	Importância de permutação	Nível de contribuição
bio6	16,2	11,4	27,6
bio7	16,6	7,3	23,9
elev	3,7	15,8	19,5
bio8	6,7	8,3	15
bio2	11,6	3	14,6
bio12	4,8	7	11,8
bio4	5,6	5,2	10,8
bio18	3,9	3,6	7,5
bio19	2,6	4,5	7,1
bio15	1,9	4,2	6,1
bio13	3	2,2	5,2

Fonte: elaborado pelo autor.

As três variáveis ambientais que mais contribuíram para o modelo gerado para *M. tenuliflora* foi a Temperatura mínima do mês mais frio (bio6), Intervalo anual de temperatura (bio7) e a elevação. A temperatura mostrou-se um importante fator para determinar a potencial ocorrência desta espécie. Sabe-se que a média de temperatura não varia tanto ao longo do ano na Caatinga, mantendo temperaturas mais elevadas (SILVA *et al*., 2017).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa de potencial ocorrência de *M. tenuiflora* mostrou que essa espécie pode ocorrer em quase todos os estados que fazem parte do semiárido. A probabilidade de ocorrência acima de 75%, concentra-se principalmente nos estados da Paraíba e

Pernambuco. Bahia e Piauí, embora estejam no semiárido, apresentam as áreas com menores probabilidades de ocorrência (<25%). Áreas classificadas como de alta probabilidade correspondem a 0,29%.

Assim, embora seja bastante citada em levantamentos da vegetação realizados na caatinga, deve-se priorizar ações de conservação desta espécie em áreas que apresentam maior probabilidade de ocorrência da mesma. Além disso, recomenda-se o uso desta espécie em processos de recuperação de áreas degradadas que estejam situadas em áreas com a maior probabilidade de ocorrência para esta espécie.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Departamento de Conservação e Manejo de Espécies. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: Plantas para o Futuro: Região Nordeste. 51. ed. Brasília, DF, 2018. 1314 p. ISBN 978-85-7738-383-2 Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/54-agrobiodiversidade>. Acessado em: 30 de outubro de 2021.

CABRAL, G. A. L. de; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto; SILVA, Jarcilene. Estrutura espacial e biomassa da parte aérea em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, em Santa Terezinha, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 03, 2013.

COELHO, Guilherme Leite Nunes; CARVALHO, Luis Marcelo Tavares de; GOMIDE, Lucas Rezende. Modelagem preditiva de distribuição de espécies pioneiras no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 207-214, 2016.

COSTA, G. C. et al. Sampling bias and the use of ecological niche modeling in conservation planning: a field evaluation in a biodiversity hotspot. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 3, p. 883-899, 2010.

DAMIENS, Florence LP; PORTER, Libby; GORDON, Ascelin. The politics of biodiversity offsetting across time and institutional scales. **Nature Sustainability**, v. 4, n. 2, p. 170-179, 2021.

ELITH, J. et al. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129-151, 2006.

FARR, T. G. et al. **The shuttle radar topography mission**. Reviews of geophysics, v. 45, n. 2, 2007.

MARCO-JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 65-76, 2009.

MARCO-JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 65-76, 2009.

OLIVEIRA, A. da M.; LOPES, A.S.; SANTOS, T.M.F.; CAVALCANTE, F.L.; DORNELAS, C.S.M.; LACERDA, A.V. de. **Qualidade fisiológica de sementes de jurema preta (Mimosa tenuiflora Willd.** *In*: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 4., 2016, João Pessoa, PB. **Anais** [...] João Pessoa: Ecogestão Brasil, 2016, p. 806-817. ISSN 2318-7603.

PADALIA, H.; SRIVASTAVA, V.; KUSHWAHA, S. P. S. How climate change might influence the potential distribution of weed, bushmint (*Hyptis suaveolens*)? **Environmental monitoring and assessment**, v. 187, n. 4, p. 1-14, 2015.

Queiroz LP, Cardoso D, Fernandes M, Moro M. 2017. "Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain". In: da Silva, J. C.; Leal, I.; Tabarelli, M, (eds.), Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. Cham: Springer p. 23-63.

ROQUE, A. de A.; LOIOLA, M.I.B. **Potencial de uso dos recursos vegetais em uma comunidade rural no semiárido potiguar**. Revista Caatinga, Mossoró, RN, v. 26, n. 4, p. 88-98, 2013.

ROQUE, A. de A.; LOIOLA, M.I.B. **Potencial de uso dos recursos vegetais em uma comunidade rural no semiárido potiguar**. Revista Caatinga, Mossoró, RN, v. 26, n. 4, p. 88-98, out./dez. 2013.

SHRESTHA U.B.; SHARMA K.P.; DEVKOTA A.; SIWAKOTI M.; SHRESTHA B.B. 2018. Potential impact of climate change on the distribution of six invasive alien plants in Nepal. **Ecological Indicators**, v. 95, p.99-107, 2018.

SILVA J.M.C. da; BARBOSA L.C.F.; LEAL, I.R.; TABARELLI M. 2017. "**The Caatinga: Understanding the Challenges**". In: da Silva, J. C.; Leal, I.; Tabarelli, M, (eds.), Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America. Cham: Springer, p. 23-63.

SILVA, A. dos S.; FERNANDES, N. de S.; CAVALCANTE, A.M.; LIMA, A.O.N.; FREITAS, B.M. **Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da Caatinga**. Revista Caatinga, Mossoró, RN, v. 28, n. 2, p. 197-206, 2015.

SILVA, A. dos S.; FERNANDES, N. de S.; CAVALCANTE, A.M.; LIMA, A.O.N.; FREITAS, B.M. **Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da Caatinga**. Revista Caatinga, Mossoró, RN, v. 28, n. 2, p. 197-206, abr. /jun. 2015.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ECONÔMICA DE POTRANCAS DA RAÇA CRIOULA SUPLEMENTADAS COM AVEIA BRANCA EM PASTAGEM DE TIFTON 85

NUTRITIONAL AND ECONOMICAL EVALUATION OF HORSES OF THE CRIOULA RACE SUPPLEMENTED WITH OATS IN PASTURE OF TIFTON 85

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-15

Alexandre Massolino [1]
André Eduardo Mello Cerbaro [1]
Magda Bertolini Pierezan [1]
Rodolfo Noal Gonçalves [1]
Taciara Lima de Arruda [2]
Vinicius Leobet Lunkes [3]
Jaqueline Schneider Lemes [4]

[1] Zootecnista. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[2] Graduanda do Curso de Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[3] Médico Veterinário. Hospital Veterinário Universitário. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
[4] Professora Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

RESUMO

A alimentação dos potros é de suma importância, visto que, se não forem submetidos a um programa nutricional adequado, não desempenham de forma significativa seu potencial genético. O objetivo deste estudo foi avaliar o ganho de peso de potrancas suplementadas com o grão de aveia branca mantidas em pastagem de Tifton 85. Foi avaliado o ganho de peso de sete potrancas puras da raça Crioula, separadas aleatoriamente em dois grupos, um recebia o concentrado 0,5% PV (Peso Vivo). Os animais foram mantidos em uma área de 5 hectares, com pastagem, a qual era composta por Tifton 85 (Cynodon spp). Realizou-se avaliação do peso e coleta de sangue no dia 0, 15 e 30 do experimento. Potrancas não suplementadas apresentaram aos 30 dias de experimento, um valor de ($P<0.05$) em relação a potrancas suplementadas. Nos metabólitos sanguíneos, a glicose, a proteína total, o colesterol total, o cálcio e fósforo não apresentaram diferença significativa de peso pelo fato de serem alimentadas com alimentos de maior nível proteico, já que a pastagem de Tifton 85 apresentou composição bromatológica de 15,56% de proteína e a aveia em grão que foi fornecido ao grupo das suplementadas 12% de proteína bruta. Não sendo viável economicamente a suplementação. Potrancas não suplementadas em pastagem de Tifton 85 apresentaram maior ganho de peso quando comparadas com potrancas suplementadas com aveia branca em grão. A suplementação nesse caso pode ser utilizada em períodos de baixa disponibilidade de forragem ou quando se encontra com baixo valor nutricional.

Palavras-chave: Cálcio. Equino. Fósforo. Metabolitos. Peso.

ABSTRACT

The feeding of the foals is of paramount importance, since, if they are not subjected to an adequate nutritional program, so that they can develop according to their genetic potential. The objective of this study was to evaluate the development of supplemented grains with the oat grain kept in Tifton 85 pasture. It was

evaluated the weight gain of seven pure horses from the Crioula race, separated randomly into two groups, one group supplemented with concentrate 0.5% of the Live Weight. The animals were kept in the same area, of 5 hectares, with pasture, which was composed by Tifton 85 (Cynodon spp). Blood weight and blood collection were evaluated on day 0, 15, 30 of the experiment. Horses not supplemented presented at the 30 days of experiment, more (P <0.05) than supplemented filly. In the blood metabolites, glucose, total protein, total cholesterol, calcium and phosphorus did not present significant difference in weight because they were fed with foods of higher protein level, as the Tifton 85 pasture, its bromatological composition presented 15.56% of protein and oats in grain that was supplied to the group of supplemented 12% of crude protein. Horses not supplemented in Tifton 85 pasture presented higher weight when compared to filly supplemented with oat grains. The supplementation in this case can be used as a nutritional strategy to adjust animal load in the nutritional.

Keywords: Calcium. Equines. Phosphorus. Metabolites. Weight.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o cavalo gera empregos e renda sendo muito utilizado em oportunidades de negócios, lazer, competições e saúde, porém grande maioria das tropas do país continua em atividades agropecuárias, principalmente para o manejo do gado.

Mesmo sendo a raça mais criada no estado do Rio Grande do Sul e uma das três principais criadas no nosso país, o interesse e a paixão pelo Cavalo Crioulo continua em evolução, tendo como estímulo a satisfação de pessoas envolvidas na equinocultura e as características qualitativas da raça de rusticidade, docilidade, longevidade, habilidade na lida a campo com o gado, funcionalidade, inteligência e resistência (CAVALOS DO SUL, 2012).

O rebanho de cavalos da raça Crioula cresceu 6,4% em 2015, passando de 377.882 animais registrados em 2014 para 402.341. Já em 2016 houve crescimento de 4,53% atingindo 480,65 mil animais no Brasil de acordo com levantamento da Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos - ABCCC.

Na produção de equinos o potro é o principal produto, assim é de grande importância que se tenha um correto desenvolvimento nesta fase da vida e que sejam submetidos a um programa nutricional adequado, para que possam se desenvolver de acordo com seu potencial genético.

A alimentação natural de um equino é basicamente composta por volumosos, ou seja, gramíneas e leguminosas, entretanto o alimento concentrado foi agregado a sua dieta como forma de garantir um adequado desenvolvimento e atingir o seu potencial

genético com uma alimentação balanceada, contendo níveis de nutrientes exigidos pela espécie de acordo com a raça, idade e categoria. O alimento concentrado pode ser uma fonte proteica ou energética, e deve conter os nutrientes que supram necessidades dos equinos, sendo o primeiro ponto a ser atingido no caso de um potro, que necessita de cuidados especiais.

Entre as forrageiras utilizadas para equinos, pode-se citar o Tifton 85 (*cynodon spp)*, a qual têm-se destacado, pois possuem elevado potencial de produção, bom valor nutritivo e grande flexibilidade de uso.

Já entre os concentrados utilizados para equinos, a aveia é um cereal que apresenta múltiplos propósitos devido ao seu teor de proteínas de qualidade e fibras solúveis que pode ser fornecida aos animais na forma de forragem verde, feno e concentrado (CECCON, 2004).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho nutricional e econômico de potrancas suplementadas com o grão de aveia e mantidas em pastagem de Tifton 85.

2. MATERIAS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Cabanha Nobleza Gaucha, propriedade localizada no município de Dilermando de Aguiar no Rio Grande do Sul. A mesma se encontra à 180m de altitude, 29°42’14.0’’ de latitude Sul e 54°12’21.0’’ de longitude Oeste. O experimento foi realizado no período de 15 de fevereiro à 16 de março de 2017, totalizando 30 dias.

Foram utilizadas 7 potrancas da raça Crioula, com idade média de 15 meses. As potrancas foram divididas nos tratamentos de forma aleatória sendo 2 tratamentos e 4 repetições. Foram realizadas 3 coletas de peso com intervalo de 15 dias (0-15-30).

Foi utilizado uma área de 50m² (10x5) onde permaneceram os animais que foram suplementados individualmente de acordo com o tratamento, logo após retornavam para área de 5 hectare que continha pastagem de Tifton 85 (*Cynodon spp)*, juntamente com os animais do tratamento controle.

Neste experimento foi testado a suplementação energética com concentrado na forma de aveia em grão juntamente com a pastagem de Tifton85 (*Cynodon spp*) 15,56%

proteína bruta como volumoso definida através de análises bromatológicas no início, do experimento.

Assim, foram estabelecidos os seguintes tratamentos:

- T1 – Tifton 85 (pastagem)
- T2 – Tifton 85 (pastagem) + Grão de aveia branca

A aveia foi fornecida para os animais na forma de grão sem beneficiamento.

As potrancas foram suplementadas uma vez ao dia (18 horas), na proporção de 0,5% do peso vivo por dia. As mesmas foram direcionadas ao piquete no horário de suplementação, com acesso individual ao cocho e depois liberadas novamente para a pastagem.

Antes do início do experimento, foi realizada coleta de sangue de cada potranca para análises bioquímicas de colesterol, proteínas totais, glicose e cálcio, fósforo e triglicerídeos. De cada animal foram coletados 10 ml de sangue, em jejum da suplementação no período da manhã, por venopunção da jugular em tubo de coleta à vácuo, contendo fluoreto de sódio (glicose) e sem anticoagulante para os demais metabólitos (proteína total, colesterol total, cálcio, fósforo e triglicérides). O soro foi separado por centrifugação a 2.500 rpm, por 10 minutos, e mantido a -20°C até a realização das análises.

As analises bioquímicas foram efetuadas no Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal de Santa Maria (LACVET-UFSM), por meio de processos sintéticos em analisador semiautomático (espectrofotômetro de luz visível) com quites comerciais. Como este foi realizado em 30 dias, os procedimentos foram feitos 15 dias após o início e no término do período experimental.

Para formação dos custos foi utilizado a metodologia de custo operacional descrita pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), onde são contabilizados apenas os custos desembolsados. Neste caso foram incluídos no cálculo como custos variáveis despesas com alimentação concentrada, implantação/manutenção de pastagens, suplementação mineral e gastos com sanidade. Já para custos fixos foram considerados gastos com mão de obra permanente, encargos sociais, manutenção de equipamentos e instalações e outros custos fixos.

O custo operacional foi determinado pela soma do custo variável com o custo fixo. O custo operacional refere-se ao custo de todos os recursos de produção que exigem desembolso por parte da empresa para sua recomposição (MATSUNAGA et al., 1976). Ainda foram consideradas na composição dos custos totais a renda dos fatores, composta pelas remunerações sobre o capital fixo, sobre os animais em estoque e sobre o custo de oportunidade do uso da terra, utilizando como referência a taxa de juros de 6% ao ano. O custo total foi obtido a partir da soma do custo operacional com a renda dos fatores.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC).

Análise foi feita a partir da média de cada tratamento, utilizando análise de variância (ANOVA), através do programa estatístico R.

Modelo estatístico:

$Y_{ji} = \mu + t_i + e_{ij}$

Y: observação de ganho de peso, perfil metabólico, análise econômica.

μ: média geral

ti: efeito da alimentação

eij: erro experimental

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias e seus respectivos desvios padrão entre os tratamentos demonstraram que houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos no final do experimento. (Tabela 1).

Provavelmente, devido ao fato dos animais não serem adaptados ao manejo da suplementação, ou seja, serem animais que não foram domados, isso tenha ocasionado estresse aos animais suplementados e isso sejam fatores que pode ter interferido para que não houvesse ganho de peso significativo entre os tratamentos do início até o 15ª dia. Apresentando diferença do 15ª dia até o término do experimento provavelmente por estarem mais acostumadas com a rotina de manejo.

Tabela 1. Médias e desvio padrão do peso vivo (kg) de cavalos alimentados com Tifton 85 e Tifton 85 + Aveia.

Tratamento	Dia 0	Dia 15	Dia 30
Tifton 85	307.0 ± 24.18	313.75 ± 21.28	331.50 ± 15.86
Tifton 85 + Aveia	276.o ± 15.1	289.33 ±11.0	302.66 ± 9.71
P	0.109	0.134	*0.040

Fonte: Autoria própria.
*Diferença significativa pela ANOVA a 95% de confiabilidade. Médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes entre si.

De acordo com os resultados da tabela 2, verificou-se que não houveram diferenças significativa (P>0,05) para glicose, proteína total, colesterol total, cálcio e fósforo (Tabela 2).

A proteína total os valores normais são de 5,2 a 8,0 g/dL (GONZÁLEZ et al., 2006), com os resultados encontrados observou-se que as potrancas do grupo Tifton 85 (grupo controle), encontravam-se no dia zero com valor um pouco acima do normal (8,35 g/dL). As proteínas plasmáticas podem variar influenciadas por inúmeros fatores, como: idade do animal, sexo, hormônios, gestação, lactação, estado nutricional, estresse e alterações hidroeletrolíticas, e até mesmo em casos de desidratação (MOREIRA et al, 2015).

Segundo Maciel (2016) os ruminantes e equinos apresentam exigências proteicas mais simples que os suínos e aves. Isto se verifica porque as bactérias e outros micro-organismos existentes, no ceco e no intestino grosso dos equinos, elaboram, a partir das formas mais simples de nitrogênio, as proteínas que constituem suas células. Posteriormente esses micro-organismos morrem e são digeridos, sendo suas proteínas aproveitadas pelo organismo do animal, as quais proporcionam todos os aminoácidos essenciais. É por este motivo que para os ruminantes e os equinos, a qualidade das proteínas de seus alimentos é considerada de menor importância; mesmo a ureia, que é um composto nitrogenado simples, poderá substituir parte das proteínas dos alimentos para bovinos.

Uma outra razão pela qual, para os ruminantes e os equídeos, a qualidade das proteínas não tem muita importância, reside no fato deles se alimentarem principalmente de forragem volumosa (pastagem, fenos, silagens e verde), que apresentam proteínas de qualidade superior à dos cereais e subprodutos, que constituem a base da alimentação de suínos e aves (MACIEL, 2016).

A glicose é um "combustível" energético quase que universal para o metabolismo de inúmeros seres vivos e microrganismos. Há tecidos nos mamíferos que dependem exclusivamente da glicose para a energia metabólica, como por exemplo, no cérebro, sistema nervoso, eritrócitos, testículos, medula renal e os tecidos embrionários. Quando não há no organismo, glicose suficiente para servir de combustível para as reações energéticas, é necessário que haja a sintetização de glicose, sendo este processo denominado gliconeogênese, que por sua vez é uma importante via metabólica de manutenção da glicemia em níveis adequados, conforme cita Nied (2016).

Quanto ao colesterol total, constatou-se que estava abaixo dos valores normais que são de 75 a 150 mg/dL (GONZÁLEZ et al., 2006) no início do experimento para os animais do grupo controle e dentro da normalidade (77,46 mg/dL) para o grupo tratamento. Já aos 30 dias ambos os tratamentos apresentaram um pouco abaixo dos valores da normalidade (Tabela 2).

Onmaz (2011), afirma que a diminuição dos valores plasmáticos de colesterol em cavalos pode indicar que este foi utilizado durante a síntese de cortisol no córtex adrenal. Visto que durante períodos de estresse, fato que provavelmente ocorreu com os animais do experimento durante as coletas, 80% do cortisol circulante provem do colesterol plasmático (VYROUBAL et al, 2008). Outra causa de níveis baixos de colesterol pode ser a dieta baixa em energia, visto que não é conhecida a qualidade e disponibilidade de forragem ofertada do campo em que se encontravam os animais antes do período experimental e não teve período de adaptação para esses animais.

Tabela 2. Médias e desvio padrão de parâmetros sanguíneos mg/dl, de cavalos alimentados com Tifton 85 e Tifton 85 + aveia

Metabólitos	Dia 0			Dia 30		
	Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	P	Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	P
Cálcio (mg/dl)	11.55 ± 0.44	10.77 ± 0.50	0.078	11.4 ± 0.69	11.5 ± 0.95	0.878
Fósforo (mg/dl)	5.92 ± 0.96	4.70 ± 1.47	0.237	4.62 ± 0.66	4.66 ± 0.60	0.935
Colesterol (mg/dl)	36,82 ± 20.68	77.46 ± 16.48	0.038	64.92 ± 11.88	72.13 ± 15.51	0.514
Glicose (mg/dl)	61.07 ± 11.28	71.03 ± 21.82	0.461	57.50 ± 5.00	59.46 ± 1.65	0.549

Metabólitos	Dia 0			Dia 30		
	Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	P	Tifton 85	Tifton 85 + Aveia	P
Proteína (mg/dl)	8.35 ± 0.05	8.00 ± 0.52	0.233	7.22 ± 0.73	6.10 ± 2.20	0.373

Fonte: Autoria própria.
*Diferença significativa pela ANOVA a 95% de confiabilidade.

Já em relação ao fósforo sérico, esse estava com concentrações normais durante o período experimental, considerado os limites normais de 4,3 a 7,7 mg/dL (GONZÁLEZ et al., 2006). Trabalhando com potros Puro Sangue Inglês (PSI), Cecilia Santarém (2004), encontrou resultado de 4,69 a 7,11 mg/dL, com média geral de 6,11 mg/dL, para fósforo.

Os resultados para cálcio estão dentro dos valores normais para equinos, que é de 8,0 a 12,4 mg/dL (GONZÁLEZ et al., 2006). Outros autores também obtiveram resultados semelhantes, como Schryver et al. (1970), que, avaliando pôneis, com três níveis de cálcio na dieta (0,15 a 1,50%) não observaram diferenças entre esses níveis (P<0,05), com concentrações médias de cálcio no plasma de 11,70; 11,66 e 11,30 mg/dL.

Segundo Moreira et al, (2015), os níveis de cálcio raramente sofrem alterações, em animais saudáveis, em torno de 17% somente (GONZÁLEZ et al., 2006), mesmo em déficit alimentar, ou durante períodos de lactação ou gestação, pois ele irá ser rapidamente mobilizado dos ossos para manter os níveis normais no sangue e em outros tecidos moles. Visto que o cálcio é de extrema importância, principalmente para animais jovens, que estão em fase de crescimento e formação da estrutura óssea, que ocorre na maior parte nesta fase de até um ano de idade, para equinos. Além disso, ele é um elemento indispensável na contração muscular, cardíaca, para transmissão de impulsos nervosos, processos de coagulação sanguínea, na permeabilidade da membrana celular e na formação de leite, dentes e ossos, como já mencionado por Moreira et al. Por isso cavalos de 4 a 12 meses de idade e 500 kg necessitam de 29 a 36 g de cálcio/dia (HINTZ, 1996).

Com esses resultados podemos verificar que a relação Ca:P, estava equilibrada no início do experimento e se manteve estável até o término do mesmo. Quando ofertado a suplementação (aveia) aumentaram-se os níveis de fósforo e reduziu o cálcio circulante, os quais são fundamentais estarem equilibrados para o bom desenvolvimento e sustentação do animal nesta fase que antecede a doma. Este tipo de

alimento é desequilibrado na quantidade de minerais, especialmente na relação cálcio e fósforo. Nota-se que a quantidade oferecida de aveia, neste experimento, não foi suficiente para alterar os níveis séricos desses metabólitos.

Através dos resultados apresentados dos custos de produção para criação destes animais no período do experimento (Tabelas 3 e 4), percebe-se que o custo foi maior para o grupo das suplementadas, não sendo viável economicamente a suplementação com aveia em grão nas condições em que se encontrava a pastagem naquele período do experimento. Talvez a suplementação seja uma alternativa para períodos em que a pastagem não apresenta boa qualidade e disponibilidade de nutrientes digestíveis.

Tabela 3. Custos de produção segundo o sistema de alimentação.

CUSTOS TOTAIS DOS SISTEMAS		
Sistema	**Hectare**	**Custo**
Tifton 85	3.292,12/2,5 há	R$1.316,85/há
Tifton 85 + Aveia grão	3.562,12/2,5 há	R$1.424,85/há

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4. Custo alimentar por dia

CUSTO ALIMENTAR POR DIA		
Custo operacional	**Custo no período**	**Custo Total**
Tifton 85	1.316,85/30 dias	R$43,90 /dia
Tifton 85 + Aveia grão	1424,85/30 dias	R$47,50 /dia
Custo total por kg de animal no Tifton 85	43,90 R$ por dia /3,22 kg por dia	R$13,63
Custo total por kg de GPD por dia no Tifton 85		R$ 13,63
Custo total por kg de animal Tifton 85 + Aveia grão	47,50 R$ por dia /2,658 kg por dia	R$17,87
Custo total por kg de GPD por dia no Tifton 85 + Aveia grão		R$ 17,87

Fonte: Autoria própria.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação com grãos de aveia de potrancas em pastagem de Tifton 85 ganharam menos peso e níveis de metabólitos séricos não saíram da normalidade,

portanto não é viável economicamente suplementar nas condições que se encontrava a pastagem naquele período.

A suplementação nesse caso pode ser utilizada como uma alternativa para períodos em que a pastagem não apresenta boa qualidade e disponibilidade de nutrientes digestíveis.

REFERÊNCIAS

CAVALOS DO SUL; **O Cavalo Crioulo.** In: Cavalos do Sul. 2012. Disponível em: <http://www.cavalosdosul.com.br/artigo/o-cavalo-crioulo>. Acesso em: 29 mai. 2018.

CECCON, G. **Rendimento de grãos de aveia branca (Avena sativa l.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio**, Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1723-1729, nov-dez, 2004.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, SC da. Perfil bioquímico sanguíneo. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária. Brazil: UFRGS**, p. 313-58, 2006.

HINTZ, Rodney W.; MERTENS, David R.; ALBRECHT, Kenneth A. Effects of sodium sulfite on recovery and composition of detergent fiber and lignin. **Journal of AOAC International**, v. 79, n. 1, p. 16-22, 1996.

MACIEL, R. **AS PROTEÍNAS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL** Disponível em: <http://www.dzo.ufla.br/Roberto/proteinas_alimentacao_animal.pdf>. Acesso em: 13/11/2018

MATSUNAGA, Minoru; BEMELMANS, Paul F.; DE TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA [Brasil]. **Agricultura em São Paulo (Brasil).** v. 23 (1) p. 123-139**.**, 1976.

MOREIRA, D. O. et al. Concentrações de proteínas totais, glicose, cálcio, fósforo, lactato, ureia e creatinina em equinos de cavalaria militar antes e após trabalho de patrulhamento urbano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 73-80, 2015.

NIED, C.O. **Precursores de glicose em ruminantes: aplicações em vacas leiteiras:** <https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wpcontent/uploads/2016/07/seminario_Cristian.pdf>. Acesso em: 13/11/2018.

ONMAZ, A. C. et al. Oxidative stress in horses after a 12-hours transport period. **Revue Méd Vét**, v. 162, p. 213-217, 2011.

VYROUBAL, Pavel et al. Hypocholesterolemia in clinically serious conditions--review. **Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub**, v. 152, n. 2, p. 181-189, 2008.

SANTARÉM, Cecília Laposy. Valores séricos de macro e microminerais de eqüinos da raça puro sangue inglês (PSI) do nascimento aos seis meses de idade. 2004. 117 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2004.

SCHRYVER, H. F.; CRAIG, P. H.; HINTZ, H. F. Calcium metabolism in ponies fed varying levels of calcium. **The Journal of nutrition**, v. 100, n. 8, p. 955-964, 1970.

UTILIZAÇÃO DE AVEIA (*AVENA SATIVA*) EM GRÃO E PASTAGEM DE MILHETO (*PENNISETUM GLAUCUM (L.)*) NA DIETA DE POTRANCAS DA RAÇA CRIOULA

USE OF AVEIA (*AVENA SATIVA*) IN GRAIN AND PASTURE OF MILHETO (*PENNISETUM GLAUCUM (L.)*) IN THE CRIOULA RACE POTRANCES DIET

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-16

Magda Bertolini Pierezan [1]
André Eduardo Mello Cerbaro [1]
Rodolfo Noal Gonçalves [1]
Vinicius Leobet Lunkes [2]
Ricardo Zambarda Vaz [3]
Jaqueline Schneider Lemes [3]

[1] Zootecnista. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[2] Médico Veterinário. Hospital Veterinário Universitário. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
[3] Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

RESUMO

Objetivou-se verificar a influência da suplementação com aveia em grão e da pastagem de milheto sobre o desempenho de potrancas da raça Crioula, seu crescimento, desenvolvimento, níveis de metabólitos séricos e custos de produção para os dois sistemas. O experimento foi realizado na Cabanha Nobleza Gaucha, propriedade localizada em Dilermando de Aguiar. Foram utilizadas 7 potrancas da raça Crioula, divididas em 2 grupos, um com três animais que ficou em campo nativo, e recebeu suplementação de aveia branca (*Avena sativa*) em grão, na proporção de 0,75% do peso vivo por dia e outro com quatro animais que ficou em pastagem de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)), o experimento teve duração de 47 dias. Foram realizadas medidas de peso de cada potranca e coleta de sangue para análises bioquímicas de glicose, colesterol total, proteínas totais, cálcio e fósforo, no início e ao término do período experimental. A análise econômica foi feita a partir dos custos operacionais de cada tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Não foi encontrada diferença significativa (P>0,05) entre tratamentos para nenhum dos metabólitos sanguíneos analisados, nem para peso e ganho médio diário (GMD), por isso, com as condições descritas neste experimento, verificou-se que do ponto de vista nutricional as diferentes dietas não afetam o crescimento, nem os parâmetros séricos de potrancas da raça Crioula, podendo a dieta ser escolhida pelo custo de produção, visto que o sistema com campo nativo e suplementação de aveia em grão se apresentou mais viável para potrancas da raça Crioula em crescimento

Palavras-chave: Campo nativo. Custo. Equinos. Perfil metabólico.

ABSTRACT

The objective of this study was to verify the influence of supplementation with grain oats and millet pasture on the performance of Crioula herd, its growth, development, serum metabolite levels and production costs for both systems. The experiment was carried out at Cabanha Nobleza Gaucha, located in Dilermando de Aguiar. Seven Crioula

fillylets were used, divided into 2 groups, one with three animals that remained in the native field, and received oat white (*Avena sativa*) grain supplementation, in the proportion of 0.75% of the live weight per day and another with four animals that remained in millet pasture (*Pennisetum glaucum* (L.)), the experiment lasted 47 days. Weight measurements of each filly and blood collection for biochemical analyzes of glucose, total cholesterol, total proteins, calcium and phosphorus were performed at the beginning and at the end of the experimental period. The economic analysis was based on the operational costs of each treatment. The experimental design was completely randomized. No significant difference (P> 0.05) was found between treatments for any of the analyzed blood metabolites, neither for weight and mean daily gain, so, with the conditions described in this experiment, it was verified that from the point of view nutritional intake, the different diets do not affect growth, nor the serum parameters of Crioula filly, and the diet can be chosen at the cost of production, since the native field system and grain oat supplementation were more viable for growing Crioula breedlings.

Keywords: Native field. Cost. Horses. Metabolic profile.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do esqueleto do potro começa ainda no início do período de gestação, e atingem 60% de seu peso adulto, 90% de sua altura adulta e 95% de seu crescimento ósseo até o final dos seus primeiros 12 meses de vida (FRAPE, 2008). Por isso é necessário o fornecimento de uma dieta adequada e balanceada para essa fase, com nutrientes de boa qualidade (LANÇA, 2010).

O equino é classificado como herbívoro não ruminante, por isso tem uma grande capacidade de utilizar forragens, podendo suprir suas exigências ou parte delas através destas. Porém para maximizar o desempenho e o crescimento, hoje em dia se utiliza grande parte de suplementos nas dietas, como os alimentos concentrados, adicionados como forma de garantir um rápido desenvolvimento (SANTOS et al., 2012).

Como alimento concentrado mais utilizado para equinos e mais popular está a Aveia branca (*Avena sativa*), que é um cereal que não exige uma preparação especial, pois geralmente é bem mastigada pelos animais devido ao seu tamanho. Além disso possui teor de proteínas de qualidade e fibras solúveis, e pode ser fornecida aos animais na forma de forragem verde, feno e concentrado (CECCON et al., 2004). Segundo Yvonne (2004) a aveia se torna uma boa fonte de suplemento, devido a elevada proporção de

mucilaginosas, alta proporção de casca, digestibilidade do amido alta (em torno de 90%), e teor relativamente alto em ácidos graxos insaturados.

O sistema de criação de animais brasileiros é caracterizado pela utilização de pastagens, como principal alimento para o rebanho ou plantel, visto que o país possui grande disponibilidade de área e clima favorável a produção de forragens (TEIXEIRA et al., 2011). Por isso os volumosos são a alimentação base da criação. E como opção de volumoso está o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.)), o qual apresenta um excelente valor nutritivo, com até 24% de proteína bruta quando em pastejo, boa palatabilidade e digestibilidade (60% a 78%), é rico em ômega 3, pode ser cultivado no início da primavera, funcionando como um suplemento proteico/energético, principalmente durante épocas de seca onde se tem escassez de alimentos (KICHEL e MIRANDA, 2015).

Outra alternativa de forragem que pode ser utilizado no Estado é a pastagem nativa, esta tem grande importância social, ambiental e até mesmo cultural no Rio Grande do Sul, pois a pastagem nativa constitui a base primária da exploração pecuária no estado (MOOJEN e MARASCHIN, 2002). O bioma Pampa possui uma grande diversidade de espécies, em torno de 400 espécies de gramíneas e 150 espécies de leguminosas, permitindo adaptação às várias condições edafoclimáticas (BOLDRINI, 1997) e de manejo. Esse ambiente possibilita máxima exploração dessa diversidade em manejo, durante todas as estações do ano, e também a formação de pastagens de alto valor nutritivo, visto que no verão o campo nativo pode apresentar até 2,64% de ED/kg MS e 10% de PB (FRIZZO, 2001 e TRAVI et al., 2002).

Como forma de avaliar a inclusão de diferentes dietas e o resultado no desenvolvimento dos animais, além da avaliação de peso e crescimento, pode-se analisar a composição bioquímica do plasma sanguíneo, a qual reflete a atual situação metabólica dos tecidos animais, e através dela ainda é possível avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional (GONZÁLES; SCHEFFER, 2002).

Segundo Oliveira (2007), a alimentação é a fração que representa maior parcela do custo total de produção, dessa forma deve-se buscar a otimização econômica da produção e da utilização dos alimentos, o que trará reflexos positivos na sustentabilidade da atividade.

Este estudo teve o objetivo de verificar o efeito da suplementação com aveia em grão e da pastagem de milheto no desempenho nutricional e econômico de potrancas da raça Crioula.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Cabanha Nobleza Gaucha, propriedade localizada em Dilermando de Aguiar, na região do Planalto Central do Rio Grande do Sul. O experimento foi realizado no período de 20 de Fevereiro a 07 de Abril de 2017, totalizando 47 dias, incluindo 7 dias de adaptação as dietas.

Foram utilizadas 7 potrancas da raça Crioula, com idade média de 12 meses e peso em torno de 220 kg, as mesmas foram desverminadas no início do período experimental com vermífugo oral a base de abamectina. Os animais foram divididos em 2 grupos, aleatoriamente, um com três animais e outro com quatro. O grupo GM, com quatro animais permaneceu em pastagem de milheto (*Pennisetum glaucum (L.)*) em uma área de 3 ha, com uma taxa de lotação de 2,33 cabeças/ha e o grupo GAN, com três animais em campo nativo, com uma taxa de lotação de 1,33 cabeças/ha também em uma área de 3 ha, e recebendo suplementação de aveia branca (*Avena sativa*) em grão.

A dieta para as potrancas que recebiam suplementação foi formulada com base no NRC (2007), constituída de 0,75% PV, sendo que as exigências para a categoria, segundo NRC, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Exigências nutricionais de potros com idade de 12 meses

Exigências diárias	
Energia digestível (Mcal)	15
Proteína Bruta (g)	677
Lisina (g)	29,1
Cálcio (g)	30,1
Fósforo (g)	16,7

Fonte: NRC (2007)

Apesar da média de peso do grupo no início do experimento ser de 220 kg, a dieta foi calculada baseada em uma média maior, de 250 kg, pois o objetivo era ganho

de peso, e não somente manutenção, sendo que a quantidade foi reajustada aos 20 dias do experimento, conforme aumento de peso das mesmas. A aveia em grão era fornecida uma vez ao dia, em torno das 8:00 da manhã, em cochos individuais, no piquete do campo nativo. A quantidade fornecida no início foi de 1,800 kg, sendo que com 20 dias, foi realizada uma pesagem para reajuste da alimentação, passando para 2,300 kg de aveia em grão por dia.

A composição bromatológica dos componentes da dieta, segundo Cintra (2016) está descrita na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição bromatológica dos componentes da dieta.

	Aveia grão	Pastagem Milheto	Campo Nativo
Nutriente	Valores Nutricionais (%)		
Matéria Seca	90,44	18,20	45,59
Proteína Bruta	14,60	12,35	6,96
Fibra Bruta	10,20	27,01	26,65
Extrato Etéreo	3,82	3,54	3,11
Matéria Mineral	2,75	9,64	9,38
Cálcio	0,13	0,72	0,39
Fósforo	0,35	0,26	0,14
Energia Digestível (Mcal)	3,31	2,89	2,35

Fonte: CINTRA (2016).

As avaliações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas no início e no término do experimento, totalizando 2 coletas, com objetivo de avaliar o período total. De cada animal foram coletados 10 ml de sangue, em torno das 8:00 da manhã, em jejum, sendo considerado jejum apenas do alimento concentrado, por venopunção da jugular em tubo de colheita à vácuo, contendo fluoreto de sódio, para análise de glicose, e sem anticoagulante para os demais metabólitos (proteína total, colesterol total, cálcio e fósforo). O soro foi separado por centrifugação a 2.500 rpm, por 10 minutos, e mantido a -20°C até a realização das análises. As análises bioquímicas foram efetuadas no Laboratório de Análises Clínicas Veterinárias da Universidade Federal de Santa Maria (LACVET-UFSM), por meio de processos sintéticos em analisador semi-automático (espectofotômetro de luz visível) com quites comerciais. Os parâmetros bioquímicos avaliados foram: glicose, colesterol total, proteína total, cálcio e fósforo.

As medidas de peso e ganho médio diário (GMD) também foram realizadas no início e no término do experimento, sendo os animais pesados em uma balança mecânica da propriedade, com capacidade para 1000 kg. O cálculo para GMD foi realizado dividindo o peso de cada animal pelo período, em dias.

Para formação dos custos foi utilizado a metodologia de custo operacional descrita pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), o custo operacional foi determinado pela soma do custo variável com o custo fixo. O custo operacional refere-se ao custo de todos os recursos de produção que exigem desembolso por parte da empresa para sua recomposição (MATSUNAGA et al., 1976). Ainda foram foi considerada na composição do custo total a renda dos fatores, composta pelas remunerações sobre o capital fixo, sobre os animais em estoque e sobre o custo de oportunidade do uso da terra, utilizando como referência a taxa de juros de 6% ao ano. O custo total foi obtido a partir da soma do custo operacional com a renda dos fatores.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, dividido em dois grupos, um com 4 repetições e o outro com 3 repetições, considerando cada potranca como uma repetição. A análise foi feita a partir da média de cada tratamento, utilizando análise de variância (ANOVA), através do programa estatístico R.

Modelo estatístico:

$Y_{ji} = \mu + t_i + e_{ij}$

Y: observação de ganho de peso, perfil metabólico.

μ: média geral

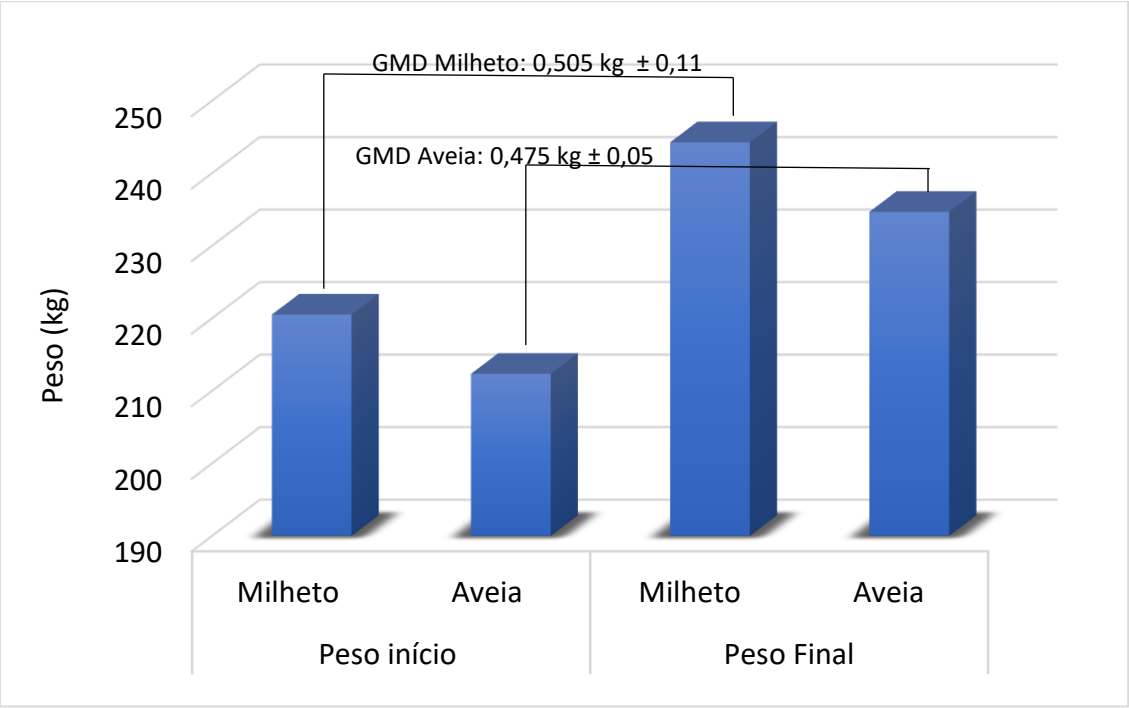
t_i: efeito da alimentação

e_{ij}: erro experimental

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que as variáveis ganho de peso e ganho médio diário (GMD), apresentadas na Figura 1, não apresentaram diferença significativa (P>0,05).

Figura 1 – Ganho de peso (kg) do período e ganho médio diário (GMD) de potrancas da raça Crioula alimentadas com diferentes dietas.



Fonte: Autoria própria.

Na literatura consultada não foram encontrados experimentos avaliando o desenvolvimento de equinos, quando submetidos as dietas estudadas no presente trabalho. Segundo Cintra (2016), para cavalos com peso adulto de aproximadamente 400 kg, que é o caso da raça Crioula, potros com 12 meses de idade devem atingir um peso médio de 257 kg, valores próximos ao do presente trabalho, com ganho médio diário de 0,36 kg. Já Oliveira, et al. (2001), avaliando equinos de 9 a 11,5 meses, da raça Mangalarga, utilizando dietas com diferentes níveis de farelo de canola, obtiveram como peso médio inicial, 218,4 kg e peso médio final de 270,25 kg, sendo o peso final um pouco superior ao encontrado no presente trabalho.

Para ganho médio diário (GMD), as potrancas do grupo GM apresentam apenas 0,031 kg a mais do que o grupo GAN, diferença pequena e que não foi significativa (P>0,05) entre os tratamentos. Frape (2008), encontrou resultados semelhantes para ganho médio diário, em potros de 12 meses de idade, de 0,55 kg. O mesmo autor também afirma que se tem um maior ganho de peso diário, até cerca de 9 meses de idade, depois desse período cai gradativamente, e que também deve ser levado em consideração o peso ao nascimento e o tamanho adulto da raça. Tosi et al. (1979), avaliando potras com dietas contendo silagem de milho e concentrado, observaram

ganho médio diário de 0,430 kg. Já Manzano & Manzano (1990), trabalhando com potras em crescimento, utilizando guandu como fonte de volumoso na dieta, observaram ganho de peso médio diário de 0,530 kg, resultados estes que se assemelham aos encontrados no presente trabalho.

Para os metabólitos: glicose, proteína total, colesterol total, cálcio e fósforo (Tabela 3), também não foi encontrada diferença significativa (P>0,05).

Tabela 3 - Parâmetros séricos de potrancas da raça Crioula alimentadas com diferentes dietas (média ± desvio padrão).

	0 dia			47 dias		
	GAN	GM	P	GAN	GM	P
Glicose (mg/dL)	51,03 ± 19,92	56,65 ± 12,77	0,67	49,80 ± 11,10	51,95 ± 14,85	0,84
Proteína (g/dL)	8,03 ± 0,15	7,97 ± 1,75	0,96	8,70 ± 1,87	7,57 ± 1,11	0,36
Colesterol (mg/dL)	61,13 ± 2,1	70,27 ± 7,81	0,11	72,77 ± 3,84	87,57 ± 19,90	0,27
Fósforo (mg/dL)	8,70 ± 0,70	8,27 ± 0,82	0,83	5,17 ± 0,58	5,27 ± 0,22	0,74
Cálcio (mg/dL)	11,2 ± 0,53	10,60 ± 0,74	0,29	12,23 ± 0,40	12,20 ± 0,38	0,92

Valores não diferem estatisticamente de acordo com o teste ANOVA (P>0,05).
*GAN – Grupo aveia + campo nativo
*GM – Grupo Milheto
Fonte: Autoria própria

Sendo que os resultados para glicose estão abaixo dos valores considerados normais para equinos, que é de 75 a 115 mg/dL (GONZÁLEZ e SILVA, 2006), para os dois grupos, durante todo experimento. De acordo com González (2000) o nível de glicose plasmático é o indicador menos expressivo do perfil para avaliar o status energético, pois sofre pouca variação com mudanças nutricionais, porém é altamente sensível ao estresse. Fato que pode explicar os resultados obtidos, pois como eram potrancas de cerca de 12 meses de idade, nunca manunseadas antes, as coletas podem ter gerado certo estresse e afetado os níveis de glicemia. Outro fator que pode ter influenciado, é o fato dos animais estarem a campo, antes do período experimental, com condições de

composição e qualidade desconhecidas, e ter vindo já com um balanço energético negativo. Uma vez que em condições de campo, há possibilidade de se verificar hipoglicemia quando ocorre um balanço de energia negativo (PAYNE & PAYNE, 1987).

Riccó (2004) explica que também podem ocorrer diagnósticos de falsas hipoglicemias, pois a glicólise, que consiste no processo de degradação da glicose, continua ocorrendo *in vitro* após a coleta de sangue do animal.

Para proteína total os valores normais são de 5,2 a 8,0 g/dL (GONZÁLEZ e SILVA 2006), porém com os resultados encontrados pode-se observar que as potrancas do grupo GAN encontravam-se com valores um pouco acima do normal ao final do período, 8,70 g/dL. As proteínas plasmáticas podem variar influenciadas por inúmeros fatores, como, idade do animal, sexo, hormônios, gestação, lactação, estado nutricional, estresse e alterações hidroeletrolíticas, e até mesmo em casos de desidratação (MOREIRA et al., 2015). Miranda (2009), trabalhando com equinos sem raça definida em repouso e em exercício encontrou resultados similares para proteínas totais, 6,88 g/dl quando em repouso e 7,5 g/dl quando em exercício.

O colesterol total, estava abaixo dos valores normais que são de 75 a 150 mg/dL (GONZÁLEZ e SILVA, 2006) no início do experimento para os dois grupos, e se manteve um pouco abaixo nas potrancas do grupo GAN ao final. Onmaz et al. (2011), afirma que a diminuição dos valores plasmáticos de colesterol em cavalos pode indicar que este foi utilizado durante a síntese de cortisol no córtex adrenal. Visto que durante períodos de estresse, fato que pode ter ocorrido com os animais do experimento durante as coletas, 80% do cortisol circulante provem do colesterol plasmático (VYROUBAL et al., 2008). Outra causa de níveis baixos de colesterol pode ser a dieta baixa em energia, visto que não é conhecida a qualidade do campo em que se encontravam antes do período experimental.

O fósforo sérico estava com concentrações um pouco elevadas no início para os dois grupos (GM: 8,27 mg/dL e GAN: 8,70 mg/dL), acima do considerado normal que é de 4,3 a 7,7 mg/dL (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Porém com o decorrer do experimento os valores se normalizaram. Isso pode ser explicado porque o fósforo, quando comparado com cálcio ou outros minerais, tem uma variação no plasma bem maior, em torno de 40%, em função do estado fisiológico e nutricional do animal (GONZÁLES, 2002). Também segundo o mesmo autor, animais jovens têm maior concentração de

fósforo no plasma, onde é encontrado na forma inorgânica, visto que diminui com a idade.

Os resultados para cálcio estão dentro dos valores normais para equinos, que é de 8,0 a 12,4 mg/dL (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). Outros autores também obtiveram resultados semelhantes, como Schryver et al. (1970), que, avaliando pôneis, com três níveis de cálcio na dieta (0,15 a 1,50%) não observaram diferenças entre esses níveis ($P<0,05$), com concentrações médias de cálcio no plasma de 11,70; 11,66 e 11,30 mg/dL.

Segundo Moreira et al. (2015) os níveis de cálcio raramente sofrem alterações, em animais saudáveis, em torno de 17% somente (GONZÁLEZ, 2002), mesmo em déficit alimentar, ou durante períodos de lactação ou gestação, pois ele irá ser rapidamente mobilizado dos ossos para manter os níveis normais no sangue e em outros tecidos moles. Visto que o cálcio é de extrema importância, principalmente para animais jovens, que estão em fase de crescimento e formação da estrutura óssea, que ocorre na maior parte nesta fase de até um ano de idade, para equinos.

Com esses resultados podemos verificar que a relação Ca:P, estava desequilibrada no início do período visto que fósforo estava com níveis acima do normal, depois normalizaram, passando para a relação (até 3:1) que é o normal para potros. Segundo Capen (1980) em potros, o desequilíbrio nutricional de minerais mais frequente é o da relação cálcio:fósforo da dieta. Pois mesmo que os níveis de cálcio estejam corretos o excesso de fósforo causara um desequilíbrio na relação. Dessa forma, animais em manutenção com dietas desbalanceadas nesses minerais podem desenvolver distúrbios metabólicos ósseos, principalmente potros em crescimento (SCHRYVER et al., 1974).

Visto que a alimentação representa a maior parcela de custo na criação de equinos, em torno de 70%, é de suma importância a escolha de uma dieta, que além de suprir as exigências nutricionais do animal, seja viável economicamente para o criador. Por isso, através da análise descritiva da eficiência econômica (Tabela 4), pode-se observar que o sistema utilizando Campo nativo e suplementação de Aveia em grão é economicamente, nas condições deste experimento, mais viável para potrancas em crescimento, visto que, apresentou custo total mais baixo, de R$ 2820,76; consequentemente custo/ha, custo alimentar/dia e custo/kg de GPD também foram inferiores quando comparados ao sistema com utilização de Pastagem de Milheto.

Tabela 4 – Custos de produção dos diferentes sistemas de alimentação de potrancas da raça Crioula.

Custos dos Sistemas (R$)	Alimentação	
	Campo nativo + Aveia	Pastagem de Milheto
Custo Total (3 ha)	2820,76	5015,09
Custo Total/há	940,25	1671,69
Custo alimentar/dia	20,00	35,57
Custo Total/kg de GPD	10,08	22,49

*GPD: ganho por dia.
Fonte: Autoria própria

Oliveira (2007) avaliando sistemas de produção de equinos em pastejo, com campo nativo e pastagem de milheto, obteve resultados de R$ 510,00/ha para pastagem de milheto e um custo de R$ 65,00/ha para campo nativo, resultados inferiores aos encontrados no presente trabalho, porém devemos levar em consideração a variação na economia ocorrida até os dias de hoje. Considerando que também encontrou o campo nativo como alternativa mais viável.

4. CONCLUSÃO

Do ponto de vista nutricional as diferentes dietas não afetam o crescimento (peso e ganho médio diário), nem os parâmetros séricos, podendo a dieta ser escolhida pelo custo de produção, sendo que o sistema com campo nativo e suplementação de aveia em grão se apresentou mais viável para potrancas da raça Crioula em crescimento.

REFERÊNCIAS

BOLDRINI, I. I; MOZETO, A. A. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, 1997, 39p.

CAPEN, C.C. The calcium regulating hormones: parathyroid hormone, calcitonin and cholecalciferol. In: McDONALD, L.E. (Ed.) **Veterinary endocrinology and reproduction**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980. 3. ed. p.60-130.

CECCON, G. et al. Rendimento de grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.) em densidades de plantas e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1723-1729, nov./dez. 2004. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n6/a09v34n6.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

CINTRA, A. G. **Alimentação equina: nutrição, saúde e bem-estar**. Rio de Janeiro: Roca, 2016. 1v.

FRAPE, D. **Nutrição e alimentação de equinos**. São Paulo: Roca, 2008. 3v.

FRIZZO, A. **Níveis de suplementação energética em pastagem hibernal na recria de terneiras de corte**. 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. XXIX., 2002, Gramado, RS **Anais**...Gramado: Faculdade de Veterinária-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. p. 5-17.

GONZÁLEZ, D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 2ed. 37p.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds). **Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. cap.8, p. 89-106.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. Uso do milheto como planta forrageira. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 2015. **Gado de Corte Divulga**, n. 46. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=325250&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22C.H.B.%22&qFacets=autoria:%22C.H.B.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2l>. Acesso em: 10 mar. 2018.

LANÇA, F. Artigos Veterinários de Cavalos. In: BLOGSPOT. Bagé, 2010. Online. Disponível em:<http://byvet.blogspot.com.br/2010_07_04_archive.html>. Acesso em: 25 jan. 2018.

MANZANO, A.; MANZANO, M. F. F. L. Utilização do Guandu (*Caianus caian* (L) Millsp) na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.459-468, 1990. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/42511/1/digitalizar0004.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v. 23, n. 1, p. 123-39, 1976. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.phpscript=sci_nlinks&ref=000136&pid=S151635982002000800021000 07&lng=pt>. Acesso em: 17 abr. 2018.

MIRANDA, L. R**. Perfil bioquímico sérico e hematológico de equinos submetidos a prova de Team Penning**. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia.

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**. v. 32, n. 1, p. 127-132, 2002. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n1/a22v32n1.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of horses**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 341p. 6. ed.

OLIVEIRA, J. E. G. **Planejamento otimizado da alimentação para um sistema de produção de equinos em pastejo**. 2007. 93 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade de Brasília, Brasília/DF.

OLIVEIRA, K. et al. Desempenho e parâmetros sanguíneos de equinos em crescimento submetidos a dietas com diferentes níveis de farelo de canola. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.174-180, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n1/5450.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.

ONMAZ, A. C. et al. Oxidative stress in horses after a 12-hours transport period. **Revue de Medecine Veterinaire**, Toulouse, v. 162, n. 4, p. 213-217, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b56d/20dcec9784f4df1d56cce8b6cdf4d897883e.pdf> Acesso em: 05 nov. 2018.

PAYNE J.M., PAYNE S. The Metabolic Profile Test. **New York: Oxford University Press**. 1987.

RICCÓ, D. Indicadores sanguíneos e corporais de avaliação metabólico-nutricional em ruminantes. In: SEMINÁRIO APRESENTADO NA DISCIPLINA BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL DO PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2004, Porto Alegre. **Seminário**... Porto Alegre: URGS, 2004.

SANTOS, E. L. et al. Manejo nutricional e alimentar de equinos **–** Revisão**. Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 05, p. 1911 – 1943, set./out. 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/211859270/Manejo-Nutricional-e-Alimentar-de-Equinos> Acesso em: 14 jul. 2018.

SCHRYVER, H.F. et al. Calcium metabolismo in ponies fed varying levels of calcium. **Journal of Nutrition**, v.100, n.5, p.955-964, 1970. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jn/100.8.955>. Acesso em: 09 set. 2018.

SCHRYVER, H.F. et al. Calcium and phosphorus in the nutrition of the horse. **Cornell Veterinary**, v.64, n.4, p.493-515, 1974. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-0813.1982.tb00621.x>. Acesso em: 27 out. 2018.

TEIXEIRA, S. et al. Fontes de fósforo em suplementos minerais para bovinos de corte em pastagem de *Cynodon nlemfuensis Vanderyst*. **Revista Brasileira de Zootecnia**,

Viçosa, v. 40, p. n.1, 190-199, janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n1/v40n1a27.pdf>. Acesso em: 09 set. 2018.

TOSI, H. et al. Silagem de milho para potras em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.3, p.365-375, 1979. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n3/13073.pdf> Acesso em: 11 jan. 2018.

TRAVI, M. R. L. et al. Produção animal e vegetal em pastagem natural sobre-semeada com e sem glifosato. In: REUNIÓN DE GRUPO TÉCNICO EM FORRAGERAS DEL CONO SUR, 1., 2002, Corrientes, Argentina. **Anais**... Corrientes: Sistemas de Prodoccion Caminos para una Integracion Sustentable, 2002. V. 1. p. 147-222.

VYROUBAL, P. et al. Hypocholesterolemia in clinically serious conditions – Review. **Biomedical Papers**, Olomouc, v. 152, n. 2, p. 181-189, 2008. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c30d/59c2910b61342c61e201e1aaea5b9f2a41fe.pdf> Acesso em: 16 out. 2018.

YVONNE, W. Aveia integral, a alimentação do cavalo perfeito? **The Horse's Hoof Magazine**, n. 14, 2004. Disponível em: <http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=ptBR&langpair=en|pt&rurl=translate.google.com.br&u=http://www.thehorseshoof.com/oats1.html&usg=ALkJrhiuT4G83Q0A-k_9JT9rMM4KW2dIpg>. Acesso em: 24 fev. 2018.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS EQUINOS EM PASTEJO

EVALUATION OF THE INGESTIVE BEHAVIOR OF HORSES IN GRAZING

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-17

Rogéria de Oliveira Rodrigues [1]
Taciara Lima de Arruda [2]
Hélio Pereira de Barcellos [2]
Elísio de Camargo Debortoli [3]
Elson Martins Coelho [4]
Jaqueline Schneider Lemes [4]

[1] Zootecnista. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[2] Graduandos do Curso de Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[3] Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Campus Sertão – RS.
[4] Professores do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo dos equinos em pastagem de aveia preta e azevém. O experimento foi realizado no setor de equideocultura da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões. Foram utilizadas 4 éguas adultas da raça Crioula, divididos em dois piquetes (aveia e azevém), em uma área de 2.500m² para o azevém e para a aveia, o experimento teve duração de 30 dias. Foram avaliadas, matéria seca, altura da pastagem e temperatura ambiental. Entre as avaliações, ócio, decúbito, caminhando, alimentando, bebendo água e outros. Observou-se que não houve correlação significativa (p>0,05) entre as variáveis de comportamento ingestivo, massa de forragem, temperatura ambiental e altura da pastagem. Exceto, para decúbito e alimentação e outros comportamentos. Os animais apresentaram comportamentos em pastejo diferentes nas duas pastagens avaliadas, mostrando que existe um diferencial entre aveia e azevém, o que pode estar relacionado com as exigências nutricionais e preferência dos equinos.

Palavras-chave: Bem-estar animal. Éguas. Pastagens**.**

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of horses in black oat and ryegrass pasture. The experiment was carried out in the equine culture sector of the Santa Maria Federal University, Campus Palmeira das Missões. Four adult Crioula mares were used, divided into two paddocks (oats and ryegrass), one of 2,500m² for ryegrass and oats. The experiment lasted 30 days. Dry matter, pasture height and environmental temperature were evaluated. Among the assessments, idleness, decubitus, walking, feeding, drinking water and others. There was no significant correlation (p> 0.05) between the variables ingestive behavior, forage mass, environmental temperature and pasture height. Except for decubitus and feeding and other behaviors. The animals showed different grazing behavior in the two evaluated pastures, showing that there is a differential between oats and ryegrass, which may be related to the nutritional requirements and preference of horses.

Key words: Animal welfare. Mares. Pastures**.**

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem o quarto maior rebanho equino do mundo, com 5,8 milhões de animais sendo que o agronegócio em torno desta atividade gera cerca de 640 mil empregos diretos (GUERRA, 2010). O cavalo é uma paixão para a maioria das pessoas que convivem com os mesmos e, consequentemente, o manejo dado a estes animais é minucioso e, algumas vezes, exagerado. Para pessoas leigas em relação ao manejo nutricional do cavalo não há muito cuidado na escolha do alimento fornecido e na quantidade destes alimentos e devido a isso acabam pecando no fornecimento da dieta e, muitas vezes, prejudicando o animal (CAMBRUSSI, 2006, p.83-89).

Visto a grande importância econômica e social do cavalo no Brasil, se tem uma maior preocupação, principalmente, com a sua alimentação, que é o ponto determinante no sucesso da criação, além disso, representa o maior segmento da indústria equina, com cerca de 70 a 80% do custo total da produção. O fornecimento de dietas adequadas é essencial, associada a um bom manejo, resulta em animais com melhor desenvolvimento e, consequentemente, apresentam maior longevidade, eficiência no trabalho e melhor desempenho reprodutivo (MOREIRA, 2014).

A relação existente entre o cavalo e a pastagem perdura desde os primórdios da sua evolução e evidência da adaptação deste animal à dieta que lhe foi disponibilizada é ainda encontrada nos nossos dias. As pastagens evoluíram juntamente com os herbívoros e de certa forma condicionadas por eles, devido aos hábitos e preferências alimentares (GOMES, 2004).

A evolução dos equinos foi desenvolvendo estratégias de pastejo que permitiram melhor seleção da dieta. A observação e a avaliação do comportamento animal pode ser um aliado para melhor manejá-los (DITTRICH, 2010, p.130-137).

O equino, possui excelente capacidade de utilizar grandes quantidades de forragem para suprir suas exigências nutricionais, podendo suprir toda ou boa parte dessas exigências através de pastagens (AMORIM, 2017, p.215-237).

A pastagem é a forma mais econômica para a alimentação dos mesmos e permite a liberdade dos animais admitindo que expressem seus comportamentos naturais, além de ter função nutricional, diminuindo o aparecimento de transtornos digestivos e comportamentais (DITTRICH, 2010, p.130-137).

Vários são os fatores envolvidos no sistema produtivo de equinos, como as plantas, os animais, o clima, a disponibilidade e quantidade de alimento, o tempo de pastejo, ócio, etc. O comportamento ingestivo de equinos em pastagens se relaciona com todas as partes deste sistema (GARAGORRY, 2012). Durante o pastejo, os herbívoros frequentemente se defrontam com heterogeneidade espacial e temporal no dossel disponível ao pastejo e devem tomar decisões instantâneas de quando e onde pastejar. Estas decisões podem ser consideradas como uma troca entre os custos e benefícios que a forragem pode oferecer e tem efeito de curta ou longa duração no bem-estar animal (BAILEY,1996, p.356-400).

O conhecimento desta relação é importante para nortear o manejo e utilização das pastagens destinadas à alimentação dos equinos. Isto traz benefícios para os animais, em função das características anatômicas, fisiológicas e comportamentais da espécie (DITTRICH, 2010, p.130-137).

O comportamento dos equinos em pastejo e a seleção da dieta são de fundamental importância na avaliação do sistema alimentar na criação de cavalos, porque determinam a quantidade e a qualidade dos nutrientes ingeridos (MICOL, 1997, p. 363-374 e DURANT, 2004, p.144-152). Os animais podem apresentar comportamento diferenciado quando pastejando gramíneas com características estruturais diferentes, pode ser demonstrado pela preferência por dosséis e plantas com maior massa foliar em relação á de caules, o que proporciona maior qualidade nutricional a cada bocado, estratégia de seletividade. O entendimento como os equinos exploram o dossel forrageiro pode determinar o impacto do pastejo nas espécies presentes na sucessão da comunidade vegetal e incrementar a produção das pastagens e consequentemente dos animais (DITTRICH, 2001).

Entre as pastagens que podem ser utilizados na alimentação de equinos está o azevém (*Lolium multiflorum*), pode ser considerado como a mais importante forrageira para o contexto agropecuário do sul do Brasil, visto sua complementaridade de ciclo vegetativo com as pastagens naturais, alto valor nutritivo, facilidade de estabelecimento e excelente capacidade de ressemeadura natural. Assim como a aveia preta (*Avena strigosa*), a qual também é uma gramínea anual de hábito ereto e cespitoso com bom perfilhamento e alta produção de sementes.

Pastagens com boa capacidade produtiva e alto valor nutritivo se tornam uma boa opção para o criador, visto que reduzem custos de produção da atividade pecuária e podem ser obtidas por meio da introdução de espécies adaptadas à determinadas condições ambientais. O que se procura é uma ótima alimentação ao animal com ótimos custos aos seus criadores.

Desta forma, o presente trabalho busca avaliar o comportamento ingestivo de éguas adultas em pastagem de aveia preta *(Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Equideocultura da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões.

Foram utilizadas pastagens já formadas de aveia (Avena *strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). Essas pastagens foram adubadas previamente com 600 kg de NPK (5-25-20) e 180 kg de ureia por área. Para a análise de matéria seca foram coletadas 5 amostras, aleatoriamente, em cada piquete. Utilizou-se um quadrado com área de 0,50 cm² para a coleta de amostras da pastagem e para cálculo da disponibilidade de massa de forragem, onde as amostras foram cortadas rente ao solo, pesadas e colocadas em uma estufa a 55 °C por 72 horas. Os valores observados de MS (%) foram: para o azevém no primeiro período 14,7, no segundo período 20,76 e no terceiro período 23,57. E para a aveia preta, no primeiro período 17,17; no segundo período 9,43 e no terceiro período 11,7. As áreas de cada piquete utilizado foram de 1,250 metros quadrados para cada piquete de aveia e azevém.

Foram utilizadas 4 éguas adultas com média de 15 anos de idade e peso de 420 kg. Os animais foram vermifugados sete dias antes do início do experimento. E recebiam sal mineral três vezes por semana, em todo o período experimental. O período experimental teve duração de 30 dias, sendo 15 dias em pastagem de aveia e 15 dias em pastagem de azevém.

Os animais permaneciam 5 dias em cada piquete, totalizando 15 dias experimentais em cada pastagem (aveia ou azevém). As avaliações foram realizadas de julho a setembro de 2019.

O comportamento ingestivo foi analisado (Tabela 1). Foi observado das 8:10 às 11:50 horas, e das 13:10 as 15:50 (quatro horas em turnos diferentes), por meio de observações visuais dos animais a cada 10 minutos, com intervalo de 20 minutos.

Tabela 1 - Classificação do comportamento a partir das observações diretas

Comportamento	Observação
Ócio	Parado, em posição alerta (orelhas e para cima) ou relaxada (orelhas e pescoço para baixo), dormindo, sem realizar qualquer outra atividade;
Descanso	Deitado em decúbito esternal ou lateral;
Alimentação	Ingestão de ração ou feno / dieta completa;
Deslocamento	Movimentação em círculos, para frente ou para trás, diagonal;
Água	Ingestão de água;
Outros	Defecando, urinando

Fonte: Autoria própria.

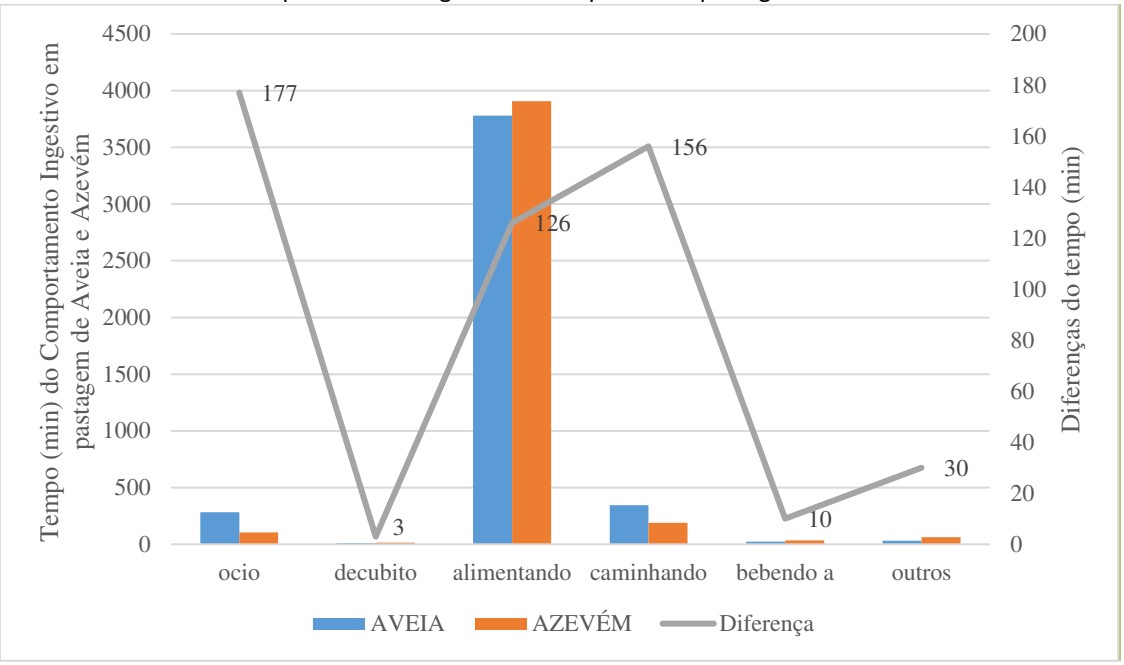
Foi realizado um treinamento da equipe com adaptação dos animais (nas duas pastagens) 7 dias antes do período experimental.

Os dados foram avaliados através de analise descritiva e correlação entre análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variações no comportamento dos equinos nas pastagens de aveia e azevém podem ser observadas na Tabela 1. Na pastagem de aveia os animais caminharam e permaneceram em ócio mais tempo do que na pastagem de azevém. Os equinos utilizam como base da seleção da sua dieta a preferência alimentar e praticam a seletividade nas estruturas das diferentes espécies de plantas. Preferência, pode ser denominada como a discriminação entre os diferentes componentes do pasto que estão acessíveis aos animais, havendo oportunidade de livre escolha (DITTRICH, 2005, P.61-67).

Gráfico 1. Comportamento ingestivo dos equinos em pastagem de aveia e azevém



Fonte: Autoria própria.

Dittrich (2001), trabalhando com pastagem de aveia e azevém verificou que a relação folha colmo do azevem apresentou maior redução após o período de pastejo, deve- se ao fato de que o azevém apresentou maior relação folha colmo, foi preferido e a quantidade de aveia não foi capaz de manter a relação folha colmo elevada. Seja ela pela preferência dos animais ou pela característica da estrutura da planta, uma vez que a qualidade das folhas é maior se comparada a dos colmos, facilitando assim a digestão do alimento ingerido.

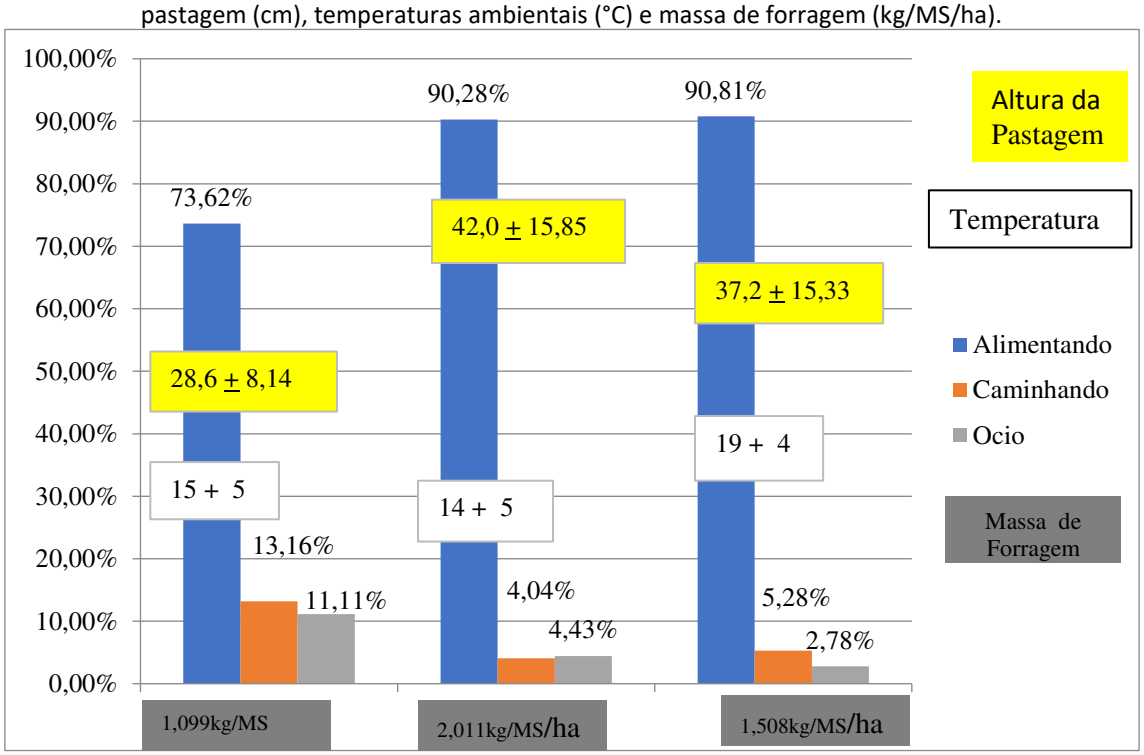
Gomes (2004), observou que há tendência de os animais consumirem dietas que otimizem sua ingestão de nutrientes digestíveis, aonde pastagens com maior densidade de folhas são as preferidas. Nesse mesmo estudo foi observado que os animais permaneceram maior tempo nos tratamentos de maior relação folha colmo, onde primeiramente foi preferido o azevém seguido do tratamento misto (azevém e aveia branca) e pôr fim a somente a aveia branca. O autor também verificou que há uma regressão linear com alta correlação encontrada quando se compara ao tempo de permanência dos animais e a relação folha colmo.

Gralak (2014, p.77-83), verificando que as forrageiras consorciadas de aveia e azevém e aveia e azevém isolados observaram que o cultivo de 100% de azevém em

semeadura apresenta maior relação folha colmo e maiores produções de massa seca de folhas maiores comparadas com os consórcios com aveia e somente aveia.

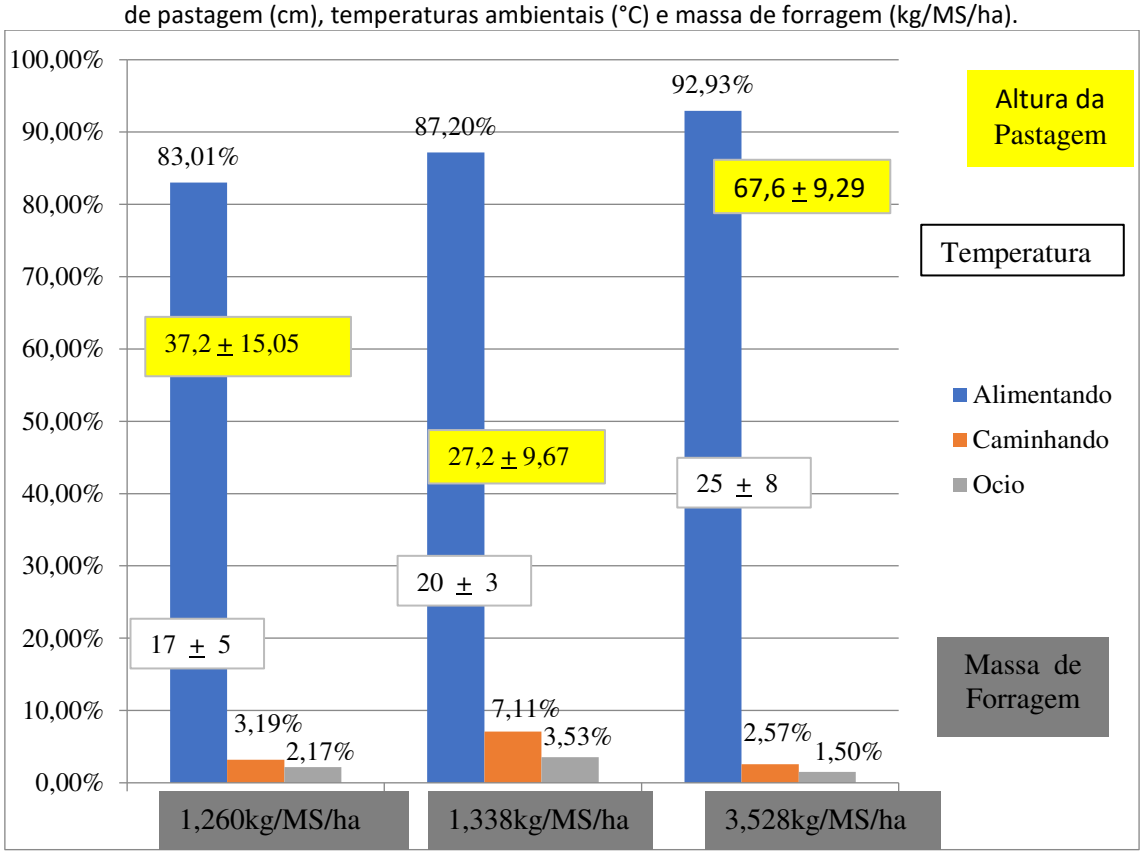
O comportamento ingestivo das éguas avaliadas em pastagem de aveia (*Avena estrigosa*) e em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) em diferentes períodos em que houveram temperaturas ambientais, alturas da pastagem e massa de forragem distintas estão apresentadas no gráfico 1 e 2, respectivamente.

Gráfico 2. Comportamento ingestivo de éguas em pastagem de aveia submetidas a diferentes, alturas de pastagem (cm), temperaturas ambientais (°C) e massa de forragem (kg/MS/ha).



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 3. Comportamento ingestivo de éguas em pastagem de azevém submetidas a diferentes, alturas de pastagem (cm), temperaturas ambientais (°C) e massa de forragem (kg/MS/ha).



Fonte: Autoria própria.

Em relação aos resultados descritivos da altura da pastagem, temperatura ambiental e quantidade de massa de forragem apresentados nos gráficos, esses demonstram pouca influência sobre o comportamento ingestivo. Fato confirmado pelas correlações dessas variáveis, apresentadas nas tabelas 2 e 3, respectivamente para pastagem de aveia e azevém.

Observou-se que não houve correlação significativa entre as variáveis de comportamento ingestivo das éguas em pastagem de aveia (tabela 2), massa de forragem, temperatura ambiental e altura da pastagem. Exceto, para decúbito e alimentação e outros comportamentos.

Tabela 2. Correlação das variáveis de comportamento ingestivo de equinos em pastagem de aveia preta.

	Temp.	Alt.	Alim.	Camin.	Ócio	Bebendo	Decúb.	Outros
Massa	0,94	0,96	0,92	-0,58	-0,73	-0,97	-0,88	0,55
Temp.	-	0,81	0,99*	-0,26	-0,46	0,99*	-0,99	0,22
Alt.		-	0,78	-0,77	-0,88	0,86	-0,72	0,75
Alim.			-	-0,21	-0,40	0,99	-0,99	0,17
Camin.				-	0,98	-0,35	0,13	-0,99*
Ócio					-	-0,54	0,32	-0,97
Beb.						-	0,97	0,31
Decúb.							-	-0,08

*p<0,05 ** p<0,001 *** p<0,00001 outros (urinando e defecando)
Fonte: Autoria própria.

Já quando avaliadas em pastagem de azevém, houve correlação significativa e positiva para as variáveis temperatura e alimentação, e temperatura e o ato de beber água. Dentro da temperatura máxima avaliada, 25°C, houve o maior período de alimentação e consequentemente passaram mais tempo bebendo água.

Entre os fatores que influenciam o comportamento e desempenho dos animais pode-se citar a temperatura ambiente. Um animal está na zona de conforto térmico ou de termoneutralidade, quando não há sensação de frio ou calor e o desempenho do animal é otimizado, para equinos essa faixa de temperatura ambiente varia de 5ºC a 25ºC (GONÇALEZ, 2015).

Tabela 3. Correlação das variáveis de comportamento ingestivo de equinos em pastagem de azevém anual.

	Temp.	Alt.	Alim.	Camin.	Ócio	Bebendo	Decúb.	Outros
Massa	-0,24	0,98	0,81	-0,89	-0,72	-0,71	-0,82	-0,83
Temp.	-	-0,03	0,35	-0,20	-0,50	-0,50	-0,35	-0,33
Alt.		-	0,93	-0,97	-0,85	-0,85	-0,93	-0,93
Alim.			-	-0,98	-0,99	-0,99	-0,99***	-0,99
Camin.				-	0,95	0,95	0,98	0,99
Ócio					-	0,99**	0,98	0,98
Beb.						-	0,98	0,98
Decúb.							-	0,99*

*p<0,05 ** p<0,001 *** p<0,00001 outros (urinando e defecando)
Fonte: Autoria própria.

Embora a densidade da pastagem e a proporção de folhas verdes também sejam importantes, a altura é a principal variável a ser considerada na avaliação da pastagem, pois é positivamente relacionada com o consumo (RADUNZ, 2005), sendo que ela determina o alcance da forragem pelos animais e a apreensão da mesma (STOBBS,1973, p.809-819). No entanto, neste trabalho, a altura da pastagem não obteve correlação significativa com nenhuma das variáveis estudadas.

As características estruturais das plantas, como altura, densidade e componentes como folha, colmo e inflorescência, interferem nesta seleção (DITTRICH, 2005, p.61-67) e determinam a probabilidade dos seus componentes serem removidos pelo animal na realização de um bocado. Os cavalos, mantém sítios de menor altura e despendem maior tempo em pastejo nos mesmos (MÉNARD, 2002, p.120-133), mas esta estratégia, segundo Putman (1987, p.369-380), pode estar relacionada a evitar o pastejo em áreas de gramíneas altas contaminadas com fezes. Em pastagens cultivadas e livres de contaminação prévia por fezes, a escolha dos equinos é por dosséis mais altos e por plantas mais altas, demonstrada pelo maior tempo de pastejo nos dosséis de maior altura e por seleção de plantas mais altas, individualmente, os quais proporcionam maior dimensão de forragem colhida a cada bocado, tanto para gramíneas temperadas (NAUJECK, 2005, p. 95-100) quanto para gramíneas tropicais (DITTRICH, 2005, p. 61-67). As duas principais estruturas das plantas (folhas e caules) refletem também a qualidade do alimento colhido pelo cavalo.

4. CONCLUSÃO

Os animais apresentaram comportamentos pastejo diferentes nas duas pastagens avaliadas, mostrando que existe um diferencial entre aveia e azevém, o que pode estar relacionado com a palatabilidade, digestibilidade, sabor adocicado e preferência dos equinos.

Os equinos aumentaram o tempo de pastejo na pastagem de azevém, em relação as outras atividades observadas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Diego Sousa et al. Caracterização e restrições de forrageiras indicadas para as diferentes espécies de animais de produção–revisão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 1, p. 215-237, 2017.

BAILEY, D.W. et al. Mechanisms that resultin large herbivore grazing distribution patterns **Journal of Rangeland Management**, v. 49, p.386-400, 1996

CAMBRUSSI, et al. **A utilização da aveia na dieta de equinos**. UNIPAR, v. 9, n. 1, p. 83-89, 2006.

DITTRICH, J. R. et.al Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **Revista. Brasileira.de Zootecnia**., v.39, p.130-137, 2010.

DITTRICH, J.R. **Relações entre a estrutura das pastagens e a seletividade de eqüinos em pastejo**. 2001. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, 2001.

DITTRICH, J.R. et al. Preferência de eqüinos em pastejo: efeito da altura de dosséis de gramíneas do gênero Cynodon. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.61-67, 2005.

DURANT, D.et al. Feeding patch selection by herbivorous Anatidae: the influence of body size, and of plant quantity and quality. **Journal of Avian Biology**, v. 35, p. 144-152, 2004.

GARAGORRY, F. C. et al. **Alternativas de manejo de pastagem natural submetida a pastoreio rotativo**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

GOMES, Clemilson Sombrio. Azevém e aveia branca como fator de influência no comportamento ingestivo de equinos. 2004.

GRALAK, E. et al. Produção de forrageiras anuais de inverno sob densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 20, n. 1/2, p. 77-83, 2014.

GUERRA, P.J. Brasil tem o quarto maior rebanho equino do mundo, com5,8milhõesdecabeça. **ConselhoFederaldeMedicinaVeterinária**.Disponívelem:<http://www.cfmv.org.br/portal/noticia.php?cod=606. Acesso em: 05 de abril. de 2019.

MÉNARD, C.P. et al. Comparative foranging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. **Journal of Applied Ecology**, v.39, p.120-133, 2002.

MICOL, D.et al. Systèm d'élevage et d'alimentation à base de fourrage pour les chevaux. **INRA Production Animal**, Saint-Genès-Champanelle, v.10, p. 363-374, 1997.

MOREIRA, C. M. **Palatabilidade e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes de inclusão de polpa cítrica para equinos** [Dissertação de Mestrado]. Pirassununga. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, São Paulo, Brasil, 2014.

GONÇALEZ, et al. 2015. Bem-estar animal na mídia: **análise de uma década em revistas de jornalismo rural.**

NAUJECK, A.et al. Influence of sward height on diet selection by horses. **Animal Science**, v.77, p.95-100, 2005.

RADUNZ, Edson**. A estrutura de gramíneas do gęnero Cynodon e o comportamento ingestivo de eqüinos**. 2005.

STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 809-819, 1973.

PUTMAN, R.J.et al. Food and feeding behaviour of cattle and ponies in the New Forest Hampshire**. Journal of Applied Ecology**, v.24, p.369-380, 1987.

CAPÍTULO XVIII

ESCORE CORPORAL DE ÉGUAS CRIOULAS E DESENVOLVIMENTO DOS POTROS

BODY SCORE OF CRIOULO MARES AND FOALS DEVELOPMENT

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-18

Jenifer Ribeiro Heydt [1]
André Eduardo Mello Cerbaro [2]
Nátia Freire Rodrigues [2]
Magda Pierezan [2]
Alexandre Massolino [2]
Bruna Britto [3]
Jaqueline Schneider Lemes [4]

[1]Graduanda do curso de Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[2]Zootecnista. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM
[3]Médica Veterinária. Universidade de Passo Fundo
[4]Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

RESUMO

Objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da condição corporal de éguas no terço final da gestação sobre o desenvolvimento dos potros, perfil metabólico e composição do leite. O trabalho foi conduzido na Agropecuária Bier em Passo Fundo - RS. Foram utilizadas 5 éguas prenhes (durante o terço médio e final da gestação) da raça Crioula, divididas conforme seu escore corporal (moderadas e obesas). Foram acompanhados os pesos aos 8 e 120 dias dos potros. Para avaliação do perfil metabólicos foi realizada coletas no pré-parto (éguas), e dos potros no período do 08° e 30° dias de vida, onde foram mensurados: albumina (AL), colesterol (CT), glicose (G), magnésio (MG) e proteínas totais (PPT). Para avaliação de qualidade de leite, foram coletadas amostras de 10ml, após 7 dias do nascimento dos potros, e a segunda amostra após os 30 dias. Os potros filhos de éguas com condição corporal alta apresentaram 15,5kg a mais de peso no oitavo dia de vida do que potros filhos de éguas com condição corporal moderada, e nos 120 dias potros de éguas condição corporal alta foram 40,3kg mais pesados. Quando avaliados sangue apenas o nível de colesterol total das éguas com condição corporal moderada estava abaixo do padrão (padrão 75 a 150 mg/dl). Para potros a avaliação dos metabolitos de glicose (padrão 137 a 193 mg/dl) e proteína (padrão 5,2 a 8,0 mg/dl) do 8° e 30° dia de vida, encontraram-se fora dos padrões de referências. Para o grupo de condição corporal alta (éguas e potros), apenas os níveis de proteína (padrão 5,2 a 7,9) e magnésio (padrão 2,2 a 2,8) apresentaram fora dos padrões de normalidade para as éguas, já os potros, glicose (padrão 137 a 193 mg/dl) ao 8° dia de vida estava abaixo e proteína (padrão 5,2 a 8,0 mg/dl) para 8° e 30° dia de vida também se encontram abaixo para os valores de referências. Já na composição do leite, éguas com condição corporal alta obtiveram resultados de gordura, proteínas, sólidos totais e caseína superiores a éguas de condição corporal moderado, apenas para lactose que o resultado foi inferior para condição corporal alta.

Palavras-chave: Perfil metabólico. Peso corporal. Leite de égua.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effects of the body condition of mares in the last third of gestation on foal development, metabolic

profile, and milk composition. The work was carried out at Agropecuária Bier in Passo Fundo - RS. Five pregnant mares (in the middle and last third of gestation) of the Crioula breed were used, classified according to their body value (moderate and obese). The weights of the foals were checked at 8 and 120 days of age. For the evaluation of the metabolic profile, the following values were measured in the mares (prepartum) and in the foals between the 8th and 30th day of life: Albumin (AL), Cholesterol (CT), Glucose (G), Magnesium (Mg) and Total Protein (PPT). To evaluate milk quality, 10 ml of milk was collected 7 days after foal birth and the second sample was collected after 30 days. Foals of mares with high body condition were 15.5 kg heavier than foals of mares with moderate body condition on the eighth day of life, and after 120 days, foals of mares with high body condition were 40.3 kg heavier. In blood evaluation, only the total cholesterol level of mares with moderate body condition was below the standard (standard 75 to 150 mg/dl). In the foals, the evaluation of glucose metabolites (standard 137 to 193 mg/dl) and protein (standard 5.2 to 8.0 mg/dl) on the 8th and 30th day of life were outside the reference standards. In the high body condition group (mares and foals), only protein (standard 5.2 to 7.9) and magnesium (standard 2.2 to 2.8) levels were outside the normal range in mares, and in foals, glucose levels (standard 137 to 193 mg/dl) on day 8 of life and protein levels (standard 5.2 to 8.0 mg/dl) on days 8 and 30 were also below the reference values. In milk composition, mares with high body condition obtained better results in fat, protein, total solids and casein than mares with moderate body condition, only in lactose the result was lower in high body condition.

Keywords: Metabolic profile. Body weight. Mare's milk.

1. INTRODUÇÃO

A criação e utilização de equinos ocupam posição de destaque nos países desenvolvidos e, principalmente, naqueles em desenvolvimento (MATTOS et al., 2010), em virtude de tais animais destacarem-se em aspectos econômicos por desempenharem as funções de sela, carga, tração e, mais atualmente, recurso terapêutico (ALMEIDA; SILVA, 2010). No Brasil, especificamente, a literatura relata que os primeiros equinos chegaram em 1549, com criação iniciada formalmente em conjunto com o gado bovino, o que foi, segundo Lima et al. (2006), fundamental para o desenvolvimento da colônia. Hoje o país possui o maior rebanho de equinos da América Latina, com efetivo estimado em 5,8 milhões de cabeças (IBGE, 2019), que se concentram, majoritariamente, na região Sudeste, seguida pela região Nordeste.

O período gestacional e de lactação é um desafio para o organismo materno, já que a manutenção da nutrição materna e fetal requer uma série de eventos biológicos, muitas vezes ainda inexplicável, assim como, a importância para o desenvolvimento esquelético, indispensável na formação do feto e para um bom desempenho fisiológico e hormonal. Diferentes fases da gestação expressam características e demandas distintas, sendo assim, perfis hematológicos e bioquímicos devem ser definidos para diferentes raças e ciclo reprodutivo, visando uma melhor compreensão das alterações

que ocorrem no período de transição, assim como a avaliação dos parâmetros clínicos (SILVA, 2018).

A concentração sanguínea de um determinado metabólito é indicador do volume de reservas de disponibilidade imediata. Esta concentração é mantida dentro de certos limites de variação fisiológica, consideradas como valores de referência. Os animais que apresentarem concentrações sanguíneas fora dos valores de referência são animais que podem estar em desbalanço nutricional, ou alterações orgânicas que condicionam uma diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação de nutrientes (MUNDIM, 2011).

Os resultados clínicos e laboratoriais durante as primeiras horas de vida refletem a qualidade de vida intrauterina e demonstram o padrão clínico-metabólico dos neonatos (AXON; PALMER, 2008), podendo ser úteis para realização de um diagnóstico precoce, auxiliando no estabelecimento de um prognóstico em potros doentes (AOKI; ISHI, 2012) e permitindo caracterizar o grau de resposta neonatal (MORRESEY, 2005).

De acordo com Marchiori et al. (2015), as fêmeas Crioulas tendem a aumentar ainda mais seu ganho de peso quando deixam a atividade atlética e são encaminhadas para a reprodução, e a morfometria em éguas Crioulas no terço final de gestação possibilita a identificação de gestantes obesas. Medidas como a espessura de gordura subcutânea na região da base da cauda (GENTRY et al., 2004), a circunferência do pescoço e a altura da crista do pescoço podem fornecer estimativas indiretas de resistência à insulina e de adiposidade corporal (DUGDALE et al., 2011; AMARAL, et al., 2017).

O leite materno é principal fonte de energia para os potros nos primeiros meses de vida, e a ingestão deste determina o seu crescimento (DOREAU; MARTUZZI, 2006), o neonato equino necessita da ingestão de colostro para adquirir imunidade a um grande número de patógenos. Os potros nascem sem anticorpos circulantes e a proteção é obtida através da transferência passiva de imunoglobulinas da mãe para o recém-nascido. O leite fornece nutrientes, células, enzimas, vitaminas, minerais, hormônios e fatores trópicos responsáveis pelo rápido crescimento de potro (NIKKHAH et al., 2012). A disponibilidade dos nutrientes do leite varia durante o ciclo de lactação (MARIANI et al.,2001). Os potros mamam aproximadamente 70 vezes/dia nos primeiros dias após o

nascimento, 30 vezes/dia no primeiro mês de idade e 25 vezes/dia aos 4 meses (DOREAU; MARTUZZI, 2006).

Segundo Cintra (2011), os potros nascem, em média, com 60-70% da sua altura final em idade adulta, atingindo 95% aos 24 meses e encerrando seu desenvolvimento corporal aos 60 meses, alternando proporcionalmente ao sexo, raça e indivíduo. A fêmea diferencia-se por geralmente apresentar desenvolvimento tardio. No entanto, Rezende et al. (2012) afirmaram que os potros atingem 80% de sua altura até a época de desmame e 90% aos 12 meses.

Desde modo o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da condição corporal (CC) da égua no terço final da gestação sobre o desenvolvimento dos potros. Verificando a influência do perfil morfométrica da égua e seus efeitos sobre o perfil metabólico, composição de leite e crescimento dos potros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Agropecuária Bier em Passo Fundo - RS. Foram utilizadas 5 éguas prenhes (durante o terço médio e final da gestação) da raça Crioula, divididas conforme seu escore corporal (moderadas e obesas).

Para avaliação de escore de condição corporal (CC) dos animais, foi observada a aparência e realizada palpação da cobertura de gordura. Esta escala de escore condição corporal varia de 0 até 5 no sistema de avaliação proposto Carrol e Huntington (1988), este sistema adota uma classificação de 0 (animal muito magro) a 5 (animal muito gordo), considera-se a avaliação visual e palpação do acúmulo de gordura no pescoço, tronco (dorso lombo e costelas) e garupa.

As éguas foram avaliadas do terço médio ao final da gestação no período do pré-parto. Foram realizadas nas éguas, a seguinte avaliação: espessuras de gordura subcutânea na base da cauda (EGBC), a gordura subcutânea das éguas foi mensurada uma semana após o parto, utilizando ultrassonografia, no exame utilizamos transdutor retal de 7 MHz e ajuste automático de frequência, com um aparelho de ultrassom dp 20, na região da base da cauda, lateral direita, tendo como ponto base de obtenção de imagem 4 dedos da mesma.

Para avaliação do perfil metabólicos das fêmeas gestantes, foi coletado 10 ml de sangue por punção venojugular. A coleta foi realizada no período do pré-parto, e dos potros as coletas foram feitas no período 8° e 30° dia de vida, após as coletas as amostras eram enviadas para o laboratório da UFSM Campus Palmeira das Missões onde foram mensurados: albumina (AL), colesterol (CT), glicose (G), magnésio (MG) e proteínas totais (PPT).

Quanto nos potros (do nascimento até os 120 dias de idade) foi realizado as seguintes avaliações: peso corporal (PC) e Ganho médio diário (GMD).

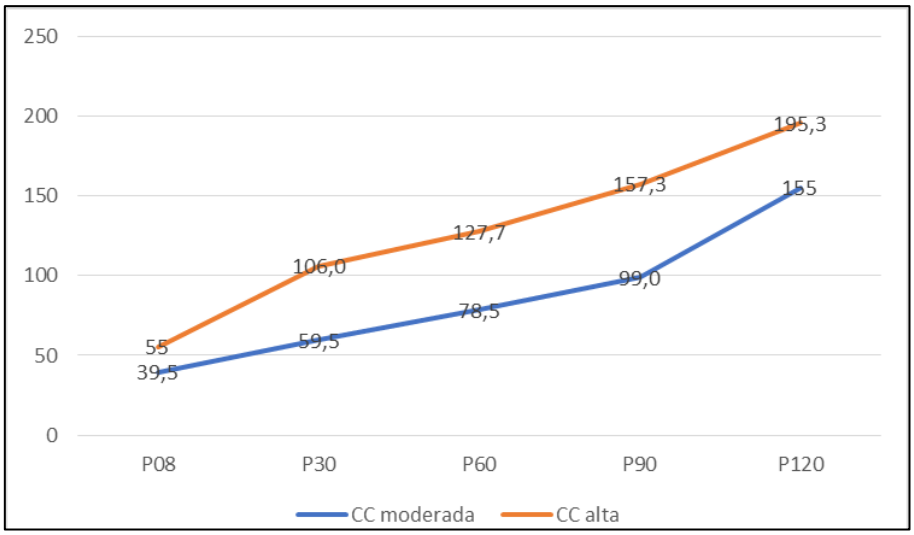
Para avaliação de qualidade de leite, foram coletadas amostras de 10ml, após 7 dias do nascimento dos potros, e a segunda amostra após os 30 dias. As amostras foram identificadas e embaladas em caixa isotérmica contendo gelo e foram encaminhadas para o laboratório de análises de leite (SARLE), na Universidade de Passo Fundo (UPF), para realização das seguintes avaliações: gordura, proteínas, lactose, sólidos totais, caseínas.

Os dados foram tabulados e analisados por média e desvio padrão no Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No gráfico 1 está apresentado o desempenho dos potros, filhos de éguas de CC alta e moderada, ao longo dos 120 dias de avaliação. Os potros de éguas com condição corporal (CC) alta ganharam 140,3 kg desde o 8° dia de vida até o 120° dias, já os potros de éguas com condição corporal (CC) moderada tiveram um desempenho de 115,5 kg durante o mesmo período.

Gráfico 1 - *Desempenho* de potros do 8º ao 120º dia de vida, filhos de éguas com condição corporal (CC) moderado e alta



Fonte: Autoria própria.

Resultados semelhantes são encontrados no estudo de SMITH et al. (2015) para a raça Puro Sangue de Corrida, no qual a condição corporal das mães se correlacionou com o peso do potro ao nascer, e éguas obesas tiveram potros mais pesados ao nascimento.

Geor et al. (2013) relataram que a nutrição adequada da égua durante a gestação e o período de lactação é essencial para que durante a amamentação o animal receba os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, principalmente no período em que o potro depende apenas do aleitamento materno, ou seja, nos três primeiros meses de vida.

A partir do terço final da gestação, o animal apresenta um aumento na taxa de crescimento e ganho de peso diário, sendo seu pico atingido próximo ao primeiro mês de vida, diminuindo posteriormente à medida que muda sua taxa de conversão alimentar. Proteínas, minerais, vitaminas e energia, são nutrientes altamente requeridos por animais em crescimento, principalmente, no primeiro ano de vida, onde osso e o músculo, são as principais estruturas formadas (CINTRA, 2011; FRAPE, 2016; LOPES, 2016)

Os potros de éguas com condição corporal (CC) alta apresentaram 15,5 kg a mais de peso no oitavo dia de vida do que potros filhos de éguas com condição corporal (CC) moderada, e nos 120 dias potros de éguas CC alta foram 40,3 kg mais pesados. E em relação ao ganho médio diário (GMD), os potros filhos de éguas com condição corporal

(CC) alta, ganharam 151 gramas por dia a mais do que os potros de éguas com condição corporal (CC) moderada.

Sabendo que os potros eram da mesma raça e suas mães tiveram o mesmo manejo alimentar, provavelmente, esta diferença é justificada pelo melhor aporte nutricional que a égua disponibilizou para seu potro no terço final da sua gestação, já que é comprovado que, 70% do crescimento e principalmente formação do sistema digestório dos potros, sucede nesta etapa da gestação (BENDER, 2014).

As avaliações de gordura subcutânea das éguas e a composição do leite aos 30 dias após o parto estão apresentados na tabela 1. As éguas de condição corporal (CC) alta, apresentam 1 cm a mais de gordura subcutânea do que as éguas de condição corporal (CC) moderada.

Segundo Kasinger et al. (2020) a gordura subcutânea, indica uma possível predisposição a um maior acúmulo precoce de gordura em potros filhos de éguas obesas, reforçando a necessidade de um manejo nutricional adequado e de acompanhamento desses animais.

Já a composição do leite, éguas com condição corporal (CC) alta obtiveram resultados de gordura, proteínas, sólidos totais e caseína superiores a éguas de condição corporal (CC) moderado, apenas para lactose que o resultado foi inferior para condição corporal (CC) alta. Os valores verificados se mantiveram na média relatada pela literatura para as mais diversas raças estudadas, conforme relatado por Santos et al. (2005).

A lactose é o principal carboidrato do leite e um dos principais determinantes do volume do leite, pois representa cerca de 50% da pressão osmótica deste alimento. Este constituinte varia conforme o estágio de lactação (ULLREY et al. 1966) e alimentação (PAGAN; HINTZ, 1986). No fim da lactação a gordura, proteína, sólidos e minerais aumentam ao passo que o conteúdo de lactose diminui (BROZOS et al., 1998; HAENLEIN, 2001; HAENLEIN, 2004).

Tabela 5 - Avaliações de gordura subcutânea e composição do leite, e seus respectivos desvios padrão da média, aos 30 dias de éguas com condição corporal (CC) moderada e alta

Variáveis	CC MODERADA	CC ALTA
Gordura Subcutânea (cm)	1,97 ± 0,65	2,97 ± 0,93
Gordura (g)	1,69 ± 0,02	2,09 ± 0,15
Proteínas (g)	2,18 ± 0,24	2,48 ± 0,25
Lactose (g)	6,39 ± 0,11	6,18 ± 0,06
Sólidos Totais (g)	11,19 ± 0,14	11,51 ± 0,72
Caseínas (g)	1,42 ± 0,21	1,65 ± 0,18

Fonte: Autoria própria.

Na tabela 2 estão apresentados os valores de metabólitos sanguíneos dos potros, filhos de éguas com condição corporal (CC) alta e moderada, aos 8° e 30° dias de vida e de suas respectivas mães no pré-parto.

As éguas em condição corporal (CC) alta mantiveram os níveis de glicose e colesterol dentro dos padrões de referência para espécie (KANEKO, 1997; MEYER; HARVEY, 2004), no entanto os níveis de proteína (padrão 5,2 a 7,9) e magnésio (padrão 2,2 a 2,8) apresentaram fora dos padrões de normalidade. Já éguas de condição corporal moderada apresentaram o nível de colesterol total abaixo do padrão (padrão 75 a 150 mg/dl), os outros valores para os metabolitos permanecem dentro dos padrões de referências.

Avaliando valores de metabolitos dos potros filhos de éguas com condição corporal (CC) alta, glicose (padrão 137 a 193 mg/dl) ao oitavo dias de vida está abaixo e proteína (padrão 5,2 a 8,0 mg/dl) para oitava e trigésimo dia de vida também se encontram abaixo para os valores de referências de potros (BAUER, 1984; KITCHEN, ROSSDALE 1975). Para potros filhos de éguas com condição corporal (CC) moderada, a avaliação dos metabolitos de glicose (padrão 137 a 193 mg/dl) e proteína (padrão 5,2 a 8,0 mg/dl) do oitavo e trigésimo dia de vida, encontraram-se fora dos padrões de referências. Os outros metabolitos tanto para o oitavo dia de vida quanto para trigésimo dia de vida então dentro dos padrões para potros filhos de éguas com condição corporal (CC) alta e moderada.

Tabela 6 - Avaliação dos metabolitos, e seus respectivos desvios padrão da média, de potros do 08° e 30° dias de vida e de éguas condição corporal (CC) moderada e alta no pré-parto

	CONDIÇÃO CORPORAL MODERADA			CONDIÇÃO CORPORAL ALTA		
Metabolitos (mg/dl)	Potros (08 dias)	Potros (30 dias)	Éguas	Potros (08 dias)	Potros (30 dias)	Éguas
Albumina	2,48 ± 0,18	2,84 ± 0,09	-	2,07 ± 1,19	3,23 ± 0,14	-
Colesterol	231,75 ± 12,36	166,56 ± 16,92	62,45 ± 7,23	162,27 ± 93,69	136,91 ± 28,26	87,67 ± 51,20
Glicose	106,51 ± 28,99	118,84 ± 18,22	76,96 ± 2,48	103,35 ± 59,82	154,29 ± 59,00	69,04 ± 40,89
Magnésio	2,35 ± 0,06	1,92 ± 0,45	2,20 ± 1,23	1,38 ± 0,80	1,04 ± 0,40	1,63 ± 0,97
Proteínas	3,29 ± 0,42	2,99 ± 0,35	7,89 ± 1,64	2,70 ± 1,56	2,39 ± 0,22	8,14 ± 4,70

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar a tabela, pode-se perceber que os filhos de éguas com condição corporal (CC) moderada aos 8° e aos 30° dias tiveram proteína, colesterol, magnésio mais elevado em que os potros filhos de éguas com condição corporal (CC) alta. Já as éguas, apresentam valores mais elevados nas avaliações de proteína e colesterol na tabela de condição corporal (CC) alta em comparação com as éguas de condição corporal (CC) moderada.

A albumina está em maior quantidade que as globulinas e, responde por cerca de 80% da pressão oncótica do sangue, impedindo que a água passe do sangue para os tecidos. Também é uma importante proteína transportadora, com significativa participação no transporte de ácidos graxos livres, ácidos biliares, bilirrubina, cálcio, hormônios e medicamentos. A albumina é sintetizada no fígado, atinge a corrente sanguínea e sua metabolização ocorre na maioria dos tecidos. A meia vida da molécula de albumina circulante é cerca de 20 dias em equinos (LASSEN, 2007).

O colesterol é um importante esterol em mamíferos, atuando em diversas etapas fisiológicas como a formação de membranas celulares e regulação da transdução de sinal nas células (VASILENKO, 2016). A concentração de colesterol no sangue, pode ser definida a partir de fatores, como por exemplo a quantidade de alimentos que são ingeridos e absorvidos, bem como pela porção sintetizada no fígado e pela quantidade que é reabsorvida (AOKI; ISHII, 2012).

A glicose sanguínea apresenta fluxo constante, sendo transportada de sua fonte a diversas partes do corpo. Em condições normais existe equilíbrio entre a sua produção e utilização (ARDUINO, 1962). É controlada pela interação de vários fatores, como tempo após a última refeição, influência hormonal, nervosa e uso de glicose pelos tecidos periféricos, como músculo esquelético. O tempo após a última refeição é importante apenas em animais monogástricos, nos quais a ingestão de alimento é seguida pelo aumento da glicemia (LASSEN, 2007).

O magnésio participa da manutenção do metabolismo celular, processo de mineralização óssea, manutenção do equilíbrio ácido básico dentre outras funções. Neste sentido, a regulação dos níveis desses minerais no recém-nascido torna-se importante para o desenvolvimento ósseo adequado durante a fase de crescimento (KANEKO et al., 1997).

As proteínas são as substâncias orgânicas que desempenham o maior número de funções no organismo animal e sofrem alterações de importância clínica, principalmente nos processos inflamatórios, bacterianos, imunológicos, parasitários e metabólicos. O aumento da proteína plasmática ocorre na desidratação, devido à perda de líquido e na estimulação da resposta imune, como no caso de vacinação, doenças autoimunes e inflamação crônica. Outros fatores responsáveis por alterações nas proteínas é a lactação e nutrição (CAMPELO, 2008). A variação de valores nas concentrações das proteínas séricas, observada em neonatos com menos de 12 horas de vida é maior, quando comparada aos momentos posteriores. Ocorre elevação progressiva na concentração de proteína a partir do nascimento, devido a ingestão do colostro (BAUER, 1990).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Éguas Crioulas com condição corporal (CC) alta produzem leite com maior ter de gordura e proteínas em relação a éguas com condição corporal (CC) moderada, além de produzirem potros mais pesados até os 120 dias de idade. As éguas em obesidade podem ser mais susceptíveis a desenvolver alterações no metabolismo hormonal relacionadas ao sobrepeso e obter como consequência a produção de potros com alterações de peso no momento do nascimento e que possam apresentar alterações

metabólicas futuras, como doenças ortopédicas do desenvolvimento, osteoartrites ou até mesmo alterações cardiovasculares. A compreensão dessas enfermidades e suas consequências tanto para a saúde materna quanto para saúde e performance atlética futura desses potros é de fundamental importância para o correto manejo e criação, visando otimizar a saúde e bem-estar desses animais a longo prazo e consequentemente ter reflexo no seu valor econômico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.Q.; SILVA, V.P. Progresso científico em equideocultura na 1ª década do século xxi. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.119-129, 2010.

AOKI, T.; ISHII, M. Hematological and biochemical profiles in peripartum mares and neonatal foals (heavy draft horse). **J Equine Vet Sci.,** v.32, p.170-176, 2012.

ARDUINO, F. Diabetes mellitus e suas complicações. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1962, 524p.

AXON, J.E.; PALMER, J.E. Clinical patology of the foal. Vet equine clin., n. 24, p. 357-385, 2008.

BAUER, J.E.; HARVEY, J.W.; ASQUITH, R.L. et al. Clinical chemistry reference values of foals during the first year of life. **Equine Vet J**;16(4):361–3, 1984.

BROZOS, C. et al. Effects of long-term recombinant bovine somatotropin (bst) administration on milk yield, milk composition and mammary gland health of dairy ewes. Small Ruminant Research, v. 29, n. 1, p. 113-120, 1998.

CAMPELO, J.A.C.S. Perfil bioquímico sérico de éguas gestantes e não gestantes das raças brasileiro de hipismo e bretão. (Tese Doutorado em Medicina Veterinária), Jaboticabal, 2008.

CINTRA, A. G. Genética x alimentação x manejo/treinamento. In: cintra, a. G. O cavalo - características, manejo e alimentação. 1.Ed. Roca: São Paulo, 2011.

DOREAU, M.; MARTUZZI, F. Fat contente and composition of mare's milk. Nutrition and feeding the broodmare. Eaap Publication. 120: 77- 84, 2006 (A).

DUGDALE, A.H.A.; CURTIS, G.C.; CRIPPS, P.J. et al. Effect of season and body composition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares. **Vet. J.,** v.109, p.379-387, 2011.

GENTRY, L.R.; THOMPSON, D.L.; GENTRY, G.T. et al. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. J. **Equine Vet. Sci.,** v.24, p.198-203, 2004.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, n. 1, p. 155-163, 2004.

HAENLEIN, G.F.W. The nutritional value of sheep milk. **International of Journal Animal Science**, v. 16, p. 253-268, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019. Produção da Pecuária Municipal. Online. Disponível na Internet.

KANEKO, J. J., HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. Appendixes. In: KANEKO, J. J. Clinical biochemistry of domestic animals. 5.ed. San Diego: Academic Press, p.885-905, 1997.

KASINGER, S. BRASIL, C.L. SANTOS, A.C. VIEIRA, P.S. TORRES, A.J. NOGUEIRA, C.E.W. ROLL, V.F.B. Influência da adiposidade durante a gestação de éguas da raça crioula sobre o acúmulo de gordura em seus potros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.72, n.2, p.411-418, 2020.

KITCHEN, H.; ROSSDALE, P.D. Metabolic profiles of newborn foals. **J. Reprod. Fert., Suppl.** 23, p.705-707, 1975.

LASSEN, E.D. Avaliação laboratorial das proteínas do plasma e do soro sanguíneo. In: _____. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária.** 1ª ed. São Paulo: Roca, p.376-390, 2007.

LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. Estudo do complexo do agronegócio cavalo. Piracicaba: ESALQ/USP, 250p, 2006.

MARCHIORI, M.O.; KASINGER, S.; SILVA, K.R. et al. Medidas comparativas do padrão morfométrico e perfil energético de éguas crioulas no terço final da gestação, com diferentes escores corporais. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. v.67, p.707-715, 2015.

MARIANI, P. et al. Physicochemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of haflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. Animal Research. 50: 415-425. 2001

MATTOS, P.; RODRIGUES, R.G.; CELIA, A.P.; SAGGIN, K.D.; PADILHA, A.C.M. O perfil empreendedor do criador de cavalo crioulo no estado do rio grande do sul. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 48, Campo Grande - MS. 2010.

MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis. 2.ed. Philadelphia: Sauders, 351p, 2004.

MORRESEY, P.R. Prenatal and perinatal indicators of neonatal viability. Clin. Tech. Equine Prac., v.4, p.238-249, 2005.

MOUSQUER, M. A. Obesidade em éguas durante a gestação. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, volume 21, p 357- 371 nº2, 2019.

MUNDIM, A.V. et al. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de team penning. **Pesq. Vet. Bras.** vol.31 no.1 Rio de Janeiro Jan. 2011.

NIKKHAH, A. Equidae milk promises substitutes for cow and human breast milk. Turkish **Journal Of Veterinary And Animal Sciences**. 36(5): 470-475, 2012.

PAGAN, J.D.; HINTZ, H.F. Composition of milk from pony mares fed various levels of digestible energy. Cornell Veterinary, v.76, n.2, p.139-148, 1986.

REZENDE, A.S.C.; COSTA, M.L.L.; SANTIAGO, J.M. Nutrição de potros. In: V Simpósio Internacional Do Cavalo Atleta, 2011, Minas Gerais. Anais... Minas Gerais: **Revista V&Z Em Minas** - Suplemento Especial. P. 33-39. 2012.

SANTOS, E.M. Lactação em éguas da raça mangalarga marchador: produção e composição do leite e ganho de peso dos potros lactentes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 627-634, 2005.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. Estratégia para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 314p. 2007.

SILVA, M. O. Avaliação clínica e laboratorial em éguas mangalarga marchador durante o período de transição mantido a pasto. Viçosa/Mg, 2018.

SILVA, N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Valéria Christina Amstalden - São Paulo: Livraria Varela, 1997.

SMITH, S.; MARR, C.M.; MENZIES-GOW, N.J. The effect of obesity and endocrine function on foal birthweight in thoroughbred mares. **Equine Vet. J**., v.47, Suppl.48, p.2-28, 2015.

ULLREY, D. E.; SRUTHER, R. D; HENDRICKS, D. G.; BRENT, B. E. Composition of mare's milk. **J. Anim. Sci.**, V.25, P.217-222, 1966.

VASILENKO, T.F. Multidirectional changes in the blood cholesterol in mammals of diferente species during pregnancy and lactation. **International Journal of Science**: Basic and Applied Research, v.30, n.2, p.59-70, 2016.

RISCOS DE ACIDENTES COM ANIMAIS PEÇONHENTOS NO INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* SANTA INÊS

RISK OF ACCIDENTS OF ANIMALS WITH POISON IN INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* SANTA INÊS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-19

Rosângela Dias Pedreira [1]
Fred da Silva Julião [2]

[1] Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal Baiano *Campus* Santa Inês – IF Baiano
[2] Professor do Instituto Federal Baiano *Campus* Santa Inês – IF Baiano Santa Inês

RESUMO

Os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil são os escorpiões, serpentes e aranhas. Este trabalho objetivou investigar os riscos de acidentes com animais peçonhentos no IF Baiano *Campus* Santa Inês. Para a realização do estudo foi elaborado um questionário devidamente padronizado, para cada grupo de público alvo: alunos e servidores. A entrevista foi feita de forma coletiva, preenchendo um único questionário por sala para os alunos do Ensino Médio, assim como para os do Ensino Superior. Com os servidores a entrevista também foi realizada de forma coletiva, com um único questionário por setor de atuação com os presentes no momento da visita. Os entrevistados sinalizaram que os animais peçonhentos aparecem com frequência em vários departamentos da instituição, como os alojamentos que hospedam os alunos internos e principalmente nos diversos setores das unidades educativas de campo, sendo estas áreas mais propícias a ocorrer acidentes com animais peçonhentos. Sinalizaram também que o instituto é pouco iluminado, o que compromete a segurança dos alunos especialmente do noturno. Constatou-se que já houve acidentes com animais peçonhentos, tanto com alunos como com servidores dentro do instituto. Foi ressaltado que diante desses riscos nem todos da comunidade escolar se atenta as recomendações de métodos preventivos ao circular no *campus*. Portanto, realização de palestras informativas, realização de cursos de primeiros socorros, distribuição de panfletos e cartazes informativos sobre identificação de animais peçonhentos e métodos preventivos, podem ser estratégias de educação e prevenção para aumentar a atenção e vigilância entre os alunos e servidores.

Palavras-chave: Escola. Escorpião. Serpente. Aranha.

ABSTRACT

The venomous animals that cause most accidents in Brazil are scorpions, snakes and spiders. This work aimed to investigate the risks of accidents with venomous animals in the IF Baiano *Campus* Santa Inês. For the accomplishment of the study a questionnaire was duly standardized, for each group of target public: students and servers. The interview was done collectively, filling a single questionnaire per room for high school students, as well as for Higher Education students. With the servers the interview was also carried out collectively, with a single questionnaire per sector of action with those present at the time of the visit.Respondents pointed out that venomous animals often appear in various departments of the institution, such as lodges housing internal students and especially in the various sectors of the field educational units, and these areas are more prone to accidents with venomous animals. They also pointed out that the institute is poorly lit, which compromises students' safety especially at night. It was verified that there were already accidents with venomous animals, both with students and with servers inside the

institute. It was emphasized that in face of these risks, not all of the school community is aware of the recommendations of preventive methods when circulating on campus.Therefore, conducting informative lectures, conducting first aid courses, distributing leaflets and informative posters about identification of venomous animals and preventive methods, can be strategies of education and prevention to increase the attention and vigilance between the students and servants.

Keywords: School. Scorpio. Snake. Spider.

1. INTRODUÇÃO

Animais peçonhentos são aqueles que possuem glândulas de veneno e estruturas como dentes, ferrões ou aguilhões através das quais o veneno é injetado, para alimentação ou para a defesa (AUTO 2005; KOBLER, 2010). Exemplos desses animais são: escorpiões, serpentes, aranhas, água viva, formigas, peixe bagre, abelhas, vespas e marimbondos. Os três primeiros são os que mais provocam acidentes (WAKSMAN, 2014; SATO, 2018).

Os escorpiões são animais peçonhentos que mais causam acidentes em humanos e integram três espécies do gênero *Tityus: T.serrulatus* (escorpião amarelo, é o mais perigoso) (TULER, 2014), *T. bahiensis* (escorpião marrom), e *T.stigmurus* (escorpião preto). A gravidade das manifestações nos locais da picada é classificada como: leve, moderada e grave. As leves apresentam vômitos, taquicardia, agitação; as moderadas além dos sintomas sistêmicos, o indivíduo apresenta pressão alta e aumento da frequência cardíaca; e as graves causam sonolência, hipotermia e espasmos musculares (CUPO, 2003).

Os sintomas após o acidente com animais peçonhentos, ocorrem de acordo ao animal, no caso das serpentes o indivíduo pode apresentar dor intensa, inchaço, vermelhidão, bolhas, insuficiência renal aguda e necrose, dentre outras manifestações que se apresentam pela quantidade de veneno, idade e saúde do indivíduo (SEBILIA, 1989; Clarke, 2008). Segundo Martins (1995),no Brasil as serpentes peçonhentas consideradas mais perigosas ao homem são: *Bothrops jararaca* (jararaca), *Crotalus durissus* (cascavel), *Lachesis muta* (surucucu), *Micrurus lemniscatus* (coral verdadeira).

O Brasil apresenta três principais aranhas peçonhentas que causam muitos acidentes em humanos: *Loxoceles* (Aranha-marrom) a mais perigosa, *Phoneutria* (Armadeira) e *Latrodectus* (Viúva-negra) (TULER, 2014).

Em todos os casos de acidentes com escorpiões, serpentes e aranhas o tratamento deve ocorrer no ambiente médico, descartando qualquer possibilidade de automedicação. Procedimentos caseiros de: torniquete, aplicação de folhas, incisão e sucção no local da picada, pode prejudicar ainda mais. O correto é identificar o animal se possível, para facilitar e agilizar o uso de soro ou não, dependendo da avaliação médica (BRASIL, 2001).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sugerem algumas competências e habilidades a serem desenvolvidas no estudo da Biologia, tais como: conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista, cartilha e palestras sobre animais peçonhentos) incentivando os estudantes a serem cada vez mais sujeitos críticos e autores na busca de seus conhecimentos. (BRASIL, 2000).

No IF Baiano *Campus* Santa Inês é comum o aparecimento de animais peçonhentos, portanto a escola deve informar a comunidade escolar, sobre os animais peçonhentos, cuidados e prevenções para evitar o aparecimento deles próximo a suas casas e até primeiros socorros que são importantes para a vida cotidiana desses discentes dentro e fora da instituição.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva de estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa a respeito de levantamento de dados sobre os riscos de possíveis acidentes com animais peçonhentos no IF Baiano *Campus* Santa Inês.

O *Campus* fica localizado na região Sudoeste do estado da Bahia, dentro da mesorregião Centro Sul Baiano, entre o litoral Sul e a Chapada Diamantina. Está situado na zona rural do município de Santa Inês.

O município de Santa Inês possui clima quente, é uma região de caatinga, a qual possui uma variação de espécies de animais que contribui para a cadeia alimentar dos animais peçonhentos do local.

O instituto possui atividades de pecuária e agricultura. São desenvolvidas nas 10 Unidades Educativas de Produção (UEPs), a criação de suínos, bovinos, equinos, caprinos, ovinos, coelhos, aves (galinhas e codornas) e abelhas (com e sem ferrão). As

aulas práticas são realizadas pelos alunos nestes setores, na área de agricultura (horta) e nos laboratórios, além da parte pedagógica do ensino médio e superior que é realizada em sala de aula. O funcionamento do IF Baiano é realizado nas dependências da propriedade escolar que conta com área de 166 hectares.

Figura 1 - Imagem do IF Baiano *Campus* Santa Inês



Fonte: IF Baiano *Campus* Santa Inês

A pesquisa envolveu os estudantes dos Cursos Técnicos Integrados ao Nível Médio (Agropecuária, Alimentos e Zootecnia), Técnico Subsequente em Informática e de Graduação dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Licenciatura em Geografia e Bacharelado em Zootecnia. Também participaram da pesquisa servidores terceirizados e técnicos administrativos.

Foram elaborados dois modelos de questionários devidamente padronizados, testados e validados, para o público entrevistado (alunos e servidores) no intuito de pesquisar sobre as ocorrências de animais peçonhentos, primeiros socorros e acidentes com estes no IF Baiano *Campus* Santa Inês.

Para os alunos a entrevista foi feita de forma coletiva através de um único questionário por sala, contendo perguntas de múltiplas escolhas voltadas especificamente para as características da instituição e conhecimentos sobre animais peçonhentos. Este método possibilitou avaliar se os alunos tinham ciência dos riscos de ocorrência no *campus*. Os alunos foram entrevistados em sala, com a autorização do professor em exercício, momento este que foi escolhido para ter o máximo de entrevistados e considerando as respostas de ocorrências e conhecimentos. No primeiro momento a pesquisadora se apresentou para os alunos, decorrendo então, as perguntas

eram lidas e à medida que os discentes iam se identificando com as alternativas apontadas, eram contabilizadas e marcadas no questionário, contemplando assim as intenções de repostas indicadas.

A pesquisa realizada junto aos servidores também foi de forma coletiva, para o grupo presente em cada setor, através de um único modelo de questionário com múltiplas escolhas, contendo perguntas referentes às características da Instituição de trabalho e conhecimentos sobre animais peçonhentos. A entrevista iniciou-se também com a apresentação da pesquisadora em cada setor, onde a mesma mostrou o objetivo da pesquisa e perguntou se todos presentes no momento teriam disponibilidade e interesse para responder o questionário. As perguntas eram lidas pela pesquisadora e à medida que os funcionários respondiam de acordo com as alternativas a pesquisadora contabilizada e marcavam no questionário.

Os dados foram analisados frente às respostas dos entrevistados sobre o tema abordado, e inseridos em tabelas para serem interpretados e fazer levantamentos de hipóteses, facilitando a compreensão e conclusão dos relutados obtidos a respeito da situação real do *Campus* Santa Inês.

A realização desse estudo ocorreu após autorização dos gestores do IF Baiano *Campus* Santa Inês através de requerimento para coleta de dados bem como a divulgação dos resultados. Os dados coletados foram utilizados ao que se referia ao objetivo de investigar os riscos de acidentes com animais peçonhentos no *campus,* que contou com a participação de alunos e servidores onde foi acordado que suas identidades seriam mantidas em anonimato de foram que não houvesse qualquer prejuízo para as pessoas envolvidas.

3. RESULTADOS

A obtenção dos dados desse estudo ocorreu no mês de maio de 2018, através de questionários aplicados aos alunos do ensino médio, ensino superior e servidores de diversas áreas de atuação do *Campus* Santa Inês. As turmas entrevistadas estão especificadas na tabela 1, tendo em vista que os alunos do ensino médio dos primeiros anos não participaram da pesquisa, por se tratar de estudantes recém chegados na instituição. Os alunos dos Cursos Licenciatura em Geografia da turma 2017.2,

Licenciatura em Ciências Biológicas da turma de 2014.2 e Subsequente em Informática do turno vespertino não participaram, por não estarem presentes na instituição no momento da pesquisa, visto que a entrevista foi realizada em meados de maio, e o prazo para a entrega dos resultados já estava se esgotando.

Tabela 7 - Relação dos cursos, turmas e números de entrevistados.

Curso	Turma	Semestre	Total	Entrevistados
NÍVEL MÉDIO				
Técnico em Agropecuária	2º A	1º trimestre	40	37
	2º B	1º trimestre	40	35
	3º A	1º trimestre	25	14
	3º B	1º trimestre	26	23
Técnico em Alimentos	2º E	1º trimestre	21	13
	2º F	1º trimestre	22	16
	3º E	1º trimestre	22	22
	3º F	1º trimestre	17	12
Técnico em Zootecnia	2º C	1º trimestre	29	20
	2º D	1º trimestre	30	23
	3º C	1º trimestre	25	18
	3º D	1º trimestre	22	20
Técnico em Informática	2017.2	1º semestre	13	09
NÍVEL SUPERIOR				
Licenciatura em Ciências Biológicas	2015.2	5º	40	33
	2016.2	3º	34	26
	2017.2	1º	40	27
Licenciatura em Geografia	2014.2	7º	20	14
	2015.2	5º	42	27
	2016.2	3º	30	20
Bacharelado em Zootecnia	2014.2	7º	04	04
	2015.2	5°	05	03
	2016.2	3º	15	11
	2017.2	1º	31	26
		Total	**593**	**453**

Fonte: Autoria própria.

As turmas do ensino médio dos 2º e 3º anos dos cursos Técnicos em alimentos, Zootecnia, Agropecuária e Informática com uma faixa etária de 14 a 18 anos, possuem 322 matriculados, desses alunos 262 foram entrevistados os quais 33,97% (89/262) destacaram que o Instituto é pouco iluminado e 49,61% (130/262) não souberam opinar, por frequentarem apenas durante o dia.

Os animais peçonhentos mais vistos por esses alunos foram 90,45% (237/262) aranhas, 75,19% (192/262) serpentes e 22,14% (58/262) escorpiões. Entretanto outros animais que os estudantes em seus 13,36% (35/262) acreditam serem peçonhentos,

também foram sinalizados: marimbondos e abelhas que realmente são peçonhentos e sapos, lacraias e aranhas caranguejeiras que não são peçonhentos.

Os locais onde foram vistos os animais são os laboratórios, refeitórios, hortas, salas de aula, biblioteca, quadras, banheiros, cantina e alojamento, mas além desses lugares, outros locais foram destacados pelos alunos do IF Baiano: escadas, entre pavilhões, próximo as salas de aula e principalmente no campo, nas áreas de capinagem e no percurso. Em relação às aulas práticas 98,47% dos alunos responderam estarem mais propensos a acidentes com animais peçonhentos nas atividades do campo. Por isso, os alunos são cautelosos nos métodos preventivos, sendo que 96,56% (253/262) afirmaram utilizar botas de cano alto e 27,86% (73/262) usam luvas, 20,22% (53/262) evitam colocar mão em buracos e 3,43% (03/262) afirma não utilizar nenhum método para a sua segurança.

Para 91,60% (240/262) dos alunos entrevistados, quando a vítima é acometida por um animal peçonhento, ela deverá ser levada de imediato para o atendimento médico/enfermagem, mas 4,96% (13/262) não saberiam o que fazer, enquanto 4,20% (11/262) disseram utilizar outros métodos.

Tabela 8 - Resultados dos questionários aplicados aos alunos do ensino médio dos 2º e 3º anos dos cursos de Técnicos em Alimentos, Agropecuária, Zootecnia e Subsequente em Informática do turno diurno, em maio de 2018.

Variável	%	(n/total)
Como é à iluminação do instituto à noite		
Pouco iluminada	33,97%	(89/262)
Bem iluminada	19,79%	(44/262)
Só frequento durante o dia	49,61%	(130/262)
Animais peçonhentos encontrados		
Aranhas	90,45%	(237/262)
Serpentes	75,19%	(192/262)
Escorpião	22,14%	(58/262)
Outros	13,36%	(35/262)
Nunca viu	01,90%	(05/262)
Locais em que foi visto		
Salas de aula	29,77%	(78/262)
Alojamento	20,22%	(53/262)
Banheiros	16,14%	(43/262)
Hortas	12,59%	(33/262)

Biblioteca	11,83%	(31/262)
Quadras	08,01%	(21/262)
Refeitórios	07,63%	(20/262)
Cantina	04,58%	(12/262)
Laboratórios	00,76%	(02/262)
Outros	48,09%	(126/262)
Nunca viu	01,90%	(05/262)
Pessoa que se acidentaram		
Servidor	00,38%	(01/262)
Aluno	06,50%	(17/262)
Nenhum relato	93,13%	(244/262)
Último acidente com animal peçonhento		
A menos de 6 meses	05,34%	(14/262)
Entre 6 meses e 1 ano	00,76%	(02/262)
A mais de 1 ano	00,76%	(02/262)
Local mais propício a ocorrência de acidentes		
Nas atividades de campo	100%	(262/262)
Outros	04,20%	(11/262)
Prevenção de acidentes nas atividades		
Usar botas de cano alto	96,56%	(253/262)
Usar luvas	27,86%	(73/262)
Evitar colocar mão em buracos	20,22%	(53/262)
Manter limpo, jardins, currais e canais	14,12%	(37/262)
Não há	03,43%	(09/262)
Outros	14,50%	(38/262)
O que fazer em caso de acidentes		
Procurar atendimento médico/enfermagem imediatamente	91,60%	(240/262)
Não sabe o que fazer	04,96%	(13/262)
Outros	04,20%	(11/262)
Além das atividades de campo, há outra atividade em risco		
Não	92,74%	(243/262)
Outros	07,25%	(19/262)

Fonte: Autoria própria.

As turmas dos alunos que estavam no final do primeiro semestre do nível superior dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, do turno noturno, e Bacharel em Zootecnia, do turno diurno, possuem 71 alunos matriculados com faixa etária entre 18 e 25 anos. Foram aplicados dois questionários a 53 alunos, sendo um por turma, do *Campus* Santa Inês, no intuito de levantar dados sobre os riscos de aparecimento de

animais peçonhentos dentro da Instituição. Quanto aos alunos do curso de Licenciatura em Geografia não participaram da entrevista, pois no momento eles se encontravam em atividades avaliativas.

Dentre os alunos, 60,38% (32/53) sinalizaram que o IF Baiano *Campus* Santa Inês possui baixa iluminação, enquanto que 39,62% (21/53) não souberam informar por frequentar só durante o dia.

Observou-se que 56,60% (30/53) dos alunos ingressantes nunca viram nenhum animal peçonhento no IF Baiano, porém 30,19% (16/53) deles viram aranhas, 24,53% (13/53) serpentes e 1,89% (01/53) escorpião.

Dentre os entrevistados 98,11% (52/53) desconhecem acidentes envolvendo pessoas dentro do *Campus*. Vale enfatizar que 49,05% (26/53) dos discentes de zootecnia usam botas de cano alto como método preventivo contra acidentes com animais peçonhentos, porém 50,94% (27/53) não souberam informar sobre esses métodos para evitar acidentes por não terem aulas práticas até o momento.

Constatou-se que 94,33% (50/53) dos alunos afirmaram que quando o incidente com animais peçonhentos acontece, a vítima deverá ser encaminhada de imediato pra o hospital, contudo 1,89 (03/53) ainda não sabem o que fazer.

Tabela 9 - Resultado dos questionários aplicados aos alunos em final de 1º semestre dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas da turma (2017.2) do turno noturno e Bacharelado em Zootecnia da turma (2017.2) do turno diurno, em maio 2018.

Variáveis	**%**	**(n/total)**
Como é à iluminação do instituto à noite		
Pouco iluminada	60,38%	(32/53)
Só frequento durante o dia	39,62%	(21/53)
Animais peçonhentos encontrados		
Nunca viu	56,60%	(30/53)
Aranhas	30,19%	(16/53)
Serpentes	24,53%	(13/53)
Escorpião	01,89%	(01/53)
Outros	03,77%	(02/53)
Locais em que foi visto animal peçonhento		
Nunca viu	56,60%	(30/53)
Biblioteca	05,66%	(03/53)
Salas de aula	01,89%	(01/53)
Banheiros	01,89%	(01/53)

Outros	37,73%	(20/53)
Pessoa que se acidentaram		
Nenhum relato	98,11%	(52/53)
Aluno	01,89%	(01/53)
Tempo que houve o último acidente		
Há mais de um ano	01,89%	(01/53)
Não souberam informar	98,11%	(52/53)
Onde pode ocorrer mais acidentes		
Nas atividades de campo	49,05%	(26/53)
Outros	50,94%	(27/53)
Prevenção de acidentes nas atividades de campo		
Usar botas de cano alto	49,05%	(26/53)
Outros	50,94%	(27/53)
Em caso de acidentes o que fazer		
Procurar atendimento médico/ enfermagem imediatamente	94,33%	(50/53)
Não sabe o que fazer	05,66%	(03/53)
Além das atividades de campo, há outra atividade em risco		
Sim	01,89%	(01/53)
Não souberam responder	98,11%	(52/53)

Fonte: Autoria própria.

Nos cursos superiores de Licenciatura em Ciências Biológicas, Licenciatura em Geografia do noturno e Bacharelado em Zootecnia do turno diurno, com 261alunos matriculados do IF Baiano *Campus* Santa Inês, participaram da entrevista 52,87% (138/262). A iluminação do *campus* foi sinalizada por 95,65% (132/138) dos alunos noturnos como insuficiente em relação a 4,34% (06/138) dos discentes que responderam só frequentar durante o dia.

Dos entrevistados, 26,08% (36/138) afirmaram ter visto aranhas, 57,08% (80/138) serpentes e 11,59% (16/138) escorpiões em laboratórios, refeitórios, salas de aula, biblioteca, quadras, banheiros, cantina e alojamentos. Contudo 99,27% (137/138) não souberam responder se houve acidentes de pessoas com animais peçonhentos dentro do *campus*, ressaltando que 86,23% (119/138) responderam que as atividades de campo é um lugar propício para possíveis acidentes com animais peçonhentos.

Quanto às questões preventivas, nas aulas práticas exercidas pelos discentes 78,98% (109/138) responderam usar botas de cano alto e 16,66% (23/138) luvas. E

dentre esses alunos 18,84% (26/138) responderam não haver métodos preventivos para evitar acidentes com animais peçonhentos durante as aulas.

Quando questionados sobre os primeiros socorros em casos de acidentes peçonhentos 94,20% (130/138) declararam que a vítima deverá ser direcionada ao atendimento médico/enfermagem de imediato, enquanto 2,90% (04/138) não saberiam responder o que fazer.

Tabela 10- Resultado dos questionários aplicados aos alunos do ensino superior dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas das turmas (2015.2 e 2016.2), e Licenciatura em Geografia das turmas (2014.2, 2015.2 e 2016.7) e Bacharelado em Zootecnia das turmas (2014.2, 2015.2 e 2016.2) em maio 2018.

Variáveis	**%**	**(n/total)**
Iluminação do instituto à noite		
Pouco iluminada	95,65%	(132/138)
Só frequento durante o dia	04,34%	(06/138)
Animais peçonhentos encontraram		
Serpentes	57,08%	(80/138)
Aranhas	26,08%	(36/138)
Escorpião	11,59%	(16/138)
Nunca viu	15,22%	(21/138)
Outros	10,14%	(14/138)
Locais vistos animais peçonhentos		
Cantina	10,14%	(14/138)
Banheiros	06,52%	(09/138)
Salas de aula	06,52%	(09/138)
Laboratórios	05,80%	(08/138)
Quadras	03,62%	(05/138)
Biblioteca	04,35%	(06/138)
Refeitórios	02,17%	(03/138)
Hortas	02,17%	(03/138)
Outros	72,46%	(100/138)
Pessoas que se acidentaram		
Nenhum relato	99,27%	(137/138)
Aluno	00,72%	(01/138)
Tempo que houve o último acidente		
A mais de 1ano	00,72%	(01/138)
Não souberam informar	99,27%	(137/138)
Onde pode ocorrer mais acidentes		
Nas atividades de campo	86,23%	(119/138)
Não sabe	02,70%	(04/138)
Outros	07,98%	(11/138)
Prevenção de acidentes nas atividades de campo		
Usar botas de cano alto	78,98%	(109/138)

Não há	18,84%	(26/138)
Usar luvas	16,66%	(23/138)
Outros	01,45%	(02/138)
O que fazer em caso de acidente		
Procurar atendimento médico/ enfermagem imediatamente	94,20%	(130/138)
Não sabe o que fazer	02,90%	(04/138)
Outros	02,90%	(04/138)
Além das atividades de campo, há outra atividade em risco		
Não	83,33%	(115/138)
Outros	16,66%	(23/138)

Fonte: Autoria própria.

A entrevista aos servidores ocorreu no setor de atuação dos mesmos, onde foram contabilizados os números de funcionários de cada setor e quantos estavam presentes no momento.

Foram entrevistados 79 servidores do IF Baiano *Campus* Santa Inês, de diversas áreas de atuação do *campus*. Quando questionados sobre a iluminação da escola 30,38% (24/79) responderam só freqüentar o instituto durante o dia, 35,09% (30/79) sinalizou baixa iluminação e 13,92% (11/72) afirmaram ser bem iluminada.

Os animais peçonhentos foram vistos pelos servidores em vários departamentos da instituição: laboratório, refeitório, hortas, salas de aula, biblioteca, quadras, banheiros, cantina e principalmente nos alojamentos, local de habitação dos alunos, ressaltando que os funcionários presenciaram mais desses animais no *Campus* Santa Inês do que os discentes. Contudo 1,26% (01/79) afirmam nunca ter visualizado, na escola, enquanto 81,01% (64/79) alegaram ter visto cobras e aranhas e 63,29% (50/79) de escorpiões.

Dos servidores entrevistados 34,17% (27/79) afirmaram que já houve servidores que se acidentaram com animais peçonhentos na instituição, 17,72% (14/79) asseguraram que os alunos também sofreram com esse tipo de incidente, 41,77% (33/79) dos funcionários desconhecem esses relatos dentro do instituto. Todos os servidores não têm dúvidas de que quando um acidente peçonhento acontece, a vítima deverá ser direcionada ao hospital de imediato.

Devido à quantidade existente de animais peçonhentos no *campus* 87,34% (69/79) sinalizaram que em seu setor de trabalho existe a possibilidade de se depararem com esses animais, desse modo os servidores utilizam métodos preventivos usando

botas de cano alto, luvas, mantém limpos jardins, currais e canais e evitam colocar as mãos em buracos. Salientando que 35,44% (28/79) disseram não utilizar esses métodos, por prestarem serviços na área interna da escola.

Tabela 11 - Resultado dos questionários aplicados aos servidores do IF Baiano Campus Santa Inês, em maio de 2018.

Variáveis	%	(n/total)
Tempo de serviço		
Há um ano	2,53%	(02/79)
Entre um e três	11,39%	(09/79)
Entre três e cinco	15,19%	(12/79)
Entre cinco e dez	35,44%	(28/79)
Há mais de dez	26.58%	(21/79)
Outros	3,80%	(03/79)
Iluminação do instituto à noite		
Pouco iluminada	30,38%	(24/79)
Bem iluminada	13,92%	(11/79)
Só frequenta durante o dia	37,97%	(30/79)
Outros	7,59%	(06/79)
Animais peçonhentos encontrados		
Serpentes	81,01%	(64/79)
Aranhas	81,01%	(64/79)
Escorpião	63,29%	(50/79)
Nunca viu	1,26%	(01/79)
Outros	40,50%	(32/79)
Local em que foi visto animal peçonhento		
Alojamento	27,85%	(22/79)
Hortas	17,72%	(14/79)
Salas de aula	13,92%	(11/79)
Banheiros	13,92%	(11/79)
Quadras	12,66%	(10/79)
Biblioteca	11,39%	(09/79)
Laboratório	8,86%	(07/79)
Refeitório	7,59%	(06/79)
Nenhum lugar	1,26%	(01/79)
Pessoa que se acidentaram		
Servidor	34,17%	(27/79)
Aluno	17,72%	(14/79)
Nenhum relato	41,77%	(33/79)

Tempo que houve o último acidente		
Há menos de 6 meses	17,72%	(14/79)
Entre 6 meses e 1 ano	7,59%	(06/79)
Há mais de 1 ano	20,25%	(16/79)
Não souberam responder	45,57%	(36/79)
Nas atividades há risco de se deparar com animal peçonhento		
Sim	87,34%	(69/79)
Não há	12,66%	(10/79)
Prevenção de acidentes nas atividades		
Usar botas de cano alto	67,09%	(53/79)
Usar luvas	41,77%	(33/79)
Evitar colocar mão em buracos	46,83%	(37/79)
Manter limpo jardins, currais e canais	37,97%	(30/79)
Não há	35,44%	(28/79)
O que fazer em caso de acidente		
Procurar atendimento médico/enfermagem imediatamente	100%	(79/79)

Fonte: Autoria própria.

4. DISCUSSÃO

O tema animais peçonhentos possui relevância por se tratar de um assunto tão comum aqui no Brasil e de uma forma especial no IF Baiano. Segundo os resultados das entrevistas realizadas na instituição serpentes, aranhas e escorpiões tem aparecido dentro do *campus* com muita frequência, por se tratar de uma área de rural (TULER,2014).

Os alunos do IF Baiano devem estar atentos aos métodos preventivos a respeito de se protegerem dos animais peçonhentos. Manter a higiene e organização dentro dos alojamentos, estarem atentos ao se locomoverem dentro e nos arredores da escola, principalmente à noite, porque a iluminação não é ampla o suficiente para detectar a presença desses animais, utilizar botas e luvas principalmente nos trabalhos do campo (WAKSMAN, 2014).

Existem muitos riscos de aparecimento de animais peçonhentos dentro do IF Baiano, por se tratar de uma área rural de caatinga, com características bem propícias para o habitat das serpentes, aranhas e escorpiões. Segundo Leal et al 2003 a caatinga é extremamente rica em espécies de animais: preá, gambá, ratos, baratas e muitos outros vertebrados e invertebrados. No *Campus* Santa Inês além de possuir muitos

campos abertos, buracos no chão e em tocos de árvores, gramíneas há também criação de animais suínos, caprinos, bovinos e plantações de hortaliças, ou seja, esse ambiente institucional é bem convidativo e bastante favorável para a circulação livre dos animais peçonhentos dentro da comunidade escolar.

Segundo Minozzo (2006) um livro de registros de acidentes ocorridos dentro de uma instituição deve ser feito no intuito de toda a comunidade escolar ficar ciente das causas desses incidentes e ficarem mais atentos aos locais onde se deve agir preventivamente com mais intensidade. De acordo aos resultados apresentados no questionário os alunos não ficam sabendo se há acidentes com animais peçonhentos dentro da instituição, ao contrário dos servidores que apontam a menos de seis meses já ter ocorrido esse tipo de incidente com alunos e principalmente com servidores dentro da instituição.

Placas de identificações de animais peçonhentos devem estar presentes nos arredores da escola desde a entrada e ao longo do percurso assim também como em todas as unidades educativas de produção. Dessa forma toda a comunidade escolar estará mais atenta aos riscos com esses animais e também os visitantes e alunos recém chegados. Ofertar palestras com distribuição de panfletos sobre os cuidados, prevenções, primeiros socorros sobre os acidentes com animais peçonhentos é outro recurso informativo de suma importância para ampliar os conhecimentos dos alunos a respeito dos animais peçonhentos. Anexar cartazes nos murais do IF Baiano com números telefônicos atualizados de emergência como Serviço de Atendimento Médico de Urgência (SAMU), telefone de serviço de socorro da cidade da Instituição, bombeiros e Centro de Intoxicação são recursos imprescindíveis para os alunos terem acesso, caso seja necessário utilizarem durante a noite como em qualquer hora do dia (MINOZZO, 2006).

A escola juntamente com todo o corpo docente, gestor, coordenador e até funcionários tem o papel de mediar conhecimentos a respeito de primeiros socorros, em caso de acidentes com animais peçonhentos, dentro da escola e fora dela. O IF Baiano que é um local de presença significativa desses tipos de animais se faz necessária informações pertinentes e concretas sobre o que fazer, ao deparar-se com cobras, escorpiões e aranhas (GONÇALVES, 2009). Os alunos estão cientes de que quando um

acidente peçonhento ocorre, a vitima deverá ser levada para o hospital, apenas vinte alunos ainda não sabem o que fazer frente a essa situação.

Os escorpiões e aranhas são animais peçonhentos também encontrados pelos alunos e servidores nos alojamentos do IF Baiano. Outros locais destacados com presença também de serpentes são nos laboratórios, refeitórios, hortas, salas de aula, biblioteca, quadras, banheiros e cantina. A instituição está localizada em um ambiente árido o qual possui uma grande diversidade de espécies para a alimentação desses animais (HOGE, 1997).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É crucial que todos os discentes e servidores adotem medidas preventivas para se protegerem dos animais peçonhentos presentes na escola principalmente no campo e no entorno da instituição.

Ministrar palestras, cursos, distribuir panfletos e cartazes informativos sobre identificação e cuidados, a respeito de acidentes com animais peçonhentos dentro do Campus, são estratégias de educação e prevenção de fundamental importância para manterem os alunos e servidores em segurança.

A melhora na iluminação da instituição constitui fator importante na segurança da comunidade escolar, além de placas e sinalizações em locais no IF Baiano mais propenso ao aparecimento de animais peçonhentos.

Conscientizar principalmente os alunos internos sobre os hábitos higiene e cuidados dentro dos seus alojamentos também é crucial para evitar o surgimento de aranhas e escorpiões.

REFERÊNCIAS

AUTO, Hélvio José de Farias. **Animais peçonhentos.** 2ª edição. Maceió: UFAL, 2005, 118p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica.**Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica**. – 7. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2009B, 816 p.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. Fundacentro – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Instituto Butantan**. Prevenção de acidentes com animais peçonhentos. Brasília, Brasil; 2001.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).** Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 2000.

CLARKE, John Henry. **Animais perigosos ao homem: Guia preventivo e terapêutico**. 1ª edição. Estados Unidos: Createspace, 2011. 130p.

CUPO, Palmira; MARQUES, Marisa M. de Azevedo; HERING, Sylvia Evelyn. **Acidentes Por Animais Peçonhentos: Escorpiões E Aranhas.** Medicina, Ribeirão Preto, 36: 490-497 abr./dez. 2003, 8p.

GONÇALVES, K. M. **Primeiros Socorros em casa e na escola**. 1ª edição. São Paulo: Yendis, 2009, 104p.

HOGE, Silvia. **Principais Serpentes de Interesse médico. Reconhecimento Geográfico no Continente Americano.** 1ª edição. São Paulo: Atheneu, 1997. 138p.

KOBLER, Tânia. Catálogo **da fauna terrestre de importância medica na Bahia**. 1ª edição. Salvador: EDUFBA, 2010, 204 p.

MINOZZO, Edson Leandro;ÁVILA, Ednaildes Pereira. **Escola Segura: Prevenção de Acidentes e Primeiros Socorros.** Porto Alegre: AGE, 2006, 123p.

SATO, Emília Inoue [et al]. **Atualização Terapêutica de Felício Cintra do Prado, Jairo de Almeida Ramos, José Ribeiro do Valle: Urgências e Emergências.** 3ª edição. São Paulo: Artes médicas, 2018, 784p.

SEBILIA, Andrés S. C. **Animais perigosos ao homem: Guia preventivo e terapêutico.** 1ª edição. São Paulo: Nobel, 1989, 101p**.**

TULER, Marcelo; SARAIVA,Sérgio**. Fundamentos de Topografia: Série Tekne.** Porto Alegre: Bookman, 2014, 319p.

WAKSMAN. Renata D, [et,al]. **Crianças e adolescentes em segurança**. 1ª edição. São Paulo; editora Manoel LTDA, 2014,516p.

DIMENSIONAMENTO, CONSTRUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

SIZING, CONSTRUCTION AND IMPLANTATION OF A BIODIGESTER FOR THE PRODUCTION OF BIOGAS AND BIOFERTILIZER FOR SMALL RURAL PROPERTIES

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-20

Karolayne Ribeiro Caetano [1]
Valdinar Bezerra dos Santos [2]
João Alves Carvalho [3]
Francisco Leônio da Silva [4]
Antonio Adolfo de Sousa Costa [5]

[1] Graduanda do curso de Engenharia agronômica. Universidade Estadual do Piauí – UESPI
[2] Professor do curso de Engenharia agronômica. Universidade Estadual do Piauí – UESPI
[3] Graduando do curso de Engenharia agronômica. Universidade Estadual do Piauí – UESPI
[4] Graduado do curso de Engenharia agronômica. Universidade Estadual do Piauí – UESPI
[5] Graduado do curso de Engenharia agronômica. Universidade Estadual do Piauí – UESPI

RESUMO

A crescente produtividade agrícola é uma realidade atual e traz consigo consequências negativas, principalmente ao meio ambiente, com destaque para o descarte inadequado de resíduos. Este trabalho visa solucionar o problema mencionado através de uma tecnologia multifuncional que são os biodigestores e além disso proporcionar vantagens como a produção de metano ou gás de efeito estufa (gás de cozinha) e biofertilizante, beneficiando os agricultores nas esferas econômicas, ambientais e sociais, constituindo-se elementos ideais para o saneamento rural. Para tal, foi dimensionado e construído um modelo de biodigestor econômico, de fácil execução e utilização, ideal para pequenos agricultores, utilizando-se materiais de fácil acesso e fácil manipulação. A viabilidade técnica do funcionamento do biodigestor foi avaliada através de um medidor de gás, constatando que o modelo é funcionalmente eficiente, ou seja, positivo para a produção de gás metano. Por meio de uma aferição contínua de gás, obtivemos que o biodigestor produziu em um período de 6 meses cerca de 41,958 m³ de metano, ou seja, 6,993 m³ por mês. Logo, se tornando a opção ideal para o descarte de resíduos oriundos da produção agrícola e para produção de biogás para consumo próprio.

Palavras-chave: Gás de efeito estufa (GEE). Resíduos orgânicos. Tecnologia social.

ABSTRACT

The growing agricultural productivity is a current reality and brings with it negative consequences, especially for the environment, with emphasis on the inadequate disposal of waste. This work aims to solve the mentioned problem through a multifunctional technology that are the biodigesters and in addition to provide advantages such as the production of methane or greenhouse gas (cooking gas) and biofertilizer, benefiting farmers in the economic, environmental and social spheres, constituting ideal elements for rural sanitation. To this end,

an economic digester model was designed and built, easy to execute and use, ideal for small farmers, using materials that are easily accessible and easy to handle. The technical feasibility of the operation of the biodigester was evaluated through a gas meter, noting that the model is functionally efficient, that is, positive for the production of methane gas. Through a continuous measurement of gas, we obtained that the biodigester produced in a period of 6 months about 41,958 m^3 of methane, that is, 6,993 m^3 per month. Therefore, becoming the ideal option for the disposal of residues from agricultural production and for the production of biogas for own consumption.

Keywords: Greenhouse gas (GHG); Organic waste. Social technology.

1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo a necessidade de descarte adequado dos resíduos oriundos da produção agrícola se tornou cada vez mais necessário e até mesmo vantajoso para o agricultor, principalmente por conta da preservação ambiental e pela economia de recursos. Uma das melhores formas de tratamento para estes resíduos é a biodigestão anaeróbica, a qual consiste na fermentação dos resíduos por bactérias na ausência de oxigênio, no fim deste processo é possível obter biogás e biofertilizante (BALMANT, 2009). A Digestão anaeróbica é um processo biológico no qual um conjunto de diferentes microrganismos, na ausência de oxigênio molecular ocasionam a transformação de compostos orgânicos complexos em produtos mais simples como metano e gás carbônico (DE FREITAS BUENO, 2010).

A biodigestão, realizada de forma controlada, pode fornecer um gás que pode servir como combustível e um subproduto que pode ser utilizado como adubo, portanto como biofertilizante, o controle da biodigestão pode ser realizado através de biodigestores, reatores os quais realizam a fermentação (BALMANT, 2009). Os biodigestores são uma ferramenta de extrema eficiência neste aspecto, pois o produtor pode conciliar o descarte correto de resíduos com a produção de gás para o consumo, de biofertilizante para os cultivos e até mesmo energia.

Bedran (2003) afirma que o biodigestor é uma fonte alternativa de produção e geração de energia. A quantidade de energia produzida é evidentemente menor do que a de hidroelétricas por exemplo, mas isto é devido a diferença de porte comparado ao número de biodigestores, em contrapartida os impactos sociais e ambientais são praticamente nulos, a produção é mais barata, além do fato de que os resíduos animais não irão se tornar poluentes para o meio ambiente.

O biodigestor é basicamente uma câmara fechada, onde não há a entrada de ar, na qual a biomassa, ou seja, os resíduos sofrem a digestão por microrganismos anaeróbicos, produzindo gás. Este pode ser construído de alvenaria, concreto, ou outros materiais (ALVES, et. al., 2010). O agricultor pode utilizar materiais simples, de fácil acesso e também de fácil manuseio, pois os biodigestores são uma tecnologia que deve ser efetiva no cotidiano do campo.

O biodigestor em si não produz biogás, porém cria um ambiente propicio para que ocorra a produção deste combustível, por bactérias metanogênicas através da matéria orgânica. Neste ambiente favorável existem condições químicas e físicas ideais para o desenvolvimento das bactérias produzindo assim o biogás (FERREIRA, 2013).

De acordo com Metcalf e Eddy (1991, apud ROCHA, 2016) A condição básica para que os processos anaeróbicos ocorram é a temperatura, pois os processos metanogênicos são dependentes do calor. A maior parte do processo de fermentação ocorre na faixa de temperatura mesofílica (30ºC a 35ºC) porém há um crescente interesse na fermentação termofílica (acima de 50º C), seja antes da mesofílica ou sozinha. Por tanto é interessante que o operador do biodigestor se atente ao local de instalação pois este pode influenciar na temperatura do sistema, consequentemente em sua eficiência.

O biogás fica retido no gasômetro, ou seja, na parte livre do biodigestor, mas também pode ir para um acumulador. Posteriormente, poderá ser canalizado e servir para várias funções, como em processos de aquecimento e resfriamento e na geração de energia elétrica (FERREIRA, 2013).

Durante a fermentação a concentração das substâncias orgânicas é reduzida em 30 a 50%. Possuem três fases de fermentação: acidogênica, acetogênica e metanogênica (FERREIRA, 2013, p. 9).

As etapas da digestão anaeróbica estão intimamente relacionadas, pois a produção de metano depende da produção de ácido acético e hidrogênio e a produção destes depende da conversão dos compostos orgânicos a ácidos graxos voláteis. Sendo assim, as bactérias metanogênicas são dependentes do substrato produzido pelas acetogênicas, que por sua vez são dependentes das acidogênicas e estas das hidrolíticas, enfatizando a relação entre as fases do processo de digestão (ROCHA, 2016).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O biodigestor é um equipamento no qual a fermentação da matéria orgânica ocorre de modo controlado, proporcionando a redução do impacto ambiental e a geração de combustível de baixo custo (BARICHELO, 2010). Para manusear um biodigestor corretamente temos que entender seu funcionamento básico, alguns processos essenciais para a produção, além de relacionar estes processos com as estruturas presentes.

Um dos componentes de um biodigestor é uma câmara fechada que irá conter a sua biomassa (matéria orgânica), esta biomassa é fermentada anaerobicamente, ou seja, sem a presença de ar. A decomposição da biomassa proporciona a produção de biogás inflamável e biofertilizante, que é um resíduo sem odor (BARICHELO, 2010). Este biogás pode ser utilizado como gás de cozinha e o biofertilizante pode ser utilizado para a adubação de plantas de interesse econômico, proporcionando economia para o agricultor, diminuição do impacto ao meio ambiente e descarte correto de resíduos.

É no gasômetro, parte livre do biodigestor, que fica armazenado o biogás ou pode ir para um acumulador. Este, pode ser canalizado e utilizado em várias aplicações, como processos de aquecimento e resfriamento e na geração de energia elétrica. Durante o processo de fermentação a concentração das substâncias orgânicas é reduzida em 30 a 50%, a fermentação possui três principais fases: acidogênica, acetogênica e metanogênica (FERREIRA, 2013).

De acordo com Oliveira (2004, apud MESSA et. al) para que ocorra a fermentação é necessária a hidrólise, a qual ocorre a degradação das moléculas complexas em pequenas moléculas, ou seja, compostos orgânicos simples, aminoácidos, açucares solúveis e ácidos graxos, pelas enzimas hidrolíticas extracelulares, após isso são transportadas para dentro das células dos microorganismos e metabolizadas.

Ainda de acordo com Oliveira (2004, apud MESSA et. al) na fase acidogênica os produtos gerados na hidrólise vão ser transformados em ácidos orgânicos como acético, propiônico, butírico, isobutírico, fórmico além de hidrogênio e dióxido de carbono.

Nogueira (1992, apud MESSA et. al) explica que na fase acetogênica, as bactérias acetogênicas, denominadas como produtoras de hidrogênio convertem os produtos

gerados da acidogênese em dióxido de carbono (CO2), hidrogênio (H2), acetato e ácidos orgânicos de cadeia curta.

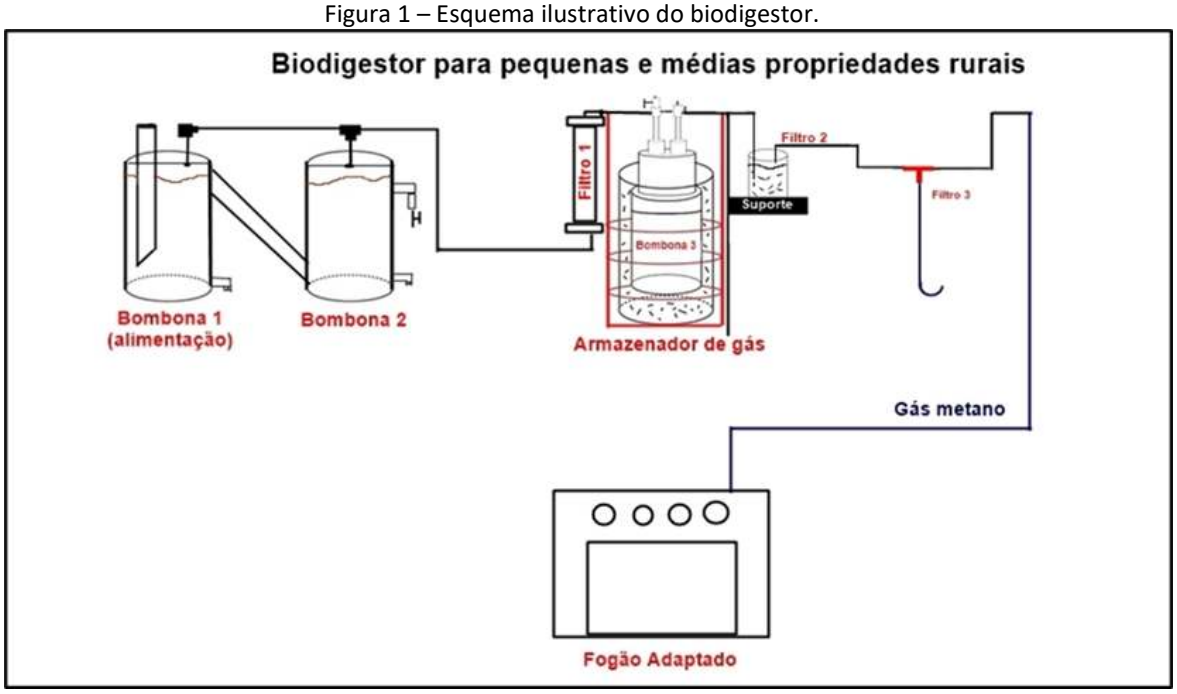
Por fim, de acordo com Oliveira (2004, apud MESSA et. al), na fase metanogênica, as bactérias metanogênicas convertem os ácidos orgânicos de cadeia curta, o dióxido de carbono (CO2) e o hidrogênio (H2) em metano (CH4) e dióxido de carbono (CO2).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. DIMENSIONAMENTO

Foi elaborado um esquema ilustrativo (Figura 1) do biodigestor para melhor visualização do funcionamento e da estrutura do mesmo.

Figura 1 – Esquema ilustrativo do biodigestor.



Fonte: Acervo dos Autores.

3.2. CONSTRUÇÃO

Para facilitar a construção, foi feita a confecção das principais partes do biodigestor separadamente, e só então foi realizada a instalação na propriedade rural.

3.2.1. RECIPIENTES PARA MATERIAL FERTILIZANTE (LOCAL DE PRODUÇÃO)

Basicamente, foram adaptadas duas bombonas de 200 L (bombona 1 e bombona 2) para o armazenamento de material, a bombona 1 é destinada para a alimentação,

por conta disso, foi anexado um cano de 100 mm de diâmetro, com a ponta cortada de maneira franchada, estas bombonas foram interligadas por meio de encanação, para isto, foi feito um furo em cada bombona (com uma lixadeira) para comportar um cano de 75 mm de diâmetro e 40 cm de comprimento, em cada bombona foi anexado um flange de 75 mm de comprimento para garantir a vedação e evitar a saída de gás, realizando a junção das mesmas, assim como demonstrado na figura 2, estas foram interligadas as demais estruturas por meio de mangueiras, para o transporte de gás.

Figura 2 – Anexação das bombonas.



Fonte: Acervo dos Autores.

3.2.2. ARMAZENADOR DE GÁS

- **Recipiente externo**

De início quatro barras de metalon de 0,70 m foram soldadas em um tambor de ferro, de maneira equidistante, além disso foram soldados dois aros de ferro nestas barras. Este recipiente tem a função de conter o armazenador de gás (Figura 3).

- **Armazenador de gás propriamente dito**

Iniciamos com a adaptação de uma bombona de 100 L, esta foi invertida, colocando-se a tampa no fundo, para que estas fossem anexadas, furou-se na união das

duas partes, com auxílio de dois conectores e de uma presilha de ferro (da própria bombona), finalizou-se a anexação. Para que o armazenador seja eficiente necessita-se de uma estrutura que o empurre para baixo, para manter o gás contido, esta estrutura será composta por uma folha de zinco, que formou um aro (fixado por rebites), na base da união da tampa com a bombona foram inseridos quatro canos, dois com 0,50 m de comprimento e 20 mm de diâmetro e dois com 0,30 m de comprimento e 75 mm de diâmetro (os menores dentro dos maiores, assim como demonstrado na figura 3.), com função de entrada e saída de gás, por conta disso, anexou-se dois registros de 20 mm (um em cada cano), este aro de zinco foi preenchido com concreto na proporção de 1/1, juntando a areia o cimento e água, até formar uma mistura homogênea, com quantidade suficiente para preencher o aro de zinco.

Figura 3 – Construção do armazenador de gás



Fonte: Acervo dos Autores.

3.2.3. FILTROS

O gás produzido no biodigestor, não está imediatamente pronto para uso, este deve ser filtrado, removendo assim as impurezas contidas no gás, como o gás sulfídrico e o gás carbônico, restando apenas o gás metano ou gás de efeito estufa (próprio para

uso na cozinha e demais atividades). Para esse modelo de biodigestor confeccionou-se dois filtros, um composto basicamente de encanação e palha de aço para filtrar o gás sulfídrico e outro composto basicamente de um recipiente de vidro contendo água e hidróxido de sódio 1mol L^{-1} (soda cáustica) para filtrar o gás carbônico da mistura. Além disso, confeccionou-se um dreno para a remover o excesso de água da mistura.

- **Filtro de palha de aço**

O filtro de palha de aço foi feito basicamente com um cano de 60 mm de diâmetro e 0,50 m de comprimento, preenchido com palha de aço, e vedado nas extremidades com caps de 60 mm de diâmetro e unido as demais partes por meio de mangueiras.

- **Filtro de hidróxido de sódio**

É preferível que o recipiente utilizado seja de vidro, pois a soda cáustica (hidróxido de sódio) contida na solução pode danificar um recipiente de plástico por exemplo, foi feito basicamente da seguinte maneira: através da adaptação de um recipiente de vidro de 3 L, na tampa deste recipiente foram anexos dois canos de 25 mm de diâmetro, um de 0,10 m de comprimento (que transportará o gás filtrado) e o outro de 0,20 m de comprimento (que ficou em contato com a solução), em ambos foi fixado um joelho de 25 mm e no cano maior foi fixado um bico de 25 mm rosqueado, por fim este foi preenchido com a solução de água + hidróxido de sódio (também anexado as demais partes por meio de mangueiras).

- **Dreno**

O dreno também possui uma estrutura bem simples, composta de encanação e mangueiras, com a finalidade de remover o excesso de água da mistura, se tornando essencial para o funcionamento do biodigestor.

3.3. IMPLANTAÇÃO

O biodigestor foi implantado na zona rural do município de Parnaíba-PI (02º 58’ 12.1” S e 41º 47’ 38.2’’ W). O clima da região, segundo Köppen (1948), é classificado como Aw (tropical megatérmico e com chuvas de verão) com temperatura média anual

de 27,5ºC, média de precipitação de 1.223 mm/ano. (ANDRADE JR et al., 2004, apud SANTOS-FILHO et al., 2010).

3.4. ALIMENTAÇÃO DO BIODIGESTOR

A mistura ideal para o abastecimento do biodigestor foi composta de 75% de água + 25% de esterco de suíno + bovinos.

3.5. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE GÁS

Para esta aferição foi utilizado um medidor de gás volumétrico residencial do modelo G0,6 com pressão máxima de trabalho de 50 kPa.

Figura 4 – Medidor de gás.



Fonte: Acervo dos Autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de biodigestor elaborado é funcionalmente e eficiente, ou seja, positivo para a produção de gás metano (gás de efeito estufa). Por meio de uma aferição continua de gás, obtivemos que o biodigestor produziu em um período de 6 meses cerca de 41,958 m³ de metano, ou seja, 6,993 m³ por mês (Tabela 1).

Tabela 1 – Produção de gás metano por um período de 06 meses.

Período	Produção
6 meses	41,958 m³
1 mês	6,993 m³
1 dia	0,233 m³

Fonte: Autoria própria.

Para efeito de comparação, com relação ao volume, um botijão de gás butano comum e muito usado pelos brasileiros (13 Kg) possui 5,2 m³, sendo assim, o biodigestor produz aproximadamente o equivalente a 1,344 botijão por mês de gás metano (Tabela 2).

Tabela 2 – Comparação do volume produzido mensal pelo biodigestor em relação a um botijão de gás butano comum.

Tipo	Volume (m³	Quantidade
Botijão de gás butano comum (13Kg)	5,2	1 unidade
Biodigestor (produção mensal)	6,993	1,344 unidade

Fonte: Autoria própria.

4.1. FATORES QUE INFLUENCIARAM NA PRODUÇÃO DE GÁS

Deve-se levar em consideração alguns fatores ambientais na avaliação da produção de biogás, um dos principais é a temperatura. Neto et al. (2010) avaliaram a variação na produção de biogás em função da temperatura em um biodigestor de produção descontínua, percebendo que quando a temperatura está em torno de 24 ºC ou mais, ocorre uma maior produção de biogás, perceberam também que quando a temperatura cai abaixo dos 24ºC, a produção de biogás é desacelerada.

Neste sentido, como já mencionado, o biodigestor foi instalado no município de Parnaíba-PI que apresenta temperatura média de anual de 27,5 ºC, logo, isto influenciou diretamente na produção de biogás obtida.

Outro fator que influencia diretamente na produção de biogás é obviamente o porte do biodigestor. Como enfatizado, o modelo de biodigestor em questão possui um pequeno porte, ideal para a produção em pequena escala ou para consumo próprio, isto reflete nitidamente na sua produção, mas é importante mencionar que o agricultor pode adaptar a estrutura do biodigestor de acordo com a sua necessidade. Uma forma simples de realizar o aumento da produção é aumentando o número de recipientes para o material fertilizante, ou substituindo o recipiente de armazenamento que foi adotado (bombonas) por um recipiente com maior capacidade de armazenamento como um contêiner, por exemplo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de biodigestor elaborado demonstrou-se eficiente para a produção de gás metano, de fácil construção, economicamente viável para um pequeno produtor rural, ideal para suprir o consumo diário de gás de uma família e suprir a necessidade de biofertilizante de uma pequena propriedade rural, se tornando a opção ideal para o descarte de resíduos oriundos da produção agrícola e para produção de biogás para consumo próprio.

REFERÊNCIAS

ALVES, Elton Eduardo Novais; INOUE, Keles Regina Antony; BORGES, Alisson Carraro. **Biodigestores: construção, operação e usos do biogás e do biofertilizante visando a sustentabilidade das propriedades rurais.** Viçosa: II Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, Universidade Federal de Viçosa, 2010.

BALMANT, Wellington. **Concepção, construção e operação de um biodigestor e modelagem matemática da biodigestão anaeróbica**. Paraná: Dissertação (Mestrado em Processos Térmicos e Químicos), Universidade Federal Do Paraná, 2009.

BARICHELO, Rodrigo. **O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região noroeste do rio grande do sul.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção). Universidade Federal de Santa Maria (UFMS), Santa Maria-RS. 2010.

BEDRAN, Rita Maria. **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de toledo-pr.** Santa Catarina: 2003.

DE FREITAS BUENO, Rodrigo. **Comparação entre biodigestores operados em escala piloto para produção de biogás alimentado com estrume bovino.** São Paulo, 2010.

FERREIRA, Jandira. **Produção de biogás e funcionamento de biodigestores no ensino de ciências**. Monografia (Especialização no ensino de ciências), Curitiba, 2013.

MESSA, R. Vinicius et al. **O biodigestor e seus benefícios na propriedade rural.** Anais da X SEAGRO, p. 104, Cascavel-PR.

NETO, Ely Dias Duarte et al. Implementação e avaliação de um biodigestor de produção descontínua. **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 36-43, 2010.

ROCHA, Camila Marçal da. **Proposta de implantação de um biodigestor anaeróbio de resíduos alimentares.** Juiz de fora, 2016.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares et al. Fisionomias das restingas do delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 218-227, 2010.

ANÁLISE ECONÔMICA DE PROPRIEDADES RURAIS DEDICADAS À SOJICULTURA E BOVINOCULTURA DE LEITE

ECONOMIC ANALYSIS OF RURAL FARMS DEDICATED TO SOYBEANS AND DAIRY CATTLE PRODUCTION

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-21

Marcos Henrique Dalateze [1]
Elísio de Camargo Debortoli [2]

[1] Tecnólogo em Agronegócio. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS
[2] Professor Associado do Departamento de Ciência Animal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS

RESUMO

As atividades predominantes na região norte do Rio Grande do Sul são principalmente a sojicultura e a bovinocultura de leite. O presente trabalho foi realizado em duas unidades de produção agropecuária situadas no município de Sertão e Getúlio Vargas – RS, com objetivo de determinar o resultado das atividades nelas desenvolvidas, identificando qual delas seria a mais rentável. Seguindo a metodologia da CONAB (2016), os elementos dos custos de produção foram constituídos por: custos fixos, custos variáveis, custos operacionais dos, renda dos fatores de produção e custos totais. Como taxa para remuneração do capital e custos de oportunidade da terra foi utilizado o valor referencial a taxa Selic. Para a análise econômica da atividade foram apurados os seguintes indicadores: margem bruta, margem líquida, resultado econômico, lucratividade e ponto de equilíbrio. As receitas da atividade leiteira foram constituídas da venda de leite e de animais de descarte. Já a receita agrícola foi obtida exclusivamente com a venda da soja produzida. Os resultados demonstraram que a sojicultura é mais rentável que a bovinocultura de leite. Entretanto, a propriedade que combinou as duas atividades, obteve melhor resultado econômico com a atividade leiteira, ou seja, colheu os benefícios da diversificação e integração lavoura-pecuária e de uma escala maior, determinante para a composição de receitas com a bovinocultura de leite. Sendo assim, foi possível destacar a importância do controle gerencial dos negócios para a análise racional dos resultados e melhor tomada de decisão.

Palavras-chave: Análise de custos. Integração lavoura-pecuária. Soja. Unidades de Produção.

ABSTRACT

The predominant activities in the northern region of Rio Grande do Sul are mainly soybean and dairy farming. The present work was carried out in two agricultural production units located in the municipality of Sertão and Getúlio Vargas - RS, with the objective of determining the result of the activities developed in them, identifying which one would be the most profitable. The CONAB methodology (2016) was used to determine production costs, formed by: fixed costs, variable costs, operating costs, income from production factors and total costs. As a rate for remuneration of capital and opportunity costs of land, the reference value of the Selic rate was used. For the economic analysis of the activity, the following indicators were calculated: gross margin, net margin, economic result, profitability and break-even point. The income from the dairy activity consisted of the sale of milk and discarded animals. Agricultural revenue, on the other hand, was obtained exclusively from the sale of soy produced. The results showed that soybean farming is more profitable than dairy cattle. However, the property that combined the two activities obtained better economic results with the dairy activity, that is, it reaped the benefits of crop-livestock diversification and integration and on a larger scale, decisive for the composition of income with dairy cattle. Thus, it was possible to highlight the importance of business management control for the rational analysis of results and better decision making.

Keywords: Cost analysis. Crop-livestock integration. Soy. Production Units.

1. INTRODUÇÃO

Um dos setores mais importantes na economia do Brasil é o agronegócio. Isso porque, segundo Pacheco et al. (2012), o país possui clima, área e solo favoráveis para produção, além de grande oferta de mão de obra, sendo considerado o celeiro do mundo. A afirmação da importância do agronegócio no Brasil se confirma, de que o agronegócio brasileiro representa 21,46% do Produto Interno Bruto – PIB do país, ganhando destaque no mercado internacional e se consolidando como um dos maiores e mais importantes fornecedores de alimentos no mundo (GUILHOTO, 2006).

Neste sentido, duas atividades de forte presença no agronegócio são: o cultivo de lavouras de soja e a atividade leiteira. A soja representa, em nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Tal fato se justifica pela importância do produto tanto para o consumo animal, através do farelo da soja, quanto para o consumo humano, através do óleo.

A produção de leite no Brasil se apresenta com números expressivos. A indústria leiteira adquiriu 6.544.702 litros de leite cru, segundo dados do último trimestre de 2016 do IBGE (2018). Destes, 912.631 litros foram recebidos por indústrias do Rio Grande do Sul. Ainda segundo o IBGE (2018), nos últimos 50 anos houve uma média de crescimento de produção em torno de 11,11% ao ano, podendo ser considerado um crescimento razoável, visto que outros setores da produção de alimentos não acompanharam este crescimento, como os grãos, por exemplo, no Brasil entre 1991 e 2006 cresceu 106,74 %. No Brasil, a partir dos anos 1970 houve aumento das áreas cultivadas e a produção da soja passou a ter grande relevância para o agronegócio, tendo a influência de vários fatores, inclusive a crise do café. Neste cenário, estabeleceu-se a cultura da soja que permanece forte.

Na região Norte do Rio Grande do Sul a produção de leite no ano de 2018, segundo dados do IBGE (2018) foi de 33.839.834 litros. No município de Sertão, a produção de leite foi de 20.330.083 litros, sendo que o efetivo do rebanho de bovinos deste município era de 8.716 cabeças no mesmo ano, o que reforça a importância econômica e social desta atividade.

Quanto à evolução da sojicultura o Rio Grande do Sul, no ano de 2018, foram destinados a plantação de soja aproximadamente 5,7 milhões de hectares, com produção de cerca de 18,5 milhões toneladas de soja. Já o município de Sertão produziu a quantidade de 146,2 mil toneladas (IBGE, 2018).

Ao observar todos os fatores que implicam o agronegócio, levanta-se a questão da viabilidade econômica das atividades deste setor. Como é o caso deste estudo especificamente, que analisará a cultura da soja e a pecuária leiteira. Dal Magro et al. (2013) demonstram que a atividade leiteira, quando bem gerenciada, pode proporcionar resultados satisfatórios para o proprietário, contribuindo para o crescimento econômico.

Quando um produtor coloca a semente na terra, está sendo iniciado um ciclo produtivo, uma atividade econômica que, para apresentar resultados positivos, dependerá basicamente de três fatores: produtividade, custos de produção, e preço de venda. Resumidamente, sabendo os custos de produção e a produtividade obtida, pode-se saber, com precisão, por quanto terá de vender os produtos para atingir um resultado razoável (RIES; TROUT,1990).

Neste sentido, buscando entender a viabilidade destas duas atividades, este estudo teve como objetivo de determinar os custos de produção e o resultado econômico das atividades, identificando qual delas seria a mais rentável.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho trata-se de um estudo multicaso sendo utilizado um método de pesquisa exploratório e investigativo, coletando dados que descrevem uma totalidade do processo das propriedades, considerado o método mais adequado para abordagem deste trabalho.

Este trabalho limita-se ao estudo pela ótica financeira, pois a análise pela ótica econômica é mais abrangente, envolvendo questões sociais, e principalmente de mercado.

O presente trabalho foi aplicado em duas propriedades rurais situadas no município de Sertão e Getúlio Vargas na região Norte do Rio Grande do Sul. A coleta de dados e o estudo foram realizados com base em informações transmitidas pelos

administradores das propriedades, juntamente com o levantamento de dados através de documentos e anotações apresentadas pelos mesmos.

Este estudo inclui análises quantitativas que, conforme Branski (2008), utiliza geralmente dados quantitativos coletados a partir de eventos reais, tendo o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Os instrumentos de pesquisa utilizados foram a entrevista, observação e a revisão bibliográfica.

As unidades de produção foram selecionadas devido a sua localização, e o fato de se conhecer os gestores delas, facilitando dessa forma a coleta dos dados e realização do estudo.

As propriedades em questão realizam as principais atividades desenvolvidas em ambos os municípios, com a pecuária leiteira e a produção de soja. Os dados referem-se aos anos agrícolas de 2020/2021, sendo que os mesmos foram coletados de fevereiro, de 2020 a janeiro de 2021.

Para a determinação dos custos de produção foi utilizada a metodologia proposta pela CONAB (2016). Nesta, os itens que compõem os custos de produção são classificados em: custos fixos, custos variáveis, custos operacionais (soma dos fixos com os variáveis) renda dos fatores de produção e custos totais.

Como taxa de juros para remuneração do capital imobilizado em instalações, equipamentos e animais, conhecido como custos de oportunidade, foi estipulado o valor de 6% ao ano (referencial à taxa de juros de empréstimos para o setor do agronegócio). Para a remuneração do uso da terra, foi utilizado o valor de oportunidade de arrendamento da área agricultável da propriedade. O rateio apropriou as frações correspondentes ao uso dos insumos produtivos à cada uma das atividades, somando sempre 100% da remuneração das depreciações e uso dos demais insumos produtivos. As depreciações foram calculadas pelo método linear (HOFFMANN et al., 1987).

O resultado econômico das atividades foi apurado através dos indicadores: margem bruta (obtida pela subtração do custo operacional efetivo da receita bruta); margem líquida (obtida da subtração do custo total da receita bruta); resultado econômico (obtido a partir da subtração do custo total da receita total); lucratividade (obtida a partir da divisão da margem líquida pela receita total, em valor percentual) e; ponto de equilíbrio (obtido pela divisão do custo total pela receita total, em valor

percentual). Os dados foram analisados com o apoio dos softwares Excel e Windows 2016®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES.

3.1.1. PROPRIEDADE A.

A propriedade A está localizada no interior do município de Sertão – RS com área total de 30 hectares, aonde é utilizado 25 hectares para duas atividades produtivas, sendo a produção de soja e a bovinocultura leiteira, e esta conta com um sistema de manejo semi-intensivo. Seu sistema de gestão e simples e controlado por meio do bloco rural e anotações cujo gestor considera importante.

A produção da soja é terceirizada pois o gestor acredita que é mais viável do que mobilizar capital em maquinário que ficam ociosos nas entressafras, entretanto a implantação das pastagens é feita pelo produtor.

3.1.2. PROPRIEDADE B.

A propriedade B está localizada no interior de Getúlio Vargas – RS, aonde conta com uma área de 10 hectares, aonde utiliza 7 hectares para a produção exclusivamente da bovinocultura de leite no sistema semi-intensivo. O restante da área é destinado à sojicultura, no entanto essa área é arrendada. A implantação das pastagens e o milho para silagem é terceirizado pelo mesmo indivíduo que arrenda a terra, havendo um abate no valor do arrendamento para o custeio dessa implantação e plantio. Seu sistema de gestão e simples e controlado por meio do bloco rural e anotações cujo gestor considera importante.

3.2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO NA PROPRIEDADE A

3.2.1. DADOS DO REBANHO LEITEIRO DA PROPRIEDADE A

Na Tabela 1 consta a composição do rebanho leiteiro da propriedade. Verifica-se que a categoria de vacas em lactação corresponde à 65%, superior as recomendações técnicas aonde o número de vacas em lactação ideal seria em torno de 62%.

Tabela 1 - Dados do rebanho leiteiro na propriedade A.

Animais	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Vacas Lactantes	32	R$ 3.700,00	R$ 118.400,00
Vacas secas	8	R$ 2.600,00	R$ 20.800,00
Novilhas	6	R$ 3.200,00	R$ 19.200,00
Terneiras	3	R$ 1.600,00	R$ 4.800,00
Total de cabeças	49		Valor total dos animais
			R$ 163.200,00

Fonte: Autoria própria.

3.2.2. VOLUME DE LEITE PRODUZIDO E RECEITA ANUAL

Tabela 2 – Dados de produção e receitas da bovinocultura de leite na propriedade A.

Item	Valor
Volume de leite anual produzido	252.000 Lts
Receita anual do leite	R$ 398.160,00
Média de litros produzidos/dia	700 Lts
Valor médio anual do litro de leite	R$ 1,58
Total de receitas	R$ 398.160,00

Fonte: Autoria própria.

Conforme dados que serão apresentados na Tabela 4, a composição dos custos no litro de leite: o custo variável por litro de leite produzido na propriedade ficou em R$ 0,59 com um custo fixo de R$ 0,14; o custo operacional total R$ 0,73; a renda dos fatores em R$ 0,03; finalizando uma receita total correspondendo a R$ 1,58 por litro de leite.

3.2.3. VOLUME DE SOJA PRODUZIDO E RECEITA ANUAL

Tabela 3 – Dados de produção e receita anual da soja na propriedade A.

Produto	Quantidade	Valor por saca	Receita total
Soja	2.375 sacas	R$ 160,00	R$ 380.000,00

Fonte: Autoria própria.

Conforme dados que serão listados na Tabela 4, o custo variável por saca produzido na propriedade ficou em R$ 24,71 com um custo fixo de R$ 22,16; o custo operacional total R$ 46,89; a renda dos fatores em R$ 5,43, somando R$ 99,19. Já a receita total, baseando-se na média de preços de mercado, é de R$ 160,00 por saca.

3.2.4. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DA PROPRIEDADE E SEUS RESULTADOS ECONÔMICOS

Tabela 4 – Composição de custos anual das atividades na propriedade A.

A – CUSTO VARIÁVEL	Leite	Soja
I – DESPESAS DE CUSTEIO		
a) Alimentação		
Alimentação concentrada (ração)	R$ 54.000,00	R$ 0,00
Forrageiras conservadas (silagem + feno)	R$ 48.000,00	R$ 0,00
Implantação/manutenção de pastagens de inverno	R$ 15.000,00	R$ 0,00
b) Energia elétrica	R$ 5.000,00	R$ 200,00
c) Combustíveis	R$ 4.000,00	R$ 9.000,00
e) Insumos agrícolas	R$ 0,00	R$ 48.500,00
f) Sal mineral	R$ 2.500,00	R$ 0,00
g) Sanidade	R$ 1.500,00	R$ 0,00
h) Vacinas	R$ 18.300,00	R$ 0,00
i) Outras despesas	R$ 1.000,00	R$ 1.000,00
TOTAL CUSTOS VARIÁVEIS	R$ 148.300,00	R$ 58.700,00
B – CUSTO FIXO		
II – DEPRECIAÇÕES		
a) Dep. de máquinas e equipamentos	R$ 14.750,00	R$ 36.450,00
b) Dep. de benfeitorias e instalações	R$ 4.000,00	R$ 2.500,00
III – INSUMOS FIXOS		
a) Mão de obra permanente	R$ 13.200,00	R$ 13.200,00
f) Manutenção de instalações e equipamentos	R$ 2.500,00	R$ 500,00
g) Impostos e taxas	R$ 1.000,00	R$ 0,00
IV – OUTROS CUSTOS FIXOS		
a) Encargos sociais	R$ 0,00	R$ 0,00
TOTAL CUSTOS FIXOS	R$ 35.450,00	R$ 52.650,00
C – CUSTO OPERACIONAL = A + B	R$ 183.750,00	R$ 111.350,00
V – RENDA DOS FATORES	**R$ 10.260,25**	**R$ 12.911,25**
1 – Remuneração esp. sobre o capital fixo	R$ 5.156,25	R$ 10.711,25
2 – Remuneração sobre rep. e anim. estoque	R$ 4.488,00	R$ 0,00
3 – Remuneração sobre oport. uso da terra	R$ 616,00	R$ 2.200,00
D – CUSTO TOTAL = C + V	R$ 194.010,25	R$ 124.261,25

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 5 são apresentados os componentes dos custos e resultados econômicos da atividade leiteira e sojicultura, com receita total de R$ 398.160,00 na atividade leiteira e sua lucratividade apresentada 53,85%. Nesta, a rentabilidade foi de 64,71%, tendo uma margem líquida por litro produzido no ciclo de R$ 0,85. Já para a sojicultura obteve-se uma receita total de R$ 380.000,00 apresentando uma lucratividade de 70,70%, uma rentabilidade de 65,66% com uma margem líquida por saca produzida de R$ 113,12.

Para a renda dos fatores, aonde foi feita a remuneração dos mesmos, utilizou-se para a base dos cálculos a taxa Selic acumulada no ano de 2020 com um percentual de 2,75%.

Tabela 5 – Resultado econômico das atividades analisadas na propriedade A.

Componentes	Bov. Leite	Soja
Receita total no ano	R$ 398.160,00	R$ 380.000,00
Saldo sobre o Custo Variável	R$ 249.860,00	R$ 321.300,00
Saldo sobre o Custo Fixo	R$ 362.710,00	R$ 327.350,00
Saldo sobre o Custo Operacional Total	R$ 214.410,00	R$ 268.650,00
Saldo sobre o Custo Total	R$ 204.149,75	R$ 255.738,75
Investimento inicial	R$ 315.500,00	R$ 389.500,00
Margem Líquida (RB – COT)	R$ 214.410,00	R$ 268.650,00
Resultado Econômico (RT – CT)	R$ 204.149,75	R$ 255.738,75
Lucratividade (ML/RT*100)	53,85%	70,70%
Rentabilidade (RE/II*100)	64,71%	65,66%
Margem Líquida/ litro prod. no ciclo	R$ 0,85	-
Margem Líquida/ saca de soja prod. no ciclo	-	R$ 113,12
Ponto de Equilíbrio % (CT/RT*100)	48,73%	32,70%

Nota: RB = Receita bruta (soma das receitas; COT = Custo Operacional Total; RT = Receita total; CT = Custo total; ML = Margem líquida; RE = Resultado Econômico; II = Investimento inicial.
Fonte: Autoria própria.

3.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO NA PROPRIEDADE B

3.3.1. DADOS DO REBANHO LEITEIRO DA PROPRIEDADE B

Na Tabela 6 encontramos sua produção leiteira no ano analisado, aonde observamos que a categoria vacas em lactação corresponde a 57,69%, inferior as recomendações técnicas aonde o número de vacas em lactação ideal seria em torno de 62%.

Tabela 6 – Dados do rebanho leiteiro da propriedade B.

Animais	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Vacas Lactantes	15	R$ 3.400,00	R$ 51.000,00
Vacas secas	6	R$ 2.400,00	R$ 14.400,00
Novilhas	5	R$ 3.000,00	R$ 15.000,00
Total de cabeças	26		Valor total dos animais
			R$ 80.400,00

Fonte: Autoria própria.

3.3.2. VOLUME PRODUZIDO E RECEITA ANUAL DA PROPRIEDADE B

Tabela 7 – Dados de produção e receitas da bovinocultura de leite na propriedade B.

Item	Valor
Volume de leite produzido	105.840 Lts
Receita anual do leite	R$ 134.416,80
Média de litros diário	294 Lts
Valor médio do litro de leite	R$ 1,27
Venda de animais (terneiras)	R$ 3.800,00
Total da receita	R$ 138.216,80

Fonte: Autoria própria.

Em relação a composição dos custos no litro do leite, conforme dados listados na Tabela 8, o custo variável por litro de leite produzido na propriedade ficou em R$ 0,79 com um custo fixo de R$ 0,23; o custo operacional total R$ 1,01; a renda dos fatores em R$ 0,04. Já a uma receita total foi de R$ 1,27 por litro de leite.

3.3.3. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS E RESULTADOS ECONÔMICOS DA PROPRIEDADE B

Tabela 8 – Composição de custos da atividade leiteira na propriedade B.

A – CUSTO VARIÁVEL	Leite
I – DESPESAS DE CUSTEIO	
a) Alimentação	
Alimentação concentrada (ração)	R$ 23.400,00
Forrageiras conservadas (silagem + feno)	R$ 34.600,00
Implantação/manutenção de pastagens de inverno	R$ 7.300,00
b) Energia elétrica	R$ 2.900,00
c) Combustíveis	R$ 2.600,00
d) Insumos agrícolas	R$ 0,00
e) Sal mineral	R$ 2.600,00
f) Vacinas	R$ 8.200,00
f) Sanidade	R$ 1.000,00

g) Outras despesas	R$ 500,00
TOTAL CUSTOS VARIÁVEIS	R$ 83.100,00
B – CUSTO FIXO	
II – DEPRECIAÇÕES	
a) Dep. de máquinas e equipamentos	R$ 6.430,00
b) Dep. de benfeitorias e instalações	R$ 3.200,00
III – INSUMOS FIXOS	
a) Mão de obra permanente	R$ 13.200,00
f) Manutenção de instalações e equipamentos	R$ 1.000,00
g) Impostos e taxas	R$ 500,00
IV – OUTROS CUSTOS FIXOS	
a) Encargos sociais	R$ 0,00
TOTAL CUSTOS FIXOS	R$ 24.330,00
C – CUSTO OPERACIONAL = A + B	R$ 107.430,00
V – RENDA DOS FATORES	**R$ 4.889,85**
1 – Remuneração esp. sobre o capital fixo	R$ 2.648,25
2 – Remuneração sobre rep. e anim. estoque	R$ 1.829,10
3 – Remuneração sobre oport. uso da terra	R$ 412,50
D – CUSTO TOTAL = C + V	R$ 112.319,85

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 9 são apresentados os componentes dos custos e resultados econômicos da atividade leiteira, com receita total de R$ 138.216,80 tendo sua lucratividade de 22,27%, e a rentabilidade foi de 16,11% tendo uma margem líquida por litro produzido no ciclo de R$ 0,29%.

Para a renda dos fatores, aonde foi feita a remuneração dos mesmos, utilizou-se para a base dos cálculos a taxa Selic acumulada no ano de 2020 com um percentual de 2,75%.

Tabela 9 – Resultado econômico da atividade analisada na propriedade B.

Componentes	Bov. Leite
Receita total no ano	R$ 138.216,80
Saldo sobre o Custo Variável	R$ 55.116,80
Saldo sobre o Custo Fixo	R$ 113.886,80
Saldo sobre o Custo Operacional Total	R$ 30.786,80
Saldo sobre o Custo Total	R$ 25.896,95
Investimento inicial	R$ 160.800,00
Margem Líquida (RB – COT)	R$ 30.786,80

Componentes	Bov. Leite
Resultado Econômico (RT – CT)	R$ 25.896,95
Lucratividade (ML/RT*100)	22,27%
Rentabilidade (RE/II*100)	16,11%
Margem Líquida/ litro prod. no ciclo	R$ 0,29
Margem Líquida/ saca de soja prod. no ciclo	-
Ponto de Equilíbrio % (CT/RT*100)	81,26%

Nota: RB = Receita bruta (soma das receitas; COT = Custo Operacional Total; RT = Receita total; CT = Custo total; ML = Margem líquida; RE = Resultado Econômico; II = Investimento inicial.
Fonte: Autoria própria.

A propriedade B desenvolve somente a atividade leiteira tendo a sua área agrícola arrendada, na qual traz um resultado de 19 sacas por hectare constituindo uma renda de R$ 19.950,00.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No meio rural encontramos uma variedade de atividades, e em várias propriedades estas estão muito bem diversificadas, sendo assim os cálculos são fundamentais para que os administradores da propriedade possam visualizar onde estão localizados os melhores resultados, e assim direcionarem de forma correta suas energias e recursos financeiros, dando maior atenção à atividade que apresenta melhores resultados e podendo aprimora-las com o passar do tempo.

Neste estudo foi possível conhecer a fundo a real condição econômica de ambas as propriedades, reconhecendo que a sojicultura em comparação a bovinocultura de leite é mais rentável e lucrativa. Entretanto, encontramos resultados na atividade leiteira bem satisfatórios e que podem ser otimizados pelos gestores de cada propriedade, aonde estes apresentam uma certa dificuldade em organizar e separar os dados obtidos para as atividades.

A propriedade que combinou as duas atividades, obteve melhor resultado econômico com a atividade leiteira, ou seja, colheu os benefícios da diversificação e iLP. No entanto, é preciso considerar que esta propriedade também possui maior escala, o que se torna um fator determinante para a composição de receitas com a bovinocultura de leite.

Mesmo assim, aqueles produtores que enxergam a importância do controle gerencial do seu negócio, veem quebrando paradigmas de seus antecessores, buscando um novo ponto de vista e aprofundando seus conhecimentos na área.

REFERÊNCIAS

BRANSKI, R. M. **O papel da Tecnologia de Informação no processo logístico: estudo de casos com operadores logísticos**. 272 p. Tese (doutorado) – Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. – Brasília: Conab, 2016.

DAL MAGRO, C. B.; DI DOMENICO, D.; ROBERTO, C. B.; ZANIN, A. Contabilidade rural: comparativo na rentabilidade das atividades leiteira e avícola. **Custos e @gronegócioonline**, v. 9, n. 1, p. 02-22, 2013.

GUILHOTO, J. M. et al. A importância do agronegócio familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 3, pág. 355-382, 2006.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J.C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. M.; NEVES, E.M. **Administração da Empresa Agrícola**. São Paulo: 6. ed. Pioneira, 1987, 326p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE: Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

PACHECO, A. M; SANTOS, I. R. C.; HANZÉ, A. L.; MARIANO, R. S. G.; SILVA, T. H.; ZAPPA, V. A importância do agronegócio para o Brasil – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 10, n. 19, p. 1-6, 2012.

RIES, A.; TROUT, J. **Positioning: the battle for your mind.** New York: Warner Books, 1990. 154 p.

MODELAGEM E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS CINÉTICOS DE UM REATOR BIOLÓGICO OPERANDO EM BATELADA ALIMENTADA COM MISTURA PERFEITA

MODELING AND SENSITIVITY ANALYSIS OF THE KINETIC PARAMETERS OF A BIOLOGICAL REACTOR OPERATING IN BATCH FED WITH PERFECT MIXING

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-22

Lenilson Olinto Rocha [1]
Matheus Duarte de Araújo [2]
Luana Marques Souza Farias [3]
Yáscara Maia Araújo de Brito [4]
Francisco Miqueias Sousa Nunes [5]
Hewerton Agra Oliveira [6]

[1] Professor Assistente no Colegiado de Engenharia de Produção. Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF
[2] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
[3] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal da Paraíba - UFPB
[4] Professora do Departamento de Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
[5] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
[6] Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

RESUMO

Diante da escassez hídrica e da necessidade de melhorar os padrões de qualidade da água, é necessário desenvolver abordagens de engenharia de sistemas para projetar e operar de forma otimizada os bioprocessos de tratamento de efluentes. Nesse contexto, o presente estudo realizou a modelagem matemática, a partir do método numérico de Euller, de um biorreator em batelada alimentada de mistura perfeita. Através do modelo proposto, observou-se o comportamento das concentrações de substrato, biomassa e produto e analisou-se a sensibilidade do modelo à variação dos parâmetros cinéticos. O modelo, baseado na cinética de Monod e na função objetivo Euller, se mostrou capaz de simular o comportamento do biorreator. A análise de sensibilidade permitiu concluir que os perfis de concentração estão diretamente ligados aos parâmetros cinéticos μmáx, Ks, mS, Ks, α e β, com destaque para uma maior sensibilidade do modelo para as variações de μmáx.

Palavras-chave: Parâmetros cinéticos. Reator biológico.Água.

ABSTRACT

Faced with water scarcity and the need to improve water quality standards, it is necessary to develop systems engineering approaches to optimally design and operate wastewater treatment bioprocesses. In this context, the present study carried out the mathematical modeling, from the Euller numerical method, of a perfect mixture fed batch bioreactor. Through the proposed model, the behavior of substrate, biomass and product concentrations was observed and the sensitivity of the model to the variation of kinetic parameters was analyzed. The model, based on Monod kinetics and the Euller objective function, proved capable of simulating the behavior of the bioreactor. The sensitivity analysis allowed us to conclude that the concentration profiles are directly linked to the kinetic parameters μmax, Ks, mS, Ks, α and β, highlighting the greater sensitivity of the model to variations in μmax.

Keywords: Kinetic parameters. Biological reactor. Water.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desde a primeira revolução industrial potencializou a escassez hídrica em áreas densamente povoadas, e até mesmo nas regiões naturais com excedente hídrico, notou-se alterações relevantes na quantidade e na qualidade da água disponível (SODRÉ, 2012; OLIVEIRA; SILVA, 2014).

Este cenário, aliado à intensificação das atividades de caráter poluidor, tem se mostrado nociva para o meio ambiente, com a degradação cada vez maior dos espaços naturais, tanto físicos quanto biológicos, bem como dos corpos hídricos e seus ecossistemas, de modo que muitos destes têm se tornados irrecuperáveis (TURNELL; CRISPIM, 2014).

Uma das alternativas para atenuar a escassez hídrica e melhorar os padrões de qualidade da água, concentra-se em técnicas de tratamento das águas residuárias (URBAN; ISAAC; MORITA, 2019). O tratamento de águas residuárias tem evoluído em ritmos diferentes ao longo da história, conforme às crescentes demandas sociais, ambientais e econômicas dos distintos países (SALGOT; FOLCH, 2018). No Brasil, com a crescente expansão imobiliária desordenada, em que 86% da população vive nas cidades, cerca de 49,2% dos brasileiros não possuem acesso a rede de esgotamento sanitário, consequentemente, um baixo reaproveitamento das águas residuárias (IBGE, 2020; GARCIAS et. al., 2020).

Para a tratamento de águas residuárias com remoção de matéria orgânica, à depender das características dos resíduos, as técnicas de tratamento biológico são cada vez mais frequentes citadas na literatura (CHERNICHARRO, 1997; CEZANO, 2016). Entre as técnicas de tratamento biológico, a digestão anaeróbia é uma das melhores alternativas para o tratamento de subprodutos altamente poluidores, como resíduos sólidos, efluentes da agroindústria, esgoto sanitário doméstico e dejetos de animais (BRUNO; OLIVEIRA, 2008).

O uso da digestão anaeróbia em “biorreatores” tem sido feito por muitos anos em diversas áreas, inclusive no tratamento de água residuárias. Um biorreator é o equipamento no qual os substratos são convertidos nos produtos desejados sob a ação de microrganismos, células ou enzimas, promovendo uma biotransformação, sendo

assimilado com o coração dos processos biotecnológicos (COONEY, 1983; LUPĂŞTEANU; GALACTION; CAŞCAVAL, 2007; SPIER et al., 2011).

São inúmeros os tipos de biorreatores usados em escala laboratorial ou industrial, nos quais processos biológicos ou bioquímicos se desenvolvem sob um ambiente monitorado de perto e rigidamente controlado, cujos modos de operação podem ser classificados em: processos em lote (ou em batelada), semi-contínuos (batelada alimentada) e processos contínuos (COONEY, 1983; LUPĂŞTEANU; GALACTION; CAŞCAVAL, 2007; SPIER et al., 2011; PLUNKETT; O'BRIEN, 2011).

Com o intuito de aumentar a produtividade e a lucratividade dos bioprocessos, métodos eficientes e robustos são necessários, nesse sentido, muitos estudos buscam o seu aprimoramento por meio de abordagens de engenharia de sistemas de processos, desse modo, a modelagem matemática, a otimização e o controle tornaram-se ferramentas fundamentais para projetar e operar de forma otimizada as instalações de produção nas indústrias de bioprocessos (BANGA et al., 2003).

Um dos desafios dos projetos de biorreatores concentra-se na estimação da realidade física do sistema, uma vez que existem variáveis e parâmetros que apresentarão desvios com relação ao comportamento teórico ideal (SCHWAAB, 2007; CEZANO, 2016).

Para Bonomi e Schmidell (2001), a estimação da realidade física em biorreatores, por meio da modelagem matemática, refere-se às reações químico-bioquímicas que acontecem no interior dos microrganismos, as quais representam os balanços de massa para cada componente do biorreator associados às complexas transformações bioquímicas que ocorrem nos processos e às velocidades que se processam as reações. Desde modo, o referido artigo tem como objetivo simular a aplicação dos parâmetros cinéticos de um reator em regime de batelada alimentada utilizando o método numérico de Euler.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1. BIORREATORES

Biorreatores são sistemas ou equipamentos nos quais concentrações de bactérias realizam a transformação da matéria orgânica em algum produto, e seu

desenvolvimento ocorre conforme o produto a ser gerado e as exigências dos agentes biológicos envolvidos, resultando um ambiente favorável à aceleração da decomposição dos resíduos orgânicos, sendo projetados de acordo com seu processo de digestão, os quais podem ser aeróbicos, anaeróbicos ou híbridos (HASELEIN, 2017).

O desenvolvimento dos reatores anaeróbios teve início com os trabalhos de Dague, McKinney e Pfeffer, em 1966 e 1970, ao observar que a biomassa anaeróbia floculava de forma análoga ao sistema aeróbio de lodos ativados e que a eficiência da floculação era afetada pela carga orgânica (FRIEDL, 2008). Os biorreatores anaeróbicos permitem a degradação de matéria orgânica por bactérias que realizam sua digestão sem a presença de oxigênio (HASELEIN, 2017).

Tais reatores podem ser utilizados em diferentes tipos de indústrias, gerando vitaminas, solventes, queijos, entre outros, e partir do século XX, passaram também a ser utilizados no tratamento de efluentes (SANTOS; FILHO; GIORDANO, 2011). O desenvolvimento do reator anaeróbio de manta de lodo e escoamento ascendente (UASB), por pesquisadores da Universidade Agrícola de Wageningen, na Holanda, no final da década de 70, acarretou em um grande impulso para o tratamento de águas residuárias (LETTINGA et al., 1980).

Os biorreatores podem ser classificados de acordo com sua operação, sendo os três principais modos (HASELEIN, 2017):

- Batelada: modo de operação, também chamado de fermentação descontínua, em que todo o substrato é introduzido no início do processo, não havendo acréscimo nem remoção do material orgânico durante o procedimento, e o ambiente no interior do biorreator se altera frequentemente, o que modifica o metabolismo dos micro-organismos agentes, estimulando ou inibindo seu crescimento;
- Semicontínuo (Batelada alimentada): modo de operação, também chamado de semibatelada, em que há sucessivas adições de substrato no biorreator, podendo ser em intervalos curtos ou longos entre uma adição e outra;
- Contínuo: modo de operação em que à medida que o substrato é inserido continuamente no sistema, há retirada do produto fermentado, permitindo que a reação alcance um estado de estabilidade.

Mockaitis (2008) identificou que as operações em batelada alimentada favorecem a remoção de sulfato, e seu uso torna-se interessante em função da flexibilidade operacional que esta configuração apresenta, uma vez que possibilita o controle da adição de matéria orgânica. Nesse processo, a alimentação é realizada com um ou mais nutrientes durante o processo, sendo possível controlar a concentração de substrato (RODRIGUES, 2018).

Para a remoção da matéria orgânica em tratamento de águas residuárias, são várias as configurações de biorreatores utilizados, sendo os mais difundidos no que se refere à remoção do sulfato de águas residuárias os seguintes: reator anaeróbio operado em batelada sequencial (ASBR); reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB); reator anaeróbio de leito expandido (EGSB); e o reator anaeróbio de leito fixo operado em batelada alimentada sequencial (ASBBR). De modo geral, os tipos de reatores anaeróbios se diferenciam pela estratégia de alimentação (contínuo e descontínuo) e pela característica da biomassa (granulada, crescimento disperso e imobilizada) (FRIEDL, 2008; MOCKAITIS, 2008).

2.2. USO DA MODELAGEM PARA SIMULAR A OPERAÇÃO EM BIORREATORES

Os biorreatores constituem-se no ponto central para o tratamento de águas residuárias biodegradáveis (ZAIAT, 2003). Faz-se importante, portanto, compreender os fenômenos envolvidos no funcionamento de um biorreator para poder utilizá-lo da melhor forma possível, bem como o desenvolvimento de configurações otimizadas, em busca de um maior desempenho, segurança e menor custo, de modo que a tecnologia seja viável para aplicação ao tratamento de águas residuárias (ZAIAT, 2003).

Nesse sentido, os modelos matemáticos proporcionam benefícios, uma vez que podem fornecer conceitos e respostas, previsões de desempenho ou comparações de alternativas de tratamento, proporcionando assim o controle e a otimização de tecnologias (CHRISTOFOLETTI, 2004).

A compreensão dos processos de um biorreator torna essencial a busca por modelos matemáticos que permitam simular as atividades do sistema, possibilitando o controle e a otimização de sua operação (HASELEIN, 2017).

Conforme Tavares (2008), os modelos matemáticos buscam descrever a natureza de um sistema por meio de uma estrutura teórica representada por equações matemáticas, valores numéricos dos parâmetros das equações e dados de entrada e de saída. Tais modelos podem ser classificados em: distribuído, concentrado, mecanístico, empírico, estacionário, dinâmico, determinístico ou estocástico (TAVARES, 2008).

Os modelos concentrados são aqueles em que as propriedades são assumidas como uniformes e independentes da posição, e esse é o caso do reator com mistura perfeita, o qual, apresenta composição uniforme dentro do reator, ou seja, a concentração de saída é igual à concentração no seu interior (TAVARES, 2008).

O mecanismo matemático mais empregado na descrição dos processos em um biorreator é um conjunto de equações diferenciais ordinárias parametrizadas, capazes de descrever as características particulares de cada biorreator, e o método de Euler é uma das técnicas de aproximação mais utilizadas para se determinar a solução de um problema de valor inicial de uma equação diferencial de primeira ordem (HASELEIN, 2017).

São várias as dificuldades para a determinação do perfil ótimo de alimentação de substrato em biorreatores, devido à natureza complexa do metabolismo microbiano, a sua cinética altamente não-linear, às diferentes taxas de reação entre as espécies competitivas presentes no fenômeno físico, entre outros fatores.

Para isso, tradicionalmente, têm sido utilizados os seguintes métodos: métodos diretos (com o vetor de variáveis de controle e de variáveis de estado sendo discretizados, transformando o problema original em um equivalente de programação não-linear); métodos indiretos (com o problema original sendo convertido em um sistema de equações algébrico-diferenciais de valor no contorno, por meio da aplicação do Princípio máximo de Pontriagyn); e métodos Híbridos (com a combinação das melhores características dos métodos direto e indireto) (SILVA et al., 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada com objetivos explicativos e de procedimentos experimentais por meio da simulação numérica (PRODANOV; FREITAS, 2013). Os cálculos para as simulações do processo do

biorreator operando em regime de batelada alimentada foram realizados na planilha eletrônica Microsoft Excel. Assim como o emprego do método de Euler. Os valores das constantes cinéticas iniciais foram obtidos previamente por Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006). Os valores iniciais e as constantes cinéticas estão contidas na Tabela 01.

Tabela 01 - Constantes cinéticas (Parte 1)

Var.	$\mu_{máx}$	K_s	$1/Y_{x/s}$	V_0	V_F	C_{x0}	C_{S0}	C_{P0}
Valor	0,50	0,10	2,00	2,00	5,00	1,00	0,00	0,00
Uni	h^{-1}	g/L	-	L	L	g/L	g/L	g/L

Tabela 01 - Constantes cinéticas (Parte 2)

Var.	f	C_{Sf}	C_{Pf}	(a) F	(b) F_0	D	DT	kd	ms
Valor	0,00	10,00	0,00	0,75	0,46	0,23	0,10	0,03	0,03
Uni	g/L	g/L	g/L	L/h	L/h	h^{-1}	h	h^{-1}	h^{-1}

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

A partir da Tabela 01, adotou-se como válido modelo de crescimento celular proposto por Monod, uma vez que foram utilizados diferentes passos para a velocidade de crescimento.

Inicialmente foram obtidos os balanços materiais de biomassa, substrato e produto para o reator operando em batelada alimentada. Sabe-se que para o balanço material geral é obtido pela adaptação da seguinte expressão (RODRIGUES; RATUSZNEI; DAMASCENO, 2006; VON SPERLING, 2007):

ACÚMULO = (ENTRADA + GERAÇÃO) – (SAÍDA + CONSUMO)

Neste caso, como o reator opera em regime de batelada não tem entrada e nem saída de material. Desta forma, o balanço final será:

ACÚMULO = (GERAÇÃO) – (CONSUMO)

Posteriormente, por meio das equações contidas nas Tabelas 02; 03 e 04 foram obtidas as simulações para o biorreator, sendo-as:

Tabela 02 - Equações utilizadas na simulação do biorreator em batelada

Equações de estado	Biomassa	Substrato	Produto
Balanço de material	$\frac{dC_x}{dt} = v_x$	$-\frac{dC_S}{dt} = \mu_S \cdot C_x$	$\frac{dC_p}{dt} = v_p$
Velocidades específicas	$\mu = \mu_x = \frac{v_x}{C_x}$	$\mu_s = \frac{\mu_x}{Y_{x/s}}$	$\mu_p = \frac{v_p}{C_x}$
Balanço material substituindo as velocidades específicas	$\frac{dC_x}{dt} = \mu \cdot C_x$	$-\frac{dC_S}{dt} = \frac{\mu}{Y_{x/s}} \cdot C_x$	$\frac{dC_p}{dt} = \mu_p \cdot C_x$

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

Na Tabela 02, o balanço material foi obtido colocando-se o balanço material em função das velocidades específicas. Já para a Tabela 03, apresenta-se todos os termos utilizados na realização dos balanços.

Tabela 03 – Significados dos termos utilizados nas equações de estado do biorreator

Símbolo	Significado	Unidade
V	Volume de meio no biorreator	L
C_X	Concentração de biomassa	g-X/L
C_{X0}	Concentração inicial de biomassa	g-X/L
C_S	Concentração de substrato limitante	g-S/L
C_{S0}	Concentração inicial de substrato limitante	g-S/L
C_P	Concentração de produto genérico	g-P/L
C_{P0}	Concentração inicial de produto genérico	g-P/L
K_i	Constante de inibição pelo substrato	g/L
K_P	Constante de inibição pelo produto	µg/L
Ks	Constante de saturação do substrato	g/L
m_S	Coeficiente de manutenção celular	µg/g.h
v_X	Velocidade de crescimento celular	g-X/L.h
v_P	Velocidade de produção de produto genérico	g-P/L.h
μ_X	Velocidade específica de crescimento celular	g-X/g-X.h ou h^{-1}
μ_S	Velocidade específica de consumo de substrato	g-S/g-X.h ou h^{-1}
μ_P	Velocidade específica de produção de produto genérico	g-P/g-X.h ou h^{-1}
$\mu_{máx}$	Velocidade máxima específica de crescimento celular	h^{-1}
$Y_{X/S}$	Fator de conversão de substrato à biomassa	g-X/g-S
dC_X/dt	Taxa de acúmulo de biomassa	g-X/L.h
dC_S/dt	Taxa de acúmulo de substrato	g-S/L.h
dC_P/dt	Taxa de acúmulo de produto	g-P/L.h

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

Quanto à cinética de formação do produto, foram admitidas no sistema para as três equações, associada ao crescimento, não associada ao crescimento e parcialmente associada ao crescimento, como apresenta na Tabela 04.

Tabela 04 - Cinéticas de formação de produto no biorreator em batelada

Cinética de formação de produto	Associada ao crescimento	Não associada ao crescimento	Parcialmente associada ao crescimento
Velocidade específica de produção	$\mu_p = \alpha + \beta$	$\mu_p = \beta$	$\mu_p = \alpha \cdot \mu + \beta$

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

Já para o modelo de Monod (1942), que relaciona a velocidade específica de crescimento da biomassa e a concentração de substrato limitante, as equações estão contidas na Tabela 05.

Tabela 05 - Modelo de Monod utilizado para balanços materiais das variáveis de estado

Modelo de Monod	Variáveis de estado	Balanços admitindo Monod
$\mu = \mu_{máx} \cdot \frac{C_s}{K_s + C_s}$	Biomassa	$\frac{dC_x}{dt} = \mu_{máx} \cdot \frac{C_s}{K_s + C_s} \cdot C_x$
	Substrato	$\frac{dC_s}{dt} = \mu_{máx} \cdot \frac{C_s}{K_s + C_s} \cdot \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot C_x$
	Produto - parcialmente associado	$\frac{dC_p}{dt} = \left(\alpha \cdot \mu_{máx} \cdot \frac{C_s}{K_s + C_s} + \beta\right) \cdot C_x$

Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

Salienta-se, que a nomenclatura Ks é uma constante cinética que representa a afinidade do organismo para o nutriente, posto que corresponde a concentração do substrato limitante para a qual a velocidade específica de crescimento é a metade do seu valor máximo. Os valores de $\mu_{máx}$ e Ks dependem do organismo, do substrato limitante, do meio de cultivo e de fatores como temperatura e pH (METCALF; EDDY, 2016).

3.1. MÉTODO DE EULER

O método de Euler é o mais simples e o método numérico avançado mais utilizado, foi desenvolvido em 1768 e publicado na obra *Institutiones Calculi Integralis*

(RAMOS, 2017). O método de Euler corresponde à uma série de Taylor, a qual para na primeira derivada. No desenvolvimento em Taylor, tem-se:

$$y(x_0 + h) = y(x_0) + y'(x_0).h + y''(x_0).h^2/2! + y'''(x_0).h^3/3! + ...$$

No Método de Euler, toma-se:

$$y(x_0 + h) \cong y(x_0) + y'(x_0).h$$

Lembrando-se que $y'(x)$ é a própria equação diferencial, tem-se:

$$y_1 = y(x_1) = y(x_0 + h) \cong y(x_0) + f(x_0, y_0) \cdot h$$

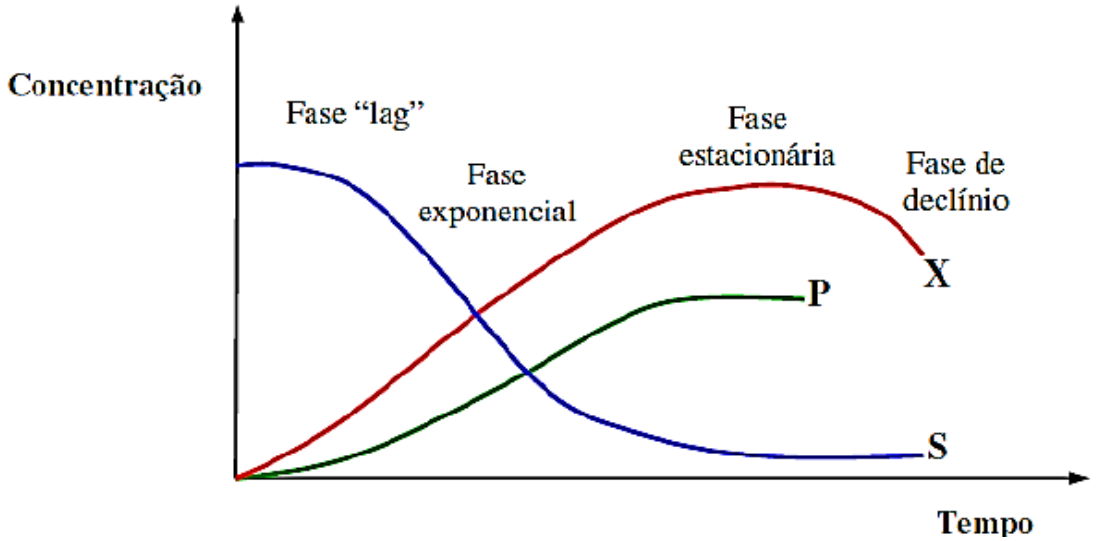
Em seguida, são calculados os demais valores da tabela (x,y).

$$y_2 = y(x_1+h) = y_1 + f(x_1, y_1) \cdot h .... y_{i+1} = y(x_i+h) = y_i + f(x_i, y_i) \cdot h$$

Contudo, deve-se prestar atenção no tamanho do passo para o método de Euler, pois a redução do tamanho do passo acarreta a redução do erro absoluto, porem será necessário mais poder de processamento e maior quantidade de cálculos (RAMOS, 2017).

O Método de Euler pode ser implementado em cálculos de biorreatores, e neste artigo, o método foi empregado para a cinética do biorreator para: quantifica o crescimento celular (X), consumo do substrato (S) e de formação de produto (P). Como apresenta a Figura 01.

Figura 01 - Fases de um estudo cinético de um processo biológico.



Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

Já para a análise do comportamento do biorreator, admitiu-se o modelo de crescimento celular proposto por Monod com consumo de substrato, uma vez que a manutenção das células e decaimento da biomassa ocorrem devido à lise celular (metabolismo endógeno). Os Perfis de concentração com decaimento e a manutenção celular são apresentados na Tabela 06.

Tabela 06 - Perfis de concentração com decaimento e a manutenção celular

Variáveis de estado	Balanços de materiais (Equações de estado)
Biomassa	$\frac{dC_x}{dt} = (\mu\text{-}K_D).C_x$
Substrato	$\frac{-dCs}{dt} = (\frac{1}{Y_G} . \mu + m_s). C_x$

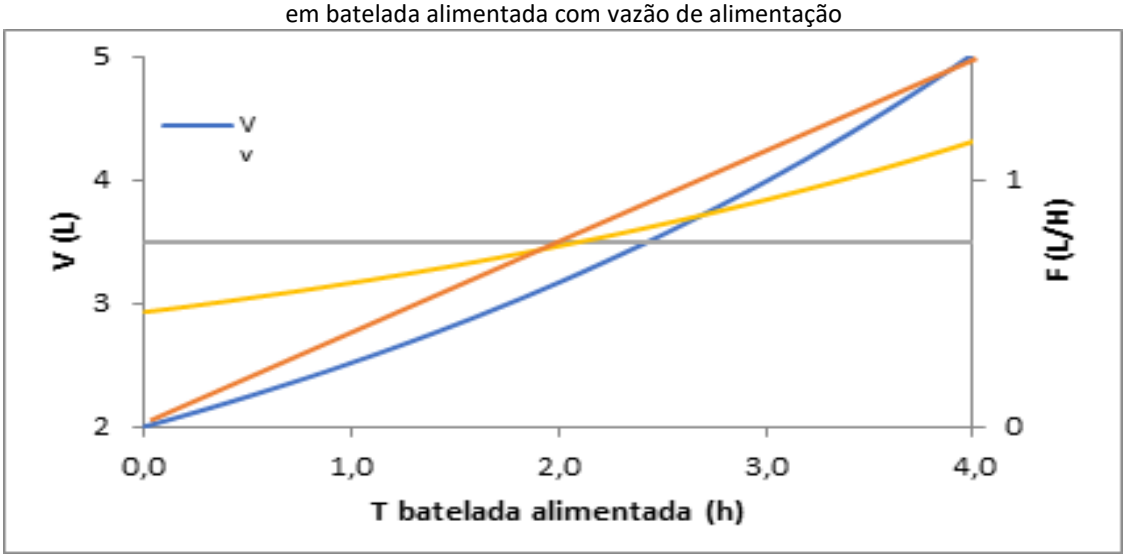
Fonte: Adaptado de Rodrigues, Ratusznei e Damasceno (2006).

A metodologia deste estudo aplicou a modelagem matemática do tipo determinística, teórica, não linear, implícita, com parâmetros concentrados, agrupada, não estruturada e de múltiplas reações. E foram assumidas as seguintes condições: o reator opera no regime de mistura perfeita; o volume utilizado na modelagem é apenas do reator; a concentração de microrganismo na alimentação é desprezível e a estabilização no substrato ocorre somente no reator.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 02, por meio da simulação, são apresentados dois cenários para alimentação do reator, um com vazão contínua e o outro com vazão variável exponencial. Nesta simulação, o reator em regime de batelada alimentada opera como um reator semi-contínuo. Constata-se igualdade nos volumes iniciais e finais de ambos reatores, no entanto apresentam curvas de enchimento diferentes.

Figura 02 - Perfis da vazão de alimentação e dos volumes (V0 = 2 L; VF = 5 L) dos biorreatores operados em batelada alimentada com vazão de alimentação

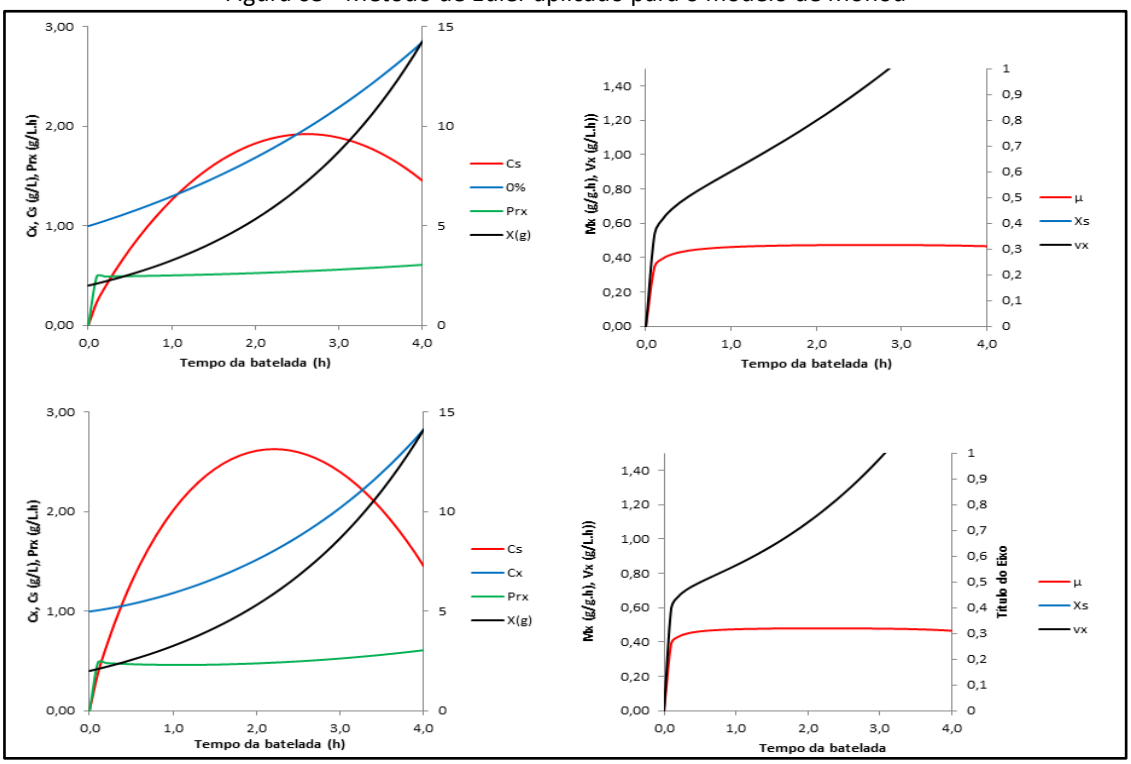


Fonte: Autoria própria.

A partir do método numérico de Euler e da síntese das variáveis pelo modelo de Monod adotado para a simulação, a Figura 03 apresenta os perfis das concentrações de células e de substrato; da conversão de substrato; das velocidades de crescimento não específica e específica; da produção e da produtividade celular.

Os parâmetros para o modelo de Monod foram configurados em função do tempo de batelada do biorreator operando em regime descontínuo alimentado. Para a análise da sensibilidade, foram simulados os modelos para os cálculos da constante cinética Ks variando no intervalo de 0,05 a 0,15 e -0,05 a -0,15 em termos percentuais. Observou-se que as concentrações de biomassa, substrato e produto não foram afetadas de forma significativa. Porém, notou-se que quanto maior o valor de Ks (Figura 04), maior seria o tempo de duração do substrato.

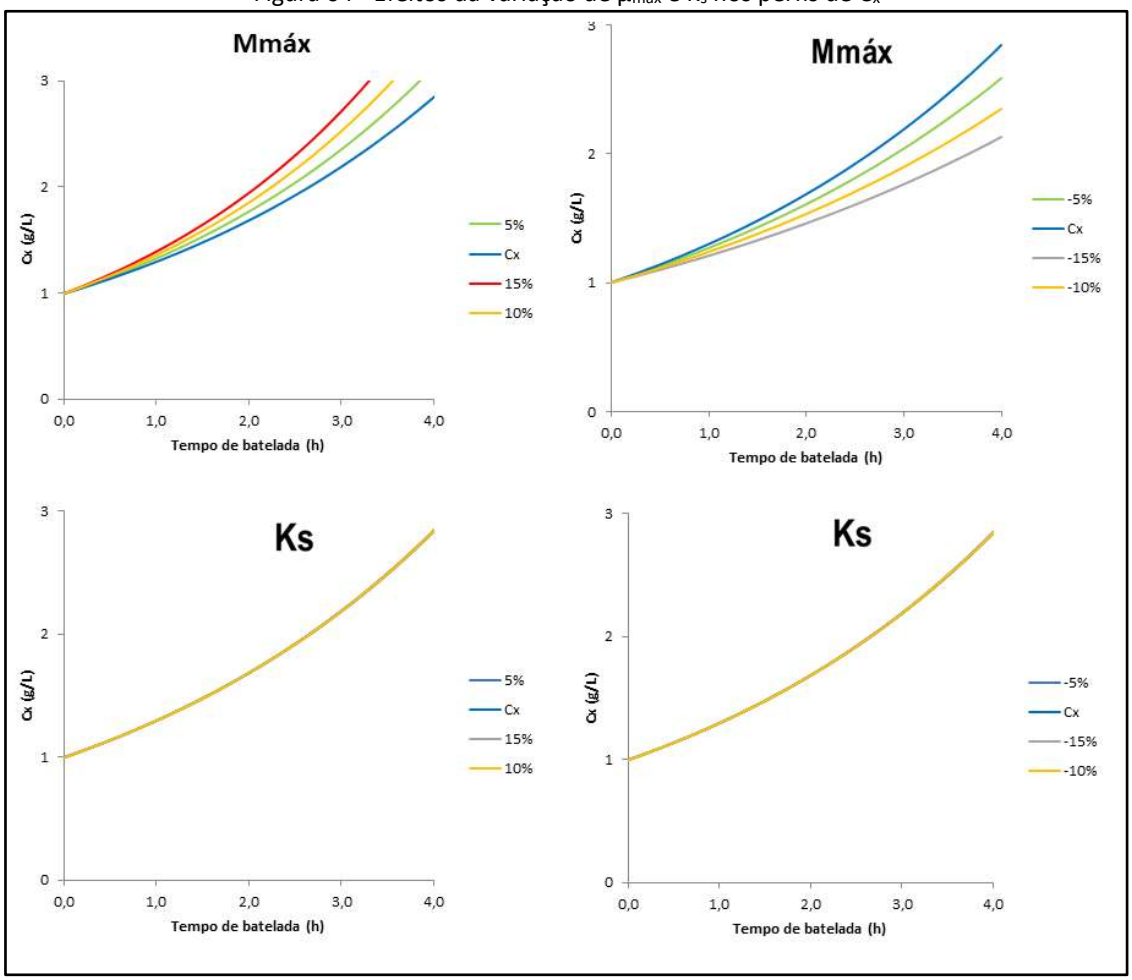
Figura 03 - Método de Euler aplicado para o modelo de Monod



Fonte: Autoria própria.

No comportamento do Cx, para valores diferentes da velocidade específica máxima de crescimento (µmax), observou-se um efeito em que à medida que se altera o µmax, altera-se também o desempenho das concentrações de biomassa, substrato e produto. Este fato está relacionado ao aumento do valor de µmax, provocando-se um maior consumo de substrato, maior desenvolvimento de biomassa e formação de produto, conforme a Figura 04.

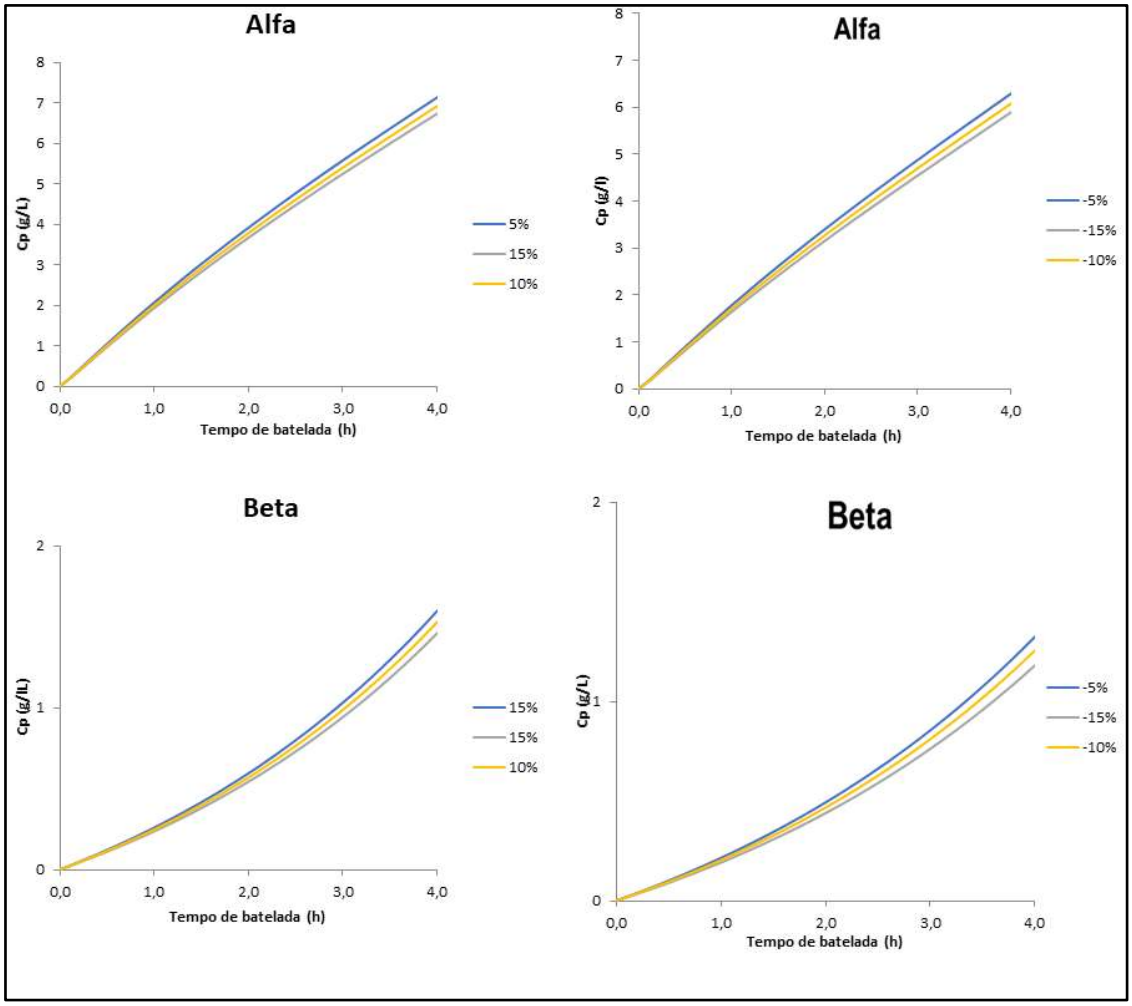
Figura 04 - Efeitos da variação de μ_{max} e K_s nos perfis de C_x



Fonte: Autoria própria.

A Figura 05 apresenta a sensibilidade do modelo em relação a concentração de produto Cp, a partir da variação de 0,05, 0,10 e 0,15, positivas e negativas, aplicadas para as constantes cinéticas alfa com o valor de 1,60h^{-1} e beta com o valor de 0,20h^{-1} respectivamente.

Figura 05 - Efeitos da variação de α e β nos perfis de concentração do produto



Fonte: Autoria própria.

Por meio das variações percentuais simuladas para o Cp, percebeu-se também uma interferência significativa da concentração de biomassa. De semelhante modo, a que a medida que os valores de K_d e m_s, inicialmente de 0,05 para ambas as variáveis, aumentam, provoca uma diminuição nas nos perfis Cx. Portanto, nota-se que as variáveis de estado (biomassa, substrato e produto) estão sob uma forte correlação positiva, dado que um aumento percentual da variação de uma dessas variáveis provoca também um aumento percentual nas outras. Notou-se também, pela simulação, que a velocidade específica máxima de crescimento $\mu_{máx}$ está diretamente ligada à produção de biomassa e produto, assim como ao consumo de substrato. E por fim, a simulação elaborada pelo método de Euler mostrou que as variações para o α (alfa) e o β (beta) influenciaram diretamente nos perfis de Cp, uma vez que são termos da velocidade específica de produção do produto genérico.

5. CONCLUSÕES

O método de Euller se mostrou capaz de solucionar as equações diferenciais representativas de um biorreator operando em regime de batelada alimentada.

Denota-se que as variáveis de estado (biomassa, substrato e produto) estão diretamente ligadas aos parâmetros cinéticos μmáx, Ks, mS, Ks, α e β, com destaque para uma maior sensibilidade do modelo para as variações de μmáx.

A variação percentual da constante cinética Ks, na implementação positiva e negativa de 0,05, 0,10 e 0,15, não influenciou de forma significativa os perfis de concentração de biomassa. As variações de α e β influenciaram diretamente nos perfis de Cp, uma vez que a velocidade específica de produção do produto genérico é função das constantes cinéticas.

REFERÊNCIAS

BANGA, J. R. et al. Dynamic optimization of bioreactors: a review. **Proc. Indian Natn. Sci. Acad.**, v. 69, n. 3/4, p. 257-266, 2003.

BONOMI, A.; SCHMIDELL, W. Modelagem matemática e simulação de processos fermentativos. In: SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. (coord.) **Biotecnologia industrial**: engenharia bioquímica. São Paulo: Edgard Blucher, 2001, v. 1. p. 123-178.

BRUNO, M.; OLIVEIRA, R. A. de. Tratamento anaeróbio de águas residuárias do beneficiamento de café por via úmida em reatores UASB em dois estágios. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v. 28, n. 2, p. 364-377, June 2008 .

CESANO, M. T. L. **Modelagem Simplificada de Reatores Anaeróbios do tipo UASB**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

CHERNICHARO, C.A.L., **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. Editora Blucher, 2004.

COONEY, C. L. Bioreactors: design and operation. **Science**, v. 219, n. 4585, p. 728-733, 1983.

FRIEDL, G. F. **Estudo da remoção de sulfato em biorreator operado em batelada e batelada alimentada sequenciais, contendo biomassa imobilizada e utilizando agitação mecânica e "draft-tube"**. 2008. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e

Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

GARCIAS, C. M. et al. Revitalização de rios urbanos: estudo de caso bacia do rio Belém, Curitiba-PR. **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 6, n.2, p. 6088-6096, 2020.

HASELEIN, W. M. **Identificação de Modelos Dinâmicos para Biorreatores Anaeróbicos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

LETTINGA, G. A. F. M. et al. Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological wastewater treatment, especially for anaerobic treatment. **Biotechnology and bioengineering**, v. 22, n. 4, p. 699-734, 1980.

LUPĂŞTEANU, A.; GALACTION, A.; CAŞCAVAL, D. Bioreactors with immobilized biocatalysts. **Rom. Biotechnol. Lett**, v. 12, p. 3131-3138, 2007.

Tratamento de efluentes e recuperação de recursos [recurso eletrônico] / Metcalf; Eddy; Tradução: Ivanildo Hespanhol; José Carlos Mierzwa. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MOCKAITIS, G. **Redução de sulfato em biorreator operado em batelada e batelada alimentada seqüenciais contendo biomassa granulada com agitação mecânica e Draft-Tube**. 2008. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

OLIVEIRA, L. N.; SILVA, C. E. Qualidade da água do Rio Poti e suas implicações para atividade de lazer em Teresina-PI. **Revista Equador**, v. 3, n. 1, p. 128-147, 2014.

PRODANOV, C. C.;FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Editora Feevale: Novo Hamburgo, 2013.

PLUNKETT, N.; O'BRIEN, F. J. Bioreactors in tissue engineering. **Technology and Health Care**, v. 19, n. 1, p. 55-69, 2011.

RAMOS, M. W. A. **Métodos de Euler e Runge-Kutta: uma análise utilizando o Geogebra**. Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN: João Pessoa, 2017.

RODRIGUES, J. A. D.; RATUSZNEI, S. M.; DAMASCENO, L. H. S. **Análise de processos biológicos**. Texto de apoio didático (Pós-graduação em Engenharia, área de concentração hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). São Carlos, 2006.

SANTOS, R. C. O; FILHO, O. B; GIORDANO, G. **Reatores Biológicos para Tratamento de Esgotos**: Método Racional de Dimensionamento. Coletânea em Saneamento Ambiental (COAMB). Série Temática: Tecnologias Ambientais. Rio de Janeiro. v. 3. 2011.

SILVA, M. A. et al. Otimização do Processo de Fermentação Batelada-Alimentada usando Evolução Diferencial e Otimização Robusta. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, 2018.

SPIER, M. R. et al. Application of different types of bioreactors in bioprocesses. In: **Bioreactors: design, properties and applications.** Nova Science Publishers Inc: New York, p. 55-90, 2011.

SALGOT, M.; FOLCH, M. Wastewater treatment and water reuse. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 2, p. 64–74, abr. 2018.

SCHWAAB, M.; PINTO, J. C. **Análise de Dados Experimentais I: Fundamentos de Estatística e Estimação de Parâmetros**. E-papers Serviços Editoriais: Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Agricultura**, v. 1, n. 2o, p. 3o, 2012.

TAVARES, A. C. **Modelagem matemática da degradação da glicose, com produção de hidrogênio, em um reator anaeróbio de leito fixo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

TURNELL, M. V.; CRISPIM, M. C. B. Análise dos impactos socioambientais provocados pelo lançamento de efluentes industriais no Rio Gramame - Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 2, 20 jan. 2015.

URBAN, R. C.; ISAAC, R. DE L.; MORITA, D. M. Uso benéfico de lodo de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto: estado da arte. **Revista DAE**, v. 67, n. 219, p. 128–158, 2019.

VON SPERLING, M. **Basic Principles of Wastewater Treatment**. v. 2. IWA Publishing: Londres, 2007.

ZAIAT, M. **Desenvolvimento e análise de biorreatores anaeróbios contendo células imobilizadas para tratamento de águas residuárias:** reator anaeróbio horizontal de leito fixo, reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais. 2003. Texto (Livre Docência) - Escola de Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

AGROBIOTECNOLOGIA APLICADA NA REDUÇÃO DE USO DE INSUMOS QUÍMICOS

AGROBIOTECHNOLOGY APPLIED TO REDUCE THE USE OF CHEMICAL INPUTS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-23

Christian Matheus Barbosa de Menezes [1]
Jessyca Camila Bandeira Alves [2]
Maria Inez Campello Barata [3]
Hozana de Souza Ferreia [4]
Luanna Júlia Silva de Melo [5]
Sérgio Selisman Silva Dantas [6]
Eliana Cristina Barreto Monteiro [7]
Galba Maria de Campos-Takaki [8]

[1,2,3,4,5,6] Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais-UNICAP
[7,8] Professoras Adjunta e Titular da Escola ICAM-Tech. Universidade Católica de Pernambuco– UNICAP

RESUMO

Os insumos químicos são substâncias orgânicas e inorgânicas usadas nos processos de produção agrícola, e são aplicadas para remoção de pragas, conhecidos também como praguicidas, pesticidas, defensivos agrícolas, agroquímicos e biocidas. Além disso, o uso indiscriminado para destruir pragas devido à elevada demanda nas lavouras, e até mesmo para reduzir o risco de danos nas plantações. A presente pesquisa tem por objetivo identificar os principais efeitos causadores pelo uso de agentes químicos visando à redução da sua utilização através de recursos da agrobiotecnologia. A acumulação no meio ambiente dessas substâncias orgânicas e inorgânicas pode acarretar diversos problemas, muitas vezes prejudiciais à saúde humana e aos processos naturais dos ciclos biogeoquímicos. Estudos vêm sugerindo alternativas tecnológicas inovadoras com potencial para remediação dos solos contaminados pelos agroquímicos, como a fitorremediação e vermirremediação. Por sua vez, a agrobiotecnologia é caracterizada pela evolução dos conhecimentos da química e da biologia,que definiram uma trajetória tecnológica baseada no uso intensivo de insumos químicos (fertilizantes e pesticidas). E ainda, integra a biotecnologia e engenharia genética nesse novo cenário tecnológico na busca de metodologias dirigidas para a redução do uso de insumos químicos. Nesse contexto, a agrobiotecnologia vem contribuir para a produção de alimentos de qualidade de forma mais eficiente e sustentável, em atendimento às necessidades da sociedade, na busca da qualidade de vida e do bem-estar social.

Palavras-chave: Biotecnologia. Meio Ambiente. Inovação. Sustentabilidade. Agrotóxicos.

ABSTRACT

Chemical inputs are organic and inorganic substances used in agricultural production processes, and are applied to remove pests, also known as pesticides, pesticides, pesticides, agrochemicals, and biocides. In addition, indiscriminate use to destroy pests due to high demand on crops, and even to reduce the risk of damage to crops. This research aims to identify the main effects caused using chemical agents to reduce their use through agrobiotechnology resources. The accumulation of these organic and inorganic substances in the environment can cause several problems, often harmful to

human health and the natural processes of biogeochemical cycles. Studies have suggested innovative technological alternatives with potential for remediation of soils contaminated by agrochemicals, such as phytoremediation and verm remediation. In turn, agrobiotechnology is characterized by the evolution of knowledge in chemistry and biology, which defined a technological trajectory based on the intensive use of chemical inputs (fertilizers and pesticides). Furthermore, it integrates biotechnology and genetic engineering in this new technological scenario in the search for methodologies aimed at reducing the use of chemical inputs. In this context, agrobiotechnology contributes to the production of quality food in a more efficient and sustainable way, meeting the needs of society, in the pursuit of quality of life and social well-being.

Keywords: Biotechnology. Environment. Innovation. Sustainability. Pesticides.

1. INTRODUÇÃO

Os insumos químicos são conhecidos também como praguicidas, pesticidas, defensivos agrícolas, agroquímicos ou biocidas, apresentam ampla aplicação na eliminação de pragas. Neste sentido, esses agentes químicos são potencialmente perigosos, podendo causar riscos tanto à saúde humana e animal, tanto quanto ao meio ambiente (SIQUEIRA et al. 2013).

A aplicação dos agentes químicos na agricultura foi iniciada na década0 de 1950, nos Estados Unidos, com a chamada “Revolução Verde”, que teve o propósito de modernizar a agricultura e aumentar a produtividade (SIQUEIRA et al. 2013). No Brasil esse movimento chegou na década de 1960, com a implementação do Programa Nacional de Defensivos Agrícola (PNDA), com uso fortemente estimulado pelas políticas do estado na década de 1970. Contudo, nesse período vinculava a sua aquisição de reduzir o trabalho com pragas e de beneficiar alimentos e trabalhadores. Sendo assim, os pesticidas tornaram-se presentes na vida diária de milhões de trabalhadores no campo (SOUZA et al.2011).

O desenvolvimento da biotecnologia possibilitou o surgimento de técnicas capazes de superar as barreiras na engenharia genética existentes nas técnicas de melhoramento tradicional e integrando uma nova trajetória tecnológica na redução de insumos químicos (PEDROSO, 2018). Neste sentido, estudos realizados empregando a agrobiotecnologia estão sendo apresentado, bem como, a contribuição para culturas se tornarem mais robustas contra doenças, resistentes a determinadas pragas e herbicidas, além de mostrar onde os agricultores podem contribuir para a produção de alimentos de forma mais eficiente e sustentável (FAO, 2019).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. AGROTÓXICOS: IMPACTOS NA AGRICULTURA

O agrotóxico contamina a superfície do solo através da presença de metais tóxicos que comprometem a qualidade do ecossistema. A acumulação desses agentes químicos pode acarretar diversos resultados, muitos deles prejudiciais à saúde humana e aos processos naturais do ciclo ambiental (SILVA et al., 2019). Tendo em vista os danos que esses produtos acarretam, soluções propostas para minimizar os efeitos indesejáveis, através da substituição de certos pesticidas por outro com menor capacidade de contaminação (CALDAS, 2018).

Os principais impactos por esses agentes químicos na saúde humana acontecem por meio de intoxicação por via direta e ou indireta. Segundo Silva et al., (2013), os agrotóxicos funcionam como venenos, que entram no corpo por meio de contato com a pele, mucosas, respiração e ingestão. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o agrotóxico por apresentar elevado grau de toxicidade é classificado por apresentar letalidade identificada por cores (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação toxicológica dos agrotóxicos

CLASSES	CORES
Extremante tóxicos	Vermelha
Altamente tóxicos	Vermelha
Moderadamente tóxico	Amarela
Pouco tóxico	Azul
Improvável de causar dano agudo	Azul
Não classificado	Verde

Fonte: (SILVA et al., 2013)

A preocupação com a preservação do ambiente e com a qualidade do solo vem sugerindo alternativas constantes para a solução desse problema. A fitorremediação e vermirremediação são tecnologias inovadoras que apresentam potencial para remediação de solos contaminados com agroquímicos. Esses processos geralmente ocorrem no solo, onde os pesticidas são totalmente degradados ou transformados em compostos menos tóxicos pela ação de fungos, bactérias e/ou outros micro-organismos (VALADARES, ALVES E GALIZA, 2020).

A fitorremediação é um termo utilizado para ser aplicado no uso em plantas e micro-organismos para remover, transferir, estabilizar e destruir contaminantes dos solos (BAUDDH & SINGH, 2012). Além disso, alguns compostos não voláteis podem ser degradados ou transformados em moléculas não toxicas, através de modificação enzimática e sequestro por meio das plantas (SANTOS et al., 2007; VASCONCELLOS, PAGLIUSO e SOTOMAIOR, 2012).

A biodegradação de pesticidas ou de qualquer outro composto é dependente de enzimas secretadas por micro-organismos específicos. Essas enzimas têm elevada demanda no potencial hidrogeniônico. (MASSOUD et al, 2010; RIBEIRO, 2021).

Ressalta-se que o pH ótimo das bactérias fica em torno de 6,5 e 7,5 que é o mais adequado para biorremediação. Entretanto, isso não é hegemônico sobre todos os compostos e bactérias álcali-tolerantes do grupo β-proteobacterium, como *Pandoraea* sp., por exemplo, foi isolada a partir de uma cultura de enriquecimento e conseguiu degradar isômeros de HCH -Lindano (hexaclorociclohexano), em intervalos de pH 4 a 9 (RIBAS e MATSUMURA, 2009; PUSHIRI et al.2013).

A agrobiotecnologia, segundo a Agropecuária é a união da biologia com a tecnologia dirigidas para o benefício da sociedade através do uso de organismos vivos ou parte destes, com enfoque na agricultura, contribuindo para o melhoramento de técnicas de controle de pragas e doenças (FAO, 2019).

2.2. INSUMOS QUÍMICOS

Insumo químico é uma substância, que pode ser orgânica ou inorgânica, usada num processo de produção agrícola e que serve para defender ou resistir a ataques externos ou para nutrir uma plantação, com o propósito de reduzir as perdas e contribuir para o aumento da produção e da qualidade.

Estas substâncias químicas são destinadas a destruir insetos, animais, doenças e ervas daninhas que prejudicam a exploração na agropecuária. Essas substâncias, em função do agente químico apresentam ação sobre insetos, ervas e doenças (Tabela 2 e Figura 1).

Tabela 2. Classificação dos insumos químicos de acordo com o mecanismo de ação

AGROTÓXICO	AÇÃO
INSETICIDAS	Combatem os insetos (pragas)
FUNGICIDAS	Combatem as diferentes doenças que atacam as plantações por ação de fungos
HERBICIDAS	Combatem as ervas (mato, capim) que competem com as plantações cultivadas.
ACARICIDAS	Combatem os ácaros
NEMATICIDAS	Combatem os nematóides
MOLUSCICIDAS	Combatem moluscos
RATICIDAS	Combatem os ratos e outros roedores

Fonte: Autoria Própria

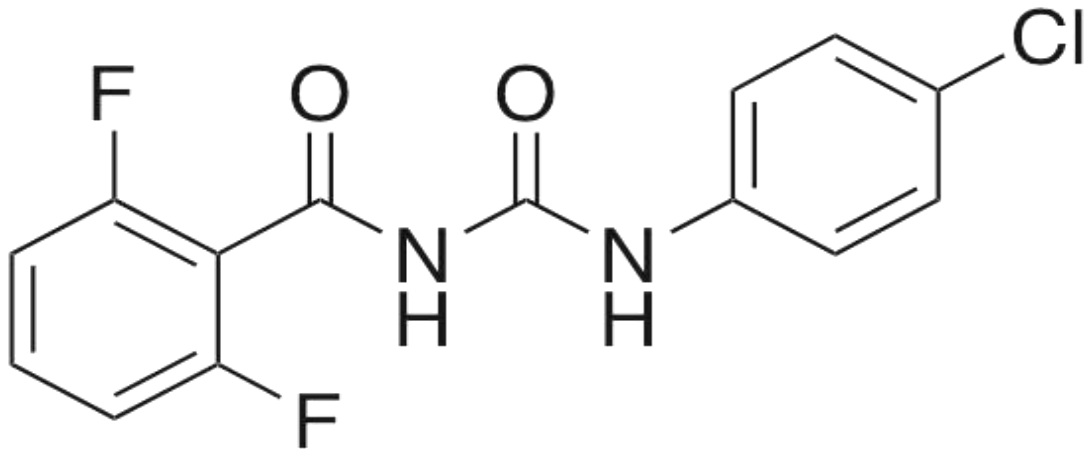
2.3. INSETICIDAS

Os inseticidas são usados para destruir uma classe de artrópodes de várias espécies tais como baratas, besouros, borboletas, carunchos, cigarras, cupins, formigas, grilos e gafanhotos, mariposas, moscas e mosquitos, percevejos, piolhos, pulgas, pulgões, traças e dentre outros. Os principais compostos químicos com atividades inseticidas podem ser classificados em dois grupos principais, os organossintéticos e os de origem vegetal (LARINI, 1999).

2.3.1. BENZOILURÉICOS

Possuem tanto ação inseticida como acaricida e são usados nas culturas de algodão, milho, trigo, soja e em hortaliças.Dentre os benzoilureicos destacam-se o diflubenzuron, o lufenuron, o clorfluazuron e o teflubenzuron (Figura 2).

Figura 2 – Fórmula química do diflubenzuron



Fonte: https://lktlabs.com/product/diflubenzuron/

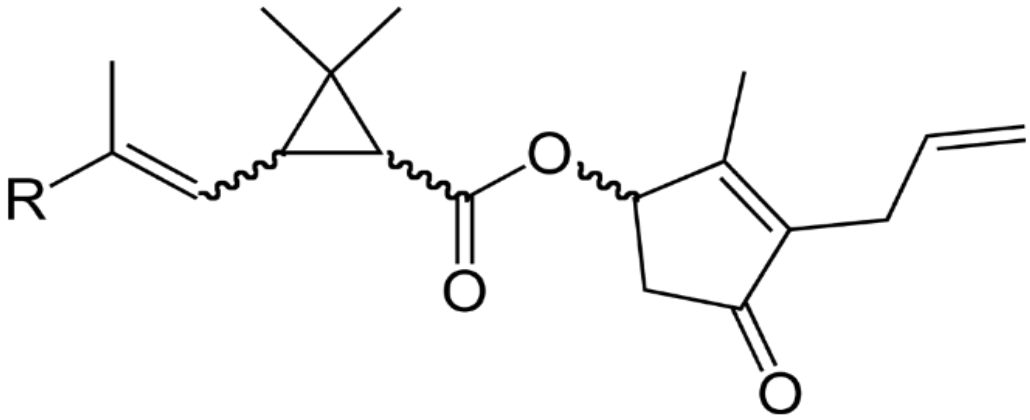
2.3.2. PIRETRÓIDES

Os piretróides estão presentes nas flores de *Chysantemumcinerariefolium* e são usados nas culturas de algodão, amendoim, arroz, banana, batata, beringela, café, cana-de-açúcar, citros, feijão, melão, milho, soja, tomate.

Dentre os piretróides destacam-se a aletrina, esbiotrina, permetrina, fenotrina, cipermetrina, deltametrina, fenpropanato, cialotrina, flumetrina, resmetrina, bifentrina e transflutrina.

As piretrinas são inseticidas naturais produzidos por certas espécies da planta de crisântemo. Os óleos das flores são extraídos e depois fabricados como solventes ou pós. Essas piretrinas naturais são venenos de contato que penetram rapidamente no sistema nervoso de insetos causando a morte.

Figura 3 – Fórmula química da Piretrina

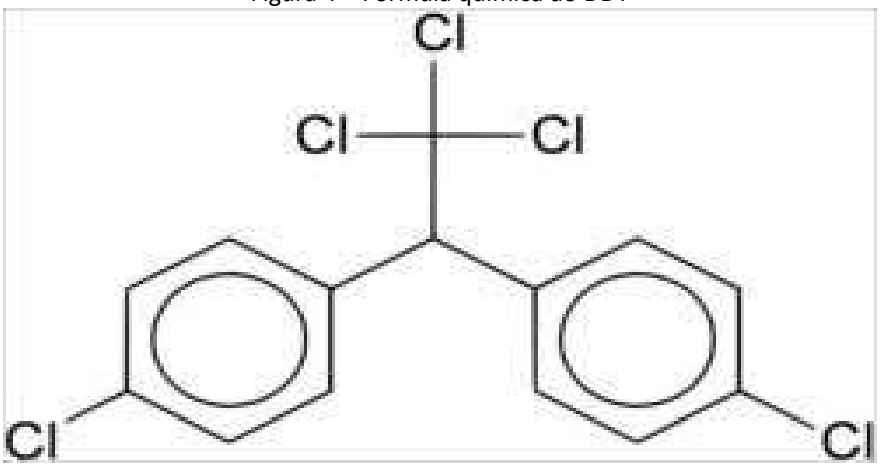


Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Piretrina

2.3.3. ORGANOCLORADOS

Os organoclorados são inseticidas que possuem pelo menos um átomo de cloro ligado a uma cadeia carbônica. e destacam-se os hexaclorociclohexano, DDT, ciclodienos (aldrin, diedrin, endrin, hepatcloro, clordano e endosulfan), dodecacloro dentre outros (Figura 4).

Figura 4 – Fórmula química do DDT



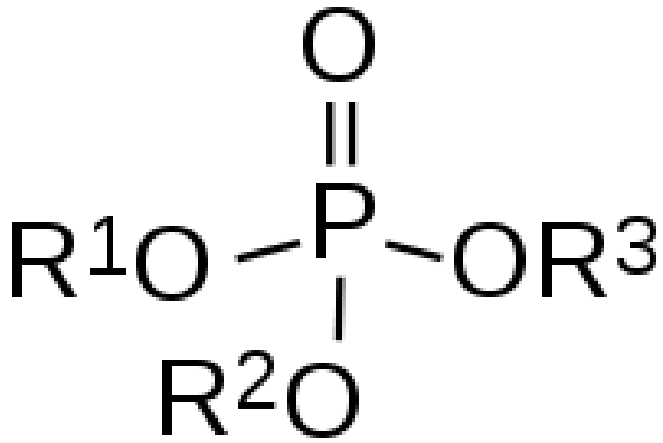
Fonte: https://brasilescola.uol.com.br/quimica/compostos-organoclorados.htm

2.3.4. ORGANOFOSFORADOS

São ésteres fosfóricos cujos compostos usados como inseticidas, acaricidas, nematicidas e fungicidas esão usados nas culturas de algodão, amendoim, arroz, batata, cana-de-açúcar, citros, feijão, milho, soja,

Dentre estes destacam-se os fosfatos, fosforotioatos, fosforoditiotos, fosforotiolatos, fosfonatos, fosfonotioatos, fosforoditiolatos, fosforamidasfosforamidotionatos, fosfinitos, fosforotritioato, fosforofluoridato, fosforocianidato, fosforoaminodotiolatos (Figura 5).

Figura 5 – Fórmula química da fosfina



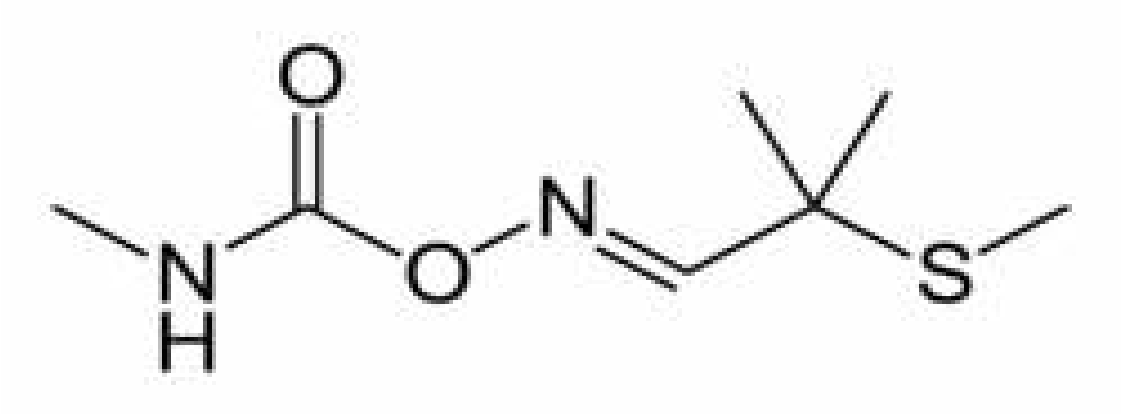
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_fosfina

2.3.5. CARBAMATOS

Os inseticidas carbamatos apresentam em sua estrutura o ácido N-metilcarbâmico e são usados nas culturas de arroz, milho, trigo, citros, tomate, feijão, algodão.

Dentre estas destacam-se os benfuracarb, bendiocarb, etiofencarb, bufencarb, carbaril, carbofuran, carbosulfan, metiocarb, mexacarbate, moban, pirimicarb, propoxur, tiocarb, dimetan, fenoxicarb, isolan, promecarb, pyrolan (Figura 6).

Figura 6 – Fórmula química do carbamato



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Carbamato

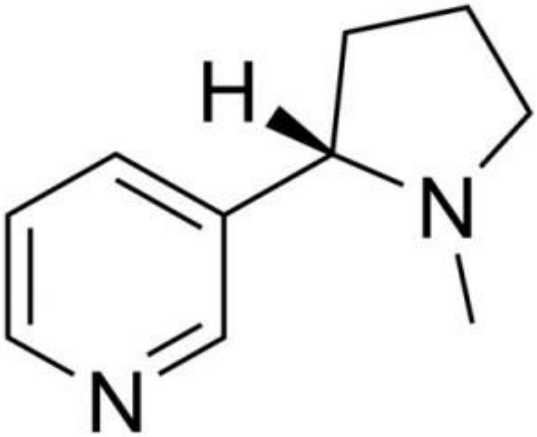
2.3.6. INSETICIDAS DE ORIGEM VEGETAL

Dentre os inseticidas de origem vegetal estão a nicotina, rotenona e deguelina, estricnina, piretrinas e rianóides.

2.3.7. NICOTINA

A nicotina é um alcalóide obtido por decocção do tabaco em água e álcool etílico (Figura 7).

Figura 7 – Fórmula química da nicotina

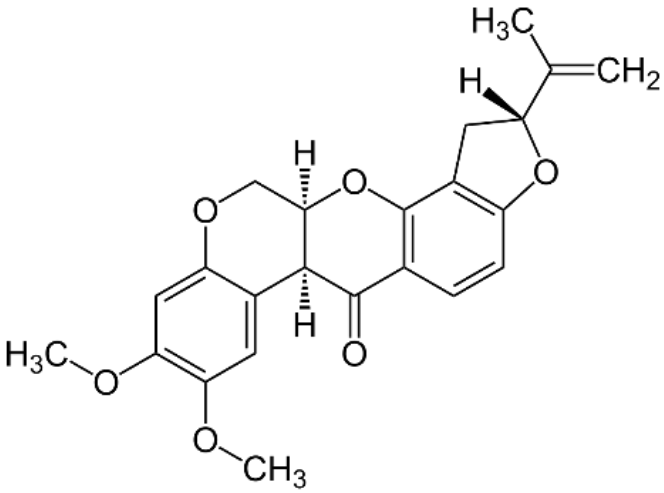


Fonte: https://www.infoescola.com/compostos-quimicos/nicotina

2.3.8. ROTENONA E DEGUELINA

Rotenona é uma substância orgânica de origem natural com ação inseticida e piscicida, encontrada no Brasil, espécies do gênero *Derris* conhecidas por timbó - que são cipós trepadores que atingem a copa das árvores - e são muito utilizados pelos índios da Amazônia para a pesca (Figura 8).

Figura 8 – Fórmula química da rotetona

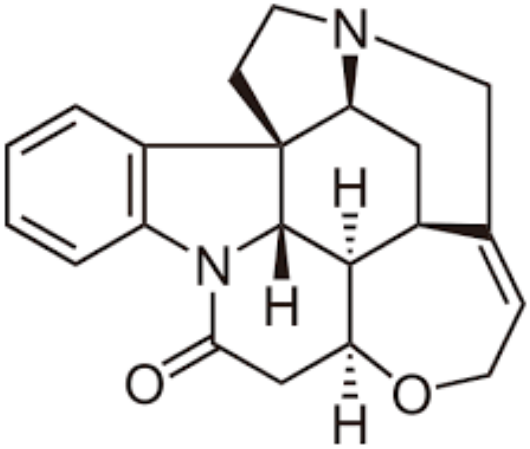


Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Rotenona

2.3.9. ESTRICNINA

A estricnina é o principal alcalóide encontrado na semente de plantas conhecida como S. nux-vomica (também conhecida como noz vômica) e na fava de Santo Ignácio (Figura 9).

Figura 9 - Fórmula química da estricnina

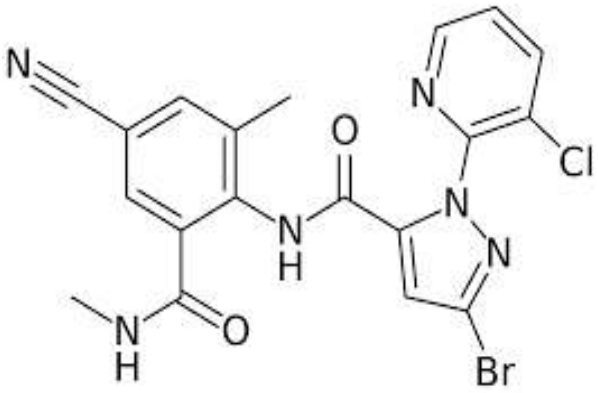


Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Estricnina

2.3.10. RIANÓIDES

A Ryaniaspeciosa Vahl é um alcalóide que interfere na liberação de cálcio no tecido muscular (National Research Council, 2000). É usado de forma limitada por produtores de maçã orgânica para o controle da mariposa, *Cydiapomonella* (Figura 10).

Figura 10 – Fórmula química do ciantraniliprole



Fonte: https://artigos.wiki/blog/en/Cyantraniliprole

2.4. INSUMOS QUÍMICOS SÃO MAIS UTILIZADOS NO BRASIL

Segundo Moraes (2019), o uso de pesticidas no Brasil cresceu substancialmente a partir do início dos anos 1990 e que glifosato e o 2,4-D responderam por 43% do total usado, seguido pelo mancozebe que corresponde a 5,7%, e que apenas três lavouras – soja, milho e cana-de-açúcar – responderam por cerca de três quartos do total de agrotóxicos consumidos no Brasil.

Os estados que mais utilizam agrotóxicos é Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Bahia, tornando o Brasil o campeão mundial de uso de agrotóxico, embora não seja o campeão mundial de produção agrícola.

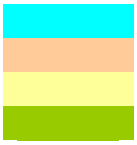
Wanderley (2019) esclarece que esta supremacia não é porque o Brasil seja o maior produtor mundial, embora, seja o maior produtor de soja. Contudo, as sementes brasileiras são melhoradas para usar agrotóxicos e dar a produtividade almejada. Em função disto, o aumento do uso de agrotóxicos há tantos anos tornou as pragas no Brasil mais resistentes e, consequentemente, aumentado cada vez o seu uso.

O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) informa no que se referem à quantidade usada de cada classe de agrotóxico, os herbicidas foram quase 60% do total de agrotóxicos, enquanto as demais classes (fungicidas, inseticidas, acaricidas e outros) permaneceram praticamente constantes. Os fungicidas e os inseticidas mostraram comportamento muito semelhante e se posicionaram em segundo lugar em quantidade utilizada. Na categoria "outros" estão incluídos os antibrotantes, reguladores de crescimento, óleo mineral e adesivo. E, particularmente, a cana-de-açúcar apresenta uma relevância comercial expressiva, com produção em mais de 70 países, destacando-se o Brasil como o maior produtor no mundo. Contudo, o último registro no país apresentou um aumento de 2,6% na produção de açúcar na safra 2019/2020, contrastando com a baixa produção mundial, espera-se também que ocorra uma redução na safra 2020/2021, considerando a pandemia causada pelo SARS-Cov-1, como informado por Gurgel et al. (2022). No Brasil o cultivo da cana-de-açúcar apresenta influência direta com as questões sociais, com problemas de saúde e danos ambientais, inclusive impulsionando ao desmatamento (ANDRADE; MATOS, 2018). O uso descontrolado de agrotóxicos, além de fertilizantes químicos causam contaminações da água, do solo e do ar, além da contaminação das lavouras e animais (ACAYABA, 2018; GURGEL et al., 2018). Outros aspectos negativos trata-se do empobrecimento do solo, assoreamento de rios em decorrentes do processo de erosão da erosão dos solos, além de áreas adjacentes aos canaviais queimados devido a incêndios acidentais (RIBEIRO; PESQUERO, 2010; GURGEL ey al., 2018). Neste contexto, a Tabela 3 apresenta vários produtos químicos que vêm sendo usados no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil

Tabela 3 - Produtos químicos que vêm sendo usados no cultivo da cana de açúcar no Brasil

Nome Comercial	Igrediente Ativo	Grupo Químico	Classe
Advance	Hexazinona+diuron	Triazinas e uréias substituídas	Seletivo de ação sistêmica
Ametrina	Ametrina	Triazinas	Seletivo de ação sistêmica
Broker	Hexazinona	Triazinona	Seletivo de ação sistêmica
Terbuthiuron	Tebuthiuron	Derivados da uréia	Seletivo de ação sistêmica
Callisto	Mesotriona	Tricetonas	Seletivo de ação sistêmica
Contain	Imazapyr	Imidazolinonas	Seletivo de ação sistêmica
Discover	Clomazona + Hexazinona	Isoxazolidinona / Triazinona	Seletivo condicional de ação sistêmica
Diuron	Diuron	Uréias substituídas	Ação de contato
DMA 806 BR	Dimetilamina	Piridinocarboxílico	Seletivo de ação sistêmica
Dual Gold	S-Metolacloro	Cloroacetanilida	Seletivo de pré-emergência
Gamit 500	Clomazone	Isoxazolidonas	Seletivo condicional de ação sistêmica
Goal 805 Br.	Oxyfluorfen	Difenil éter	Seletivo de ação não sistêmica
Gramoxone	Paraquat	Bipiridílios	Ação de contato não seletivo
MSMA	MSMA	Arsenical orgânico	Não seletivo, não sistêmico
Plateau	Imazapic	Imidazolinonas	Seletivo condicional de ação sistêmica
Provence	Isoxaflutole	Isoxazoles	Seletivo sistêmico
Roundup WG	Glifosate	Glicina substituída	Não seletivo de ação sistêmica
Sempra	Halosulfuron	Sulfoniluréias	Seletivo de ação sistêmica
Sencor	Metribuzin	Triazinonas	Seletivo residual
Velpar – K	Hexazinona+diuron	Triazinas e uréias substituídas	Seletivo de ação sistêmica
Dinamic	Amicarbazone	Triazolinona	Seletivo de ação sistêmica

Nome Comercial	Igrediente Ativo	Grupo Químico	Classe
Silwet	Metoxi-poli(etoxi)-propil-heptametiltrisiloxano	Organosilicone	Surfactante
Curavial	Sulfometuron metil	Sulfoniluréias	Regulador vegetal
Regente	Fipronil	Fenilpirazol	Cupinicida e inseticida



Fonte: Autoria Própria

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia principal de preparar formulação de praguicidas seja a de defender a agricultura contra pragas, nem sempre as suas formulações oferecem um menor risco de intoxicação aos seres vivos, solos e águas. Neste sentido, se faz necessário um controle mais eficaz no uso de defensivos químicos, bem como o estudo sobre a produção de biodefensivos através da biotecnologia, considerando a necessidade de uso na agricultura de biomoléculas menos agressivas, com ausência de toxicidade para emprego no controle de pragas. Portanto, com a produção de produtos de origem biológica será possível um futuro promissor da agricultura, no fornecimento de alimentos de qualidade e que atenda as perspectivas da Agenda 2030 em relação às necessidades do aumento da demanda populacional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as Bolsas concedidas pela CAPES (C.M.B.M.; M.I.C.B.; H.S.F.; L.J.S.M. e S.S.S.D.), FACEPE (J.C.B.A.) e suporte financeiro do CNPq (G.M.C.T.Processo No.314422/2018-8).

REFERÊNCIAS

ACAYABA, R.D. Ocorrência de agrotóxicos usados na cana-de-açúcar em corpos d'água do Estado de São Paulo [Internet]. Limeira: Universidade Estadual de Campinas; 2018. [acessado 2022 junho 05]. Disponível em:

https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/2018-05/impressao_boxnet_2018-05-09_-_11h53m50s.pdf

ANDRADE, V.C.S.; MATOS, P.F. A expansão canavieira a as alterações em áreas de preservação permanente em reservatórios artificiais. Geo UERJ, v.33, p.e34109, 2018.

ANVISA. (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 15, de 15 de março de 2012. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/legis> Acessado em: 22 de março 2012.

CALDAS, E. D. Monitoramento de resíduos de agrotóxicos. AgroANALYSIS, v. 38, n. 12, p. 45-45, 2018.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil.**

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EMBRAPA CERRADOS) - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **BIOTECNOLOGIA estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, DF 2011. 721 p.

FAO (Food and Agriculture Organization)), Centro de Conhecimento em Agroecologia Alimentar e Agrícola. FAO, 2019. Disponível em: <Disponível em: http://www.fao.org/agroecology/knowledge/definitions/en/

GURGEL, A.M.; BÚRIGO, A.C.; FRIEDRICH, K.; AUGUSTO, L.G.S. Agrotóxicos e Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2018. 168 p.

GURGEL, A.M.; SOUTO, A.S.; GUEDES, C.A.; GUEDES, G.H.F.; PEREIRA, J.A.S.; VIRGÍNIA BEZERRA, C.R. Mirror without reflections: social and environmental conflicts and vulnerabilities in a sugarcane producing region. Ciências Saúde Coletiva, v. 27, n. 03, p.1049-1060, 2022.

LARINI, L. **Toxicologia dos Praguicidas**. 1. ed. São Paulo, SP: Manole, 1999.

MORAES, R. F. **AGROTÓXICOS NO BRASIL: PADRÕES DE USO, POLÍTICA DA REGULAÇÃO E PREVENÇÃO DA CAPTURA REGULATÓRIA.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA 2019.

PIGNATI, W. Entenda por que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Entrevistado por: Mariana Lucena. **Galileu**. Notícias/perigo. Disponível em: http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,ERT150920-17770,00.html. Acesso em: 5 dez. 2018.

PEDROSO, M. T. M. et al. Desenvolvimento tecnológico e inovação: um estudo comparativo sobre produtos biotecnológicos na agricultura. Colóquio - Revista do Desenvolvimento Regional, v.15, p.1, 2018.

PUSHIRI, H.; PEARCE, S.L.; OAKESHOTT, J.G.; RUSSELL, R.I.; PANDEY. G. Draft Genome Sequence of *Pandoraea* sp. Strain SD6-2, Isolated from Lindane-Contaminated Australian Soil. Genome Announcement, v.1, n.4e004, p.15-13, 2013.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. Queimadas de cana-de-açúcar: avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. Estudos Avançados, v. 24, n.68, p.255-271, 2010.

RIBEIRO, J. S. Cenário de uso, consumo e classificação de risco dos agrotóxicos na nova fronteira agrícola do Oeste do Pará. 2021.

RONQUIM CC. Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos [In- ternet]. 1a ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Campinas: Embrapa; 2010. 45 p. [acessado 2020 maio 13]. Disponível em: https:// tinyurl.com/ybkx9o8o

SILVA, Samuel Neves de Melo et al. Síntese, caracterização e utilização de nanotubos de titânio na fotodegradação de pesticidas. 2019.

SIQUEIRA DF, Moura RM, Carneiro GE, et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. Rev. Bras. Prom. Saúde. 2013; 26(2):182-191.

SOUZA A, Medeiros AR, Souza AC, et al. Avaliação do impacto da exposição a agrotóxicos sobre a saúde de população rural: Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil. Ciênc. Saúde Colet. 2011; 16(8):3519- 3528.

VALADARES, Alexandre Arbex; ALVES, Fábio; GALIZA, Marcelo. O Crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados de Censo Agropecuário 2017. 2020.

VASCONCELLOS, Maria Cristina; PAGLIUSO, Débora; SOTOMAIOR, Vanessa Santos. Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. Estudo Biológico, v.34, n.83, 2012.

PLANTAS NATIVAS BRASILEIRAS DA FAMÍLIA FABACEAE COM ATIVIDADE LARVICIDA NO COMBATE AO *AEDES AEGYPTI*: UMA REVISÃO DE LITERATURA

BRAZILIAN NATIVE PLANTS FROM THE FABACEAE FAMILY WITH LARVICIDAL ACTIVITY AGAINST *AEDES AEGYPTI*: A LITERATURE REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-24

Julia Samara Pereira de Souza [1]
Natália Gabriela Silva Santos [2]
Heryka Myrna Maia Ramalho [3]

[1] Bacharel em Ciências Biológicas. Aluna de Especialização em *Data Science* e Informática em Saúde– Universidade Potiguar – UnP.
[2] Bacharel em Ciências Biológicas. Aluna de Especialização em Vigilância Sanitária e Segurança de Alimentos - Fal Estácio - Faculdade Estácio de Natal.
[3] Professor-Orientador. Doutora em Ciências Farmacêuticas – Nutrição e química dos alimentos. Mestre em Bioquímica. Docente na Universidade Potiguar – UnP

RESUMO

Com o aumento dos casos de doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, juntamente com a resistência do mosquito a alguns produtos, surge à busca por métodos de controle mais eficientes, como é o caso do uso de espécies vegetais no controle larval. A utilização de espécies vegetais nativas do Brasil se mostra uma alternativa viável por dispor de várias vantagens, sejam elas econômicas ou ecológicas. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo fazer um levantamento bibliográfico com o intuito de avaliar e analisar o potencial larvicida de plantas da família Fabaceae nativas do Brasil que já foram estudadas na literatura. Bem como, promover uma discussão que leva ao embasamento para a utilização de bioativos naturais no combate ao *Aedes aegypti*. Os dados encontrados a partir de uma revisão de literatura realizada com base em 29 documentos mostraram que 54 espécies da família Fabaceae foram estudadas quanto ao seu potencial larvicida contra o *Aedes aegypti*. A espécie mais promissora com relação ao seu extrato foi a *Caesalpinia pyramidalis* com uma LC_{50} = 12,6 ppm. Além desta, a *Copaifera reticulata* também se destacou com o potencial LC_{50} entre 0,2 e 0,8 ppm, a partir dos seus isolados terpênicos. O estudo realizado verificou que diversas espécies vegetais brasileiras da família Fabaceae possuem potencial para o controle larval do *Aedes aegypti*, além disso, os resultados servem para fornecer bases científicas para a elaboração de futuros larvicidas desenvolvidos a partir de extratos vegetais, favorecendo assim, aspectos econômicos do país e sustentabilidade ao meio ambiente.

Palavras-chave: Bioinseticida. Larvicida. Plantas.

ABSTRACT

Due to case increasement in cases of *Aedes aegypti* transmitted diseases, along with mosquito resistance to some products, the search for more efficient control methods arises, such as the case of the plant species use in larval control. Brazilian native plant species usage appears to be a viable alternative, since it has several advantages, both economic and ecological. Therefore, this study aimed to carry out a bibliographic survey in order to evaluate and analyze the larvicidal potential of Fabaceae family plants which are native from Brazil and have already been previously studied in the literature. A discussion was conducted as well with the intention to endorse the basis for the natural bioactive use as agents in order to

combat *Aedes aegypti*. The data, which was gathered from a literature review based on 29 documents, showed that 54 species from the Fabaceae family were studied for their larvicidal potential against *Aedes aegypti*. *Caesalpinia pyramidalis* was the most promising species regarding its extract, with an LC_{50} = 12,6 ppm. In addition, *Copaifera reticulata* also stood out with the potential LC_{50} between 0,2 and 0,8 ppm, from its terpenic isolates. Thus, this research provides information that several Brazilian plant species from the Fabaceae family have the potential for *Aedes aegypti* larval control, along with providing scientific bases for the development of future botanical larvicides, hence favoring the economic aspects of the country and contributing to environmental sustainability.

Keywords: Bioinseticide. Larvicide. Plants.

1. INTRODUÇÃO

As arboviroses no Brasil e no mundo vêm acometendo um número maior de pessoas, com um destaque para os milhões de novos casos todos os anos, superlotando e sobrecarregando o sistema de saúde (DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) estimam que apenas a Dengue infecte de 100 a 400 milhões de pessoas por ano, tornando-a, uma das arboviroses com maior evidência na saúde pública, seguida pela Zika, Febre Chikungunya e Febre Amarela. Todas as doenças citadas anteriormente são transmitidas por algumas espécies de mosquitos, destacando-se o *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae)uma espécie de inseto díptero com grande dispersão no mundo e uma das mais antropofílicas (OMS, 2022).

Os métodos de controle do *Ae. aegypti*são variados, como o mecânico, biológico e, principalmente, o mais utilizado que é o método químico. Porém, a resistência aos inseticidas tradicionais, por parte dos mosquitos, se torna um dos obstáculos, instigando a procura por métodos alternativos (BURIN *et al.,* 2022; VALLE *et al.,* 2019; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). Na região Norte do Brasil, a resistência ao larvicida temefós está praticamente 100% disseminada em quase 20 municípios. Ademais, a região Nordeste, detentora da maior taxa de resistência ao temefós, apresentou casos de mosquitos com RR_{95} (razão de resistência) acima de 100 e até 200 nos estados PE, SE, BA e AL, sendo que o normativo é abaixo de 3. Esta razão de resistência é calculada a partir da divisão do valor da LC_{95} observada nos ensaios larvicidas e o quantitativo correlato obtido com os testes em cepas de referência (VALLE *et al.,* 2019).

Com o desenvolvimento de novos estudos e conhecimentos aprimorados referentes aos mecanismos de defesa das plantas, a busca por modelos de controle de

pragas trazendo métodos menos nocivos ao meio ambiente, tem sido eficiente. Devido à grande diversidade de plantas que o Brasil possui, há um enorme leque de possibilidades de aplicação de compostos ativos presentes em vegetais, os quais manifestam atividade larvicida. Estes princípios ativos, em sua maioria, são específicos para alguns organismos e pouco ofensivos a animais e vegetais não-alvo, sendo importantes no controle das espécies de interesse (NASCIMENTO *et al.,* 2022; AGUIAR-MENEZES, 2005).

O Brasil é detentor dos maiores índices de biodiversidades do mundo, fato este que só é possível devido à localização geográfica do país, sua alta heterogeneidade e complexidade ambiental, além de que o Brasil detém o maior sistema fluvial do mundo. Nesse contexto, estudos reportam o grande potencial de exploração da flora brasileira com o intuito de investigar a sua potencialidade larvicida (BENITES; MAMEDE, 2008).

Os estudos acerca da problemática do *Aedes aegypti* vêm ganhando espaço e alguns comprovam a atividade larvicida de extratos, óleos essenciais ou compostos isolados de espécies vegetais da família Fabaceae contra o *Ae. aegypti*, como a *Dalbergia brasiliensis* (DALARMI *et al*., 2015) e *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (SANTIAGO *et al*., 2005).

No entanto, apesar de alguns repelentes botânicos possuírem melhor eficácia em detrimento aos sintéticos, os repelentes formulados com óleos essenciais, dependendo da volatilidade, possuem uma tendência a ser de baixa duração (NERIO; OLIVERO-VERBEL; STASHENKO, 2010).

Entre as famílias vegetais presentes no país, a Fabaceae, ocorre em todo o território nacional, passando pelos cinco biomas nele existentes. As espécies pertencentes a esta família demonstram grande importância por serem detentoras de propriedades medicinais, alimentícias, bem como de importância econômica (REFLORA, 2022). Além disso, conforme a literatura, através de sua composição, espécies da família são detentoras de atividades biológicas como antimicrobiana, antiinflamatória, antibacteriana e larvicida (VIRTUOSO *et al*., 2005; PEREIRA *et al*., 2006; IGNOATO *et al*., 2012; GARCEZ *et al*., 2013).

Portanto, se pode observar que a biodiversidade vegetal nativa brasileira tem um formidável potencial de estudo de larvicidas botânicos para controlar as populações de *Ae. Aegypti*, com formulações provenientes de extratos vegetais que utilizem o

conhecimento de ferramentas biotecnológicas que podem promover um excelente larvicida, com baixo custo e mais sustentável. Além disso, outro ponto relevante que objetivou o desenvolvimento desse estudo foi a observação de um aumento da resistência aos inseticidas químicos que são utilizados no combate a espécie que transmite as doenças supracitadas.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de informações na literatura vigente sobre plantas nativas brasileiras especialmente as da família Fabaceae, avaliando seu potencial larvicida associada ao *Aedes aegypti*. Desta forma, é objetivada a análise comparativa da eficácia de derivados de Fabaceae nativas do Brasil contra larvas de *Aedes aegypti* em diversos instares larvais, bem como fomentar e promover o embasamento da utilização de bioativos naturais no combate aos vetores biológicos.Para atender aos objetivos propostos, foi realizado um estudo de revisão de literatura. Foram selecionados os trabalhos publicados em periódicos científicos que abordavam os aspectos larvicida de plantas da família Fabaceae.

2. METODOLOGIA

Foram considerados elegíveis artigos completos disponíveis nas bases de dados, Google Acadêmico, *PubMed* e *Science Direct*, com tempo de publicação até 2020; nos idiomas português e inglês. Foram excluídos da revisão os manuscritos que não respeitaram objetivo do estudo.

Para a realização da busca, os estudos científicos correspondentes aos objetivos deste trabalho, foram utilizados os seguintes descritores: *Aedes aegyptiand larvicidal activity and larvae control and plants "Brazilian biomes"; Aedes aegypti control larvae "native plants" Brazil*; plantas nativas, Brasil, atividade larvicida, *Aedes aegypti*, "biomas brasileiros" e *Aedes aegypti* larvicida "plantas nativas" Brasil. Utilizando o método de Pesquisa Booleana, todos os descritores foram combinados entre si pelos operadores AND e OR. Ressalta-se que a busca de todos os descritores foi especificada por "*Title/Abstract*".

A combinação dos termos analisados suscitou em 6.739 resultados, quando contabilizados os resultados das pesquisas realizadas em todas as bases de dados.

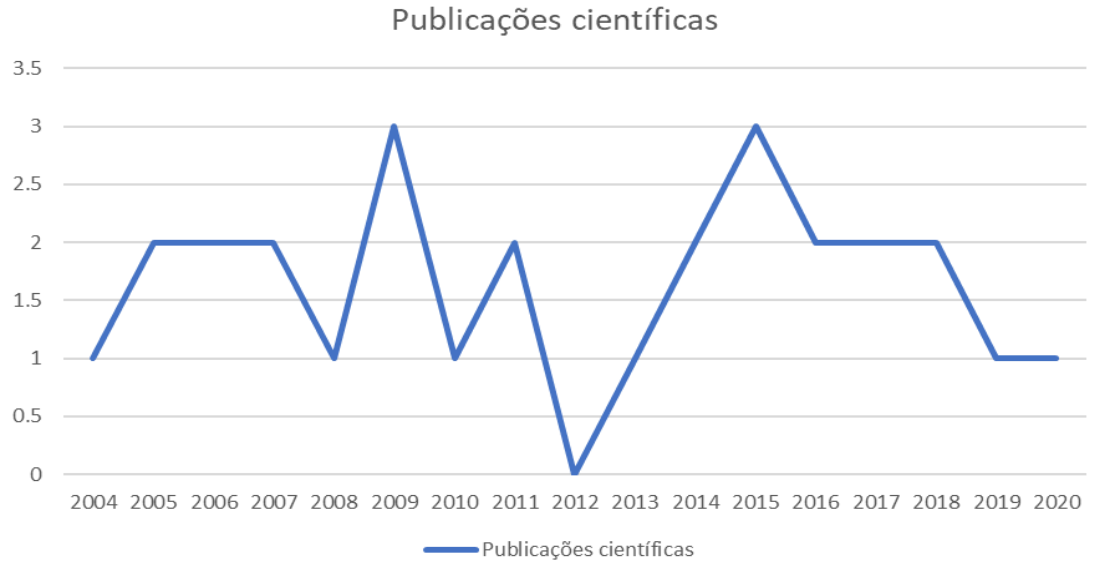
Considerou-se critério de exclusão aqueles sem relação com objeto de estudo após a leitura do resumo.

Os títulos e resumos dos artigos foram avaliados por dois revisores, obedecendo aos critérios de exclusão e inclusão preestabelecidos, a fim de evitar vieses na sua seleção. O queresultou na seleção final de 29 artigos, teses e dissertações para a leitura na íntegra e elaboração deste estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os 29 documentos levantados e utilizados, vinte e seis eram artigos científicos, duas dissertações e uma tese, cujos anos das publicações distribuídos entre o período de 2004 a 2020, nos idiomas Português e Inglês, sendo todos referentes a trabalhos do Brasil (Figura 1).

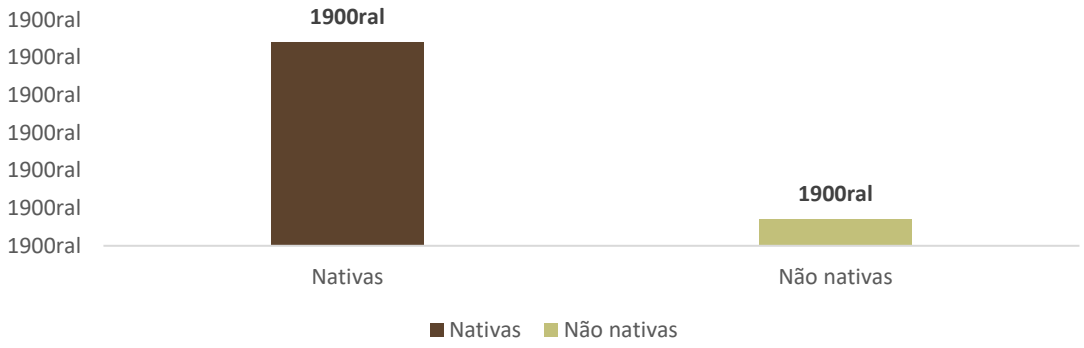
Figura 1 – Relação entre publicações científicas e seus respectivos anos, com foco na utilização de Fabaceae nativas do Brasil.



Fonte: Autoria própria.

Ao realizar a análise de todas as publicações selecionadas para essa revisão, constatou-se que os autores tinham como objetivo de seus trabalhos, verificar e comprovar a existência da atividade larvicida contra o *Ae. aegypti* presente nos respectivos extratos vegetais. Entre as espécies estudadas, 54 são nativas do Brasil e 7 não nativas (Figura 2).

Figura 2 – Quantitativo de plantas nativas e não nativas da família Fabaceae encontradas.



Fonte: Autoria própria.

A partir da revisão de literatura, foi possível observar que 54 espécies, sem repetições, da família Fabaceae foram estudadas quanto ao seu potencial larvicida contra o mosquito *Aedes aegypti*. Conforme a obtenção destes dados, foi elaborada a Tabela 1, sendo que esta apresenta um resumo dos manuscritos contendo as espécies vegetais nativas; o extrato e parte da planta utilizada; a concentração letal e a comprovação da eficiência.

Tabela 1 - Síntese das principais espécies da Família Fabaceae reportadas pelos trabalhos analisados e as principais características dos inseticidas vegetais desenvolvidos

Espécie	Extrato/ Composto isolado	Parte usada	Susceptibilidade larval	Larvas / Instar	Atividade larvicida	Autores
Abarema cochliacarpos (Gomes) Barneby & Grimes	Etanólico	Cascas do caule	34.75% de mortalidade a 10.000 ppm	III instar	Constatada	TENÓRIO, 2017
	Etanólico	Raízes	LC50 > 200 ppm	N.I.	Ineficaz	DE OMENA et al., 2007
Albizia polyantha (Spreng.) G.P.Lewis	Etanólico	Caule	LC50 = 547.75 ppm	III instar	Constatada	GARCEZ et al., 2009
Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm.	Bruto	Sementes	LC50 = 840 ppm	III instar	Constatada	FARIAS, 2009
	Bruto	Sementes	LC50 = 3.060 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
	Aquoso	Sementes	100% de mortalidade a 100.000 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	25% de mortalidade a 1.000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Etanólico	Folhas	LC50 > 1.000 ppm	III e IV instar	Ineficaz	RODRIGUES et al., 2018

	Ciclohexânico	Madeira	LC50 > 800 ppm	IV instar	Ineficaz	BEZERRA-SILVA et al., 2015
	Bruto	Sementes	LC50 = 2.900 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan	Bruto	Cascas	0% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Ineficaz	LUNA et al., 2005
	Aquoso	Sementes	LC50 = 430 ± 10 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	64.9% de mortalidade a 1.000 ppm	III instar	Constatada	SOUZA et al., 2011
Andira cuiabensis Benth.	Etanólico	Folhas	LC50 > 1.000 ppm	III instar	Ineficaz	GARCEZ et al., 2009
Espécie	**Extrato/ Composto isolado**	**Parte usada**	**Susceptibilidade larval**	**Larvas / Instar**	**Atividade larvicida**	**Autores**
Andira inermis (W.Wright) DC.	Etanólico	N.I.	35% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Ineficaz	MENDONÇA et al., 2005
Andira vermifuga (Mart.) Benth.	Etanólico	Folhas	100% de eficiência a 50.000 ppm	III instar	Constatada	AZEVEDO et al., 2019
Bauhinia acuruana Moric.	Óleo essencial	Folhas	LC50 = 56.200 ± 400 ppm	III instar	Constatada	GOIS et al., 2011
Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud.	Óleo essencial	Folhas	LC50 = 40.840 ± 870 ppm	III instar	Constatada	SILVA et al., 2020
	Bruto	Madeira	100% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Constatada	LUNA et al., 2005
	Bruto	Sementes	LC50 = 14.360 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Bowdichia virgilioides Kunth	Ciclohexânico	Cerne	LC50 = 34.90 ± 1.27 ppm	IV instar	Constatada	BEZERRA-SILVA et al., 2015
Cassia fastuosa Willd. ex Benth.	Metanólico e aquoso	Folhas e raízes	N.I.	III instar	Ineficaz	POHLIT et al., 2004
Cassia spruceana Benth.	Etanólico	Raízes	N.I.	III instar	Ineficaz	POHLIT et al., 2004
Caesalpinia bracteosa Tul.	Aquoso	Sementes	N.I.	III instar	-	FARIAS et al., 2010
Caesalpinia echinata Lam.	Bruto	Folhas	80% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Constatada	LUNA et al., 2005
Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul.	Aquoso	Sementes	N.I.	III instar	Constatada	CAVALHEIRO et al., 2009

	Bruto	Sementes	LC 50 = 68.22 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
	Aquoso	Sementes	85.04% de mortalidade a 100.000 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Bruto	Folhas	10% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Ineficaz	LUNA et al., 2005
Espécie	**Extrato/ Composto isolado**	**Parte usada**	**Susceptibilidade larval**	**Larvas / Instar**	**Atividade larvicida**	**Autores**
Caesalpinia pyramidalis Tul.	Etanólico	N.I.	5% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Ineficaz	MENDONÇA et al., 2005
	Bruto	Folhas	10% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Infeficaz	LUNA et al., 2005
	Bruto	Sementes	LC50 = 12.6 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Copaifera langsdorffii Desf.	Óleo essencial	N.I.	LC50 = 41 ppm	IV instar	Constatada	MENDONÇA et al., 2005
	Etanólico	Folhas	LC50 > 1.000 ppm	III instar	Ineficaz	GARCEZ et al., 2009
	Etanólico	Cascas e folhas	91.7% de eficiência a 50.000	III instar	Constatada	AZEVEDO et al., 2019
	Óleo-resina	N.I.	LC50 = 75.9 (72.1 – 79.5) ppm	III instar	Constatada	OLIVEIRA et al., 2015
	Etanólico	Óleo comercial	LC50 > 200 ppm	-	Ineficaz	DE OMENA et al., 2007
Copaifera multijuga Hayne	Óleo essencial	Cascas e folhas	LC50 = 18 ppm	III e IV instar	Constatada	TRINDADE et al., 2013
Copaifera reticulata Ducke	(-)- 3β-acetoxylabdan-8(17)-13-dien-15-oic acid presente na óleo-resina	N.I.	LC50 = 0,8 (0.1 - 1.9) ppm	III instar	Constatada	GERIS et al., 2008
	Sesquiterpenos isolados da óleo-resina	N.I.	LC50 = 0,2 (0.1 – 1.2) ppm	III instar	Constatada	SILVA et al., 2007
Dalbergia brasiliensis Vogel	Fração de etilacetato	Folhas	LD50 = 24 (37 - 49) ppm	III instar	Constatada	DALARMI et al., 2015

Espécie	Extrato/ Composto isolado	Parte usada	Susceptibilidade larval	Larvas / Instar	Atividade larvicida	Autores
Dimorphandra gardneriana Tul.	Aquoso	Sementes	65.08% de mortalidade a 100.000 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Cascas	61.11% de eficiência a 50.000 ppm	III instar	Constatada	AZEVEDO et al., 2019
Dioclea grandiflora Mart. ex Benth.	Bruto	Sementes	LC50 = 115.930 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Dioclea megacarpa Rolfe	Aquoso	Sementes	100% de mortalidade a 100.000 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	0 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Dioclea virgata (Rich.) Amshoff	Bruto	Folhas	5% de mortalidade a 500 ppm	IV instar	Ineficaz	LUNA et al., 2005
Diptychandra aurantiaca Tul.	Etanólico	Tronco	Inativo	Larvas	Ineficaz	GARCEZ et al., 2009
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Aquoso	Sementes	100% de mortalidade a 35.23 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	0 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Erythrina mulungu Mart.	Etanólico	Cascas do caule	LC50 = 67.9 ppm	IV instar	Constatada	DE OMENA et al., 2007
Erythrina velutina Willd.	Bruto	Sementes	LC50 = 3.690 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
	Aquoso	Sementes	75.12% de mortalidade a 32.25 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
Hymenaea courbaril L.	Aquoso	Sementes	13,33% de mortalidade a 11.80 ppm	III instar	Ineficaz	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	0 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Espécie	**Extrato/ Composto isolado**	**Parte usada**	**Susceptibilidade larval**	**Larvas / Instar**	**Atividade larvicida**	**Autores**
Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne	Ciclohexânico	Cerne	LC50 > 200 ppm	IV instar	Constatada	BEZERRA-SILVA et al., 2015
Indigofera hirsuta L.	Etanólico	Frutos	Inativo	Larvas	Ineficaz	GARCEZ et al., 2009

Inga edulis Mart.	Etanólico	Raízes	LC50 > 200 ppm	IV instar	Ineficaz	DE OMENA et al., 2007
Inga uruguensis Hook. & Arn.	Etanólico	Folhas	Inativo	Larvas	Ineficaz	GARCEZ et al., 2009
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC.	Etanólico	Sementes	32.5 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
	Aquoso	Sementes	70.09% de mortalidade a 33.29 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke	Etanólico	Sementes	5% de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Microlobius foetidus (Jacq.) M.Sousa & G.Andrade	Óleos voláteis	Folhas	LD50 > 33.02 ppm	IV instar	Constatada	DA SILVA et al., 2014
Mimosa caesalpiniifolia Benth.	Bruto	Sementes	LC50 = 4.780 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Mimosa regnellii Benth.	Bruto	Sementes	LC50 = 6.830 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Ormosea arborea (Vell.) Harms	Etanólico	Sementes	LC50 = 111 ppm	III instar	Constatada	PORTO et al., 2016
Espécie	**Extrato/ Composto isolado**	**Parte usada**	**Susceptibilidade larval**	**Larvas / Instar**	**Atividade larvicida**	**Autores**
Parkia platycephala Benth.	Aquoso	Sementes	7.89% de mortalidade a 28.50 ppm	III instar	Ineficaz	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	62.5 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Constatada	SOUZA et al., 2011
	Etanólico	Haste	LC50 > 200 ppm	IV instar	Ineficaz	DE OMENA et al., 2007
	Etanólico	Cascas	75% de eficiência a 50.000 ppm	III instar	Constatada	AZEVEDO et al., 2019
Piptadenia moniliformis Benth.	Bruto	Sementes	LC50 = 35.440 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
	Aquoso	Sementes	100% de mortalidade a 36.70 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	47.5 % de mortalidade a 1.000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011

Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke	Bruto	Sementes	LC50 = 2.130 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Piptadenia viridiflora (Kunth) Benth.	Bruto	Sementes	LC50 = 870 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Plathymenia reticulata Benth.	Aquoso	Sementes	81.67% de mortalidade a 22.31 ppm	III instar	Constatada	FARIAS et al., 2010
Pterodon emarginatus Vogel	Nanoemulsão	Frutos	LC50 = 34.75 ppm	IV instar	Constatada	OLIVEIRA et al., 2016
	Nanoemulsão	Frutos	LC50 = 252.5–759.7 ppm	IV instar	Constatada	OLIVEIRA et al., 2017
Espécie	**Extrato/ Composto isolado**	**Parte usada**	**Susceptibilidade larval**	**Larvas / Instar**	**Atividade larvicida**	**Autores**
Pterodon polygalaeflorus Benth.	Hexânico	Frutos	LC50 = 23.99 ppm	III instar	Constatada	PIMENTA et al., 2006
	Etanólico	Raízes, caules, hastes, sementes e pericárpio	LC50 = 35.7 ppm	IV instar	Constatada	DE OMENA et al., 2007
*Senna cana (*Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby	Etanólico	Sementes	LC50 > 100 ppm	III instar	Ineficaz	MONTEIRO et al., 2018
Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby	Aquoso	Sementes	41.67% de mortalidade a 25.22 ppm	III instar	Ineficaz	FARIAS et al., 2010
	Etanólico	Sementes	32.5 % de mortalidade a 1000 ppm	III instar	Ineficaz	SOUZA et al., 2011
Senna occidentalis (L.) Link	Aquoso	Galhos, folhas e raízes	Inativo	III instar	Ineficaz	POHLIT et al., 2004
	Etanólico	Sementes	LC50 > 200 ppm	IV instar	Ineficaz	DE OMENA et al., 2007
Senna pendula (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Etanólico	Sementes	LC50 > 100 ppm	III instar	Ineficaz	MONTEIRO et al., 2018
Senna rugosa (G.Don)	Aquoso	Sementes	16.67% de mortalidade a 54.71 ppm	III instar	Ineficaz	FARIAS et al., 2010

H.S.Irwin & Barneby						
Senna spectabilis (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Bruto	Sementes	LC50 = 33.300 ppm	IV instar	Constatada	BARBOSA et al., 2014
Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville	Diclorometano	Folhas	0% de mortalidade a 500 ppm	III instar	Ineficaz	COÊLHO, 2006

Fonte: Autoria própria.

Entre as espécies observadas, algumas puderam ser encontradas em maior evidência, como é o caso da *Copaifera langsdorffii* Desf. com 5 menções, seguida da *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm., *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., e *Parkia platycephala* Benth. todas com 4 referências. Após a análise dos artigos com relação aos bioensaios para testar o potencial larvicida, no universo de 90 plantas com reincidências, 53 obtiveram resultados positivos, 36 se mostraram ineficazes e uma não foi possível ser comprovada a sua capacidade.

Além de suas constatações de eficácia, algumas das espécies estudadas, de acordo com as suas taxas, podem ser consideradas mais promissoras que outras. Nesse estudo, após a análise da literatura, 14 plantas apresentaram grande potencial contra as larvas, sendo elas: *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul., *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Copaifera multijuga* Hayne, *Copaifera reticulata* Ducke, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Erythrina mulungu* Mart., *Erythrina velutina* Willd., *Ormosea arborea* (Vell.) Harms, *Piptadenia moniliformis* Benth., *Plathymenia reticulata* Benth., *Pterodon emarginatus* Vogel, *Pterodon polygalaeflorus* Bent.

Dentre estas 14 plantas com atividades promissoras, 2 extratos se destacam por apresentarem LC_{50} em baixos valores de ppm: O extrato bruto das folhas de *Caesalpinia pyramidalis* – a espécie mais promissora – obteve uma LC_{50} a 12,6 ppm e, por outro lado, o extrato ciclohexanico do cerne de *Bowdichia virgilioides* apresentou a 34,90 ppm. Em relação aos óleos essenciais, os advindos das cascas e folhas de *Copaifera multijuga*, causaram uma LC_{50} a 18 ppm. Ademais, o óleo essencial de *Copaifera langsdorffii* causou esta concentração letal média a 41 ppm (MENDONÇA *et al*., 2005; TRINDADE *et al*., 2013; BARBOSA, 2014; BEZERRA-SILVA *et al*., 2015).

Em pesquisas realizadas com a espécie *Copaifera reticulata* em que seus autores utilizaramcompostos isolados, os resultados apresentam atividade larvicida notável, como os diterpenos, destacando o ácido 3-β-acetoxylabdan-8(17)-13- dien-15-óico com uma LC_{50} a 0,8 ppm e, também, sesquiterpenos com LC_{50} a 0,2 ppm (SILVA *et* al., 2007; GERIS *et al*., 2008). Essas baixas concentrações letais médias se devem ao fato de que são compostos químicos isolados sendo utilizados para os ensaios larvicidas e, por este motivo, a letalidade se mostra em concentrações muito diminutas em comparação aos extratos e óleos. A LC_{50} considerada ótima para a atividade larvicida desses compostos químicos é de 10 ppm ou abaixo deste valor (PAVELA *et al*., 2019).

Existem diversos critérios de eficácia para as amostras de extratos botânicos com finalidade larvicida. Vários autores propõem concentrações letais (LC) que podem ser consideradas, como Pavela *et al*. (2015) que determina uma ótima eficácia para aqueles óleos essenciais que apresentarem uma LC_{50} a 50 ppm ou menos. Já Rodrigues *et al*. (2019) considera que extratos acima de 1000 ppm são considerados inativos. Outros trabalhos também propõem que extratos acima de 100 e 200 ppm não são interessantes de serem explorados e, portanto, as espécies que apresentarem uma LC_{50} nesta concentração não são relevantes (CAVALCANTI *et al*., 2004; DE OMENA *et al*., 2007; MONTEIRO *et al*., 2018).

Rodrigues *et al*. (2019) discute que a atividade tóxica dos produtos geralmente aumenta com o tempo de exposição e concentração, o que realmente foi observado em vários trabalhos analisados. Entretanto, é interessante ratificar que os inseticidas botânicos apresentem uma LC_{50} a baixos valores, como discutido anteriormente. O fato de os extratos das plantas apresentarem uma LC_{50} a baixos níveis de ppm é indicativo de que haverá uma disposição de concentrações baixas do larvicida botânico no meio ambiente, evitando assim, toxicidade a organismos não-alvo (PAVELA *et al*., 2019). Ademais, é possível observar que serão dispendidos menores gastos com a aquisição do vegetal para a confecção do produto larvicida.

As atividades larvicidas das plantas promissoras encontradas podem ser explicadas pela presença de classes de compostos químicos no organismo dos vegetais. São conhecidos pelo menos 13 grupos químicos bioativos nas plantas, como as acetogeninas, alcalóides, alcamidas, antraquinonas, cumarinas, flavonóides,

limonóides, poliacetilenos, lactonas sesquiterpênicas, esteróis, tiofenos, triterpenóides e xantonas (PAVELA *et al*., 2019).

Entre as espécies que obtiveram um melhor resultado quanto a sua LC_{50}, seguindo alguns critérios encontrados na literatura, foi possível observar a existência de compostos dos grupos de metabólitos secundários: flavonoides e terpenos.

Os flavonoides são compostos que possuem um grande espectro de atividades biológicas, atuando também na proteção das próprias plantas que os detêm, como por exemplo, em sua resistência (TREUTTER, 2005). Dentro do grupo dos flavonoides, existem algumas substâncias, como a pectolinaringenina (5,7-dihidroxi-4',6-dimetoxi-flavona), que através da redução da glutamina S-transferase (GST) e as atividades das esterases, conseguem atingir o sistema de desintoxicação dos insetos, bem como provem atividade antialimentante (BASKAR *et al.,* 2014; MUTHU *et al*., 2015).

Os terpenos possuem metabólitos primários e secundários que, viabilizam as plantas, mecanismos para a sua sobrevivência e crescimento (AHARONI; JONGSMA; BOUWMEESTER, 2005). Além disso, diversos compostos presentes nesse grupo estão sendo estudados quanto as suas capacidades de interação com insetos (SCHULTZ *et al*., 2004; SHARMA; ANAND; KAPOOR, 2017; BONCAN, 2020). Um exemplo a ser citado, é a artemisinina, uma lactona sesquiterpênica, cuja reatividade de seu anel endoperóxido é responsável pela interação com as larvas (PAVELA *et al*., 2018; PAVELA *et al*., 2019). Na *Copaifera reticulata*, sua ação larvicida pode ser relacionada à presença de diterpenos e sesquiterpenos, que ao serem isolados e testados contra larvas de *Ae. aegyoti* no III instar, apresentaram uma LC_{50} a 0.8 e 0.2 ppm, respectivamente (SILVA *et al*., 2007; GERIS *et al.,* 2008).

Observa-se que a utilização de diferentes partes das plantas pode interferir nos resultados da atividade larvicida. Garcez *et al*. (2009) ao utilizar o extrato etanólico de *Albizia polyantha*advindo das suas folhas e caule, observou que apenas o segundo apresentou atividade larvicida significativa em comparação ao feito à base das folhas, o qual foi praticamente inativo em doses aceitáveis (LC_{50} > 1000 ppm), o que poderia ser explicado pelas diferentes concentrações dos metabólitos secundários em variadas partes da planta.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou que existem diversas espécies da família Fabaceae nativas do Brasil que podem servir no controle larval do mosquito *Ae. aegypti*. A espécie que se destaca dentre as 54 levantadas é a *Caesalpinia pyramidalis*, cuja susceptibilidade larval em contato com seu extrato bruto, apresentou-se com uma LC_{50} = 12,6 ppm, se mostrando uma promissora espécie a ser explorada contra o *Ae. aegypti*. Ademais, a *Copaifera reticulata* apresentou compostos isolados com uma notável atividade larvicida, com uma LC_{50} variando entre 0,2 e 0,8 ppm.

É observado que não existem larvicidas botânicos específicos para *Ae. aegypti* registrados e disponíveis no comércio. Com isso, a presente revisão fornece bases científicas que poderão contribuir, no futuro, para a elaboração de larvicidas botânicos, bem como novidades inventivas com espécies vegetais voltadas para o mercado inseticida, favorecendo a inovação tecnológica proveniente da flora brasileira, menor nível de toxicidade, com baixo custo e amigo do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E. D. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 2005.

AHARONI, A.; JONGSMA, M. A.; BOUWMEESTER, H. J. Volatile science? Metabolic engineering of terpenoids in plants. **Trends in plant science**, v. 10, n. 12, p. 594-602, 2005.

BARBOSA, P. B. B. M.; OLIVEIRA, J. M.; CHAGAS, J. M.; RABELO, L. M. A.; MEDEIROS, G. F.; GIODANI, R. B.; SILVA, E. A.; UCHÔA, A. F. XIMENES, M. F. F. M. Evaluation of seed extracts from plants found in the Caatinga biome for the control of Aedes aegypti. **Parasitology research**, v. 113, n. 10, p. 3565-3580, 2014.

BASKAR, K.; MUTHU, C.; IGNACIMUTHU, S. Effect of pectolinaringenin, a flavonoid from Clerodendrum phlomidis, on total protein, glutathione S-transferase and esterase activities of Earias vittella and Helicoverpa armigera. **Phytoparasitica**, v. 42, n. 3, p. 323-331, 2014.

BENITES, M.; MAMEDE, S. B. Mamíferos e aves como instrumentos de educação e conservação ambiental em corredores de biodiversidade do Cerrado, Brasil. **Mastozoología neotropical**, v. 15, n. 2, p. 261-271, 2008.

BEZERRA-SILVA, P. C.; SANTOS, J. C.; SANTOS, G. K. N.; DUTRA, K. A.; SANTANA, A. L. B. D.; MARANHÃO, C. A.; NASCIMENTO, M. S.; NAVARRO, D. M. A. F.; BIEBER, L. W.

Extract of Bowdichia virgilioides and maackiain as larvicidal agent against Aedes aegypti mosquito. **Experimental parasitology**, v. 153, p. 160-164, 2015.

BONCAN, D. A. T.; TSANG, S. S.; LI, C.; LEE, I. H.; LAM, H. M.; CHAN, T. F.; HUI, J. H. Terpenes and Terpenoids in Plants: Interactions with Environment and Insects. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 19, p. 7382, 2020.

BURIN, G. R. M.; FORMIGA, F. R.; PIRES, V. C.; MIRANDA, J. C.; CABRAL-ALBUQUERQUE, E. C. M.; VIEIRA DE MELO, S. A. B.; BRAGA, M. E. M.; DE SOUZA, H. C. Innovative formulations of PCL: Pluronic monoliths with copaiba oleoresin using supercritical CO2 foaming/mixing to control Aedes aegypti. **The Journal of Supercritical Fluids**, p. 105607, 2022.

CAVALCANTI, E. S. B.; MORAIS, S. M.; A LIMA, M. A.; SANTANA, E. W. P. Larvicidal Activity of essential oils from Brazilian plants against Aedes aegypti L. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [S.L.], v. 99, n. 5, p. 541-544, ago. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

COELHO, André Afonso Machado. **Análise inseticida de extratos de plantas do bioma cerrado sobre triatomíneos e larvas de Aedes aegypti.** 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

DALARMI, L.; SILVA, C. B.; OCAMPOS, F. M. M.; BURCI, L. M.; NASCIMENTO, K. F.; DE JESUS, C.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; ZANIN, S. M. W. Larvicidal activity of Dalbergia brasiliensis (Fabaceae-Papilionoideae) on Aedes aegypti. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 35, p. 881-885, 2015.

DA SILVA, C. B.; DALARMI, L.; DIAS, J. F. G.; ZANIN, S. M. W.; RECH, K. S.; KULIK, J. D.; KERBER, V. A.; SIMIONATO, E.; POPPI, N.; GEBARA, S. S.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Effects of volatile oils of the Microlobius foetidus on trypsin, chymotrypsin and acetylcholinesterase activities in Aedes aegypti (Diptera: Culicidae). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 8, n. 5, p. 148-156, 2014.

DA SILVA GOIS, R. W.; DE SOUZA, L. M.; LEMOS, T. L. G.; ARRIAGA, A. M. C.; ANDRADE-NETO, M.; SANTIAGO, G. M. P. Chemical composition and larvicidal effects of essential oil from Bauhinia acuruana (Moric) against Aedes aegypti. **Journal of Essential Oil Research**, v. 23, n. 5, p. 59-62, 2011.

DE AZEVEDO, F. R.; MACIEL. G. C.; OLIVEIRA, G.; MESQUITA, F. D. O.; ALVES, A. C. L. Larvicidal Activity of Native Plant Extracts From the Araripe National Forest on Aedes aegypti. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 7, p. p105, 2019.

DE MENDONÇA, F. A. C.; DA SILVA, K. F. S.; DOS SANTOS, K. K.; JUNIOR, K. R.; SANTANA, A. E. G. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito Aedes aegypti. **Fitoterapia**, v. 76, n. 7-8, p. 629-636, 2005.

DE OLIVEIRA, J. A.; GARCIA, F.; SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. Activity of hexanic and methanolic fractions of Copaifera langsdorffii Desf.(Leguminosae-

Caesalpinoideae) on larvae of Aedes aegypti, in field assay. **Revista Eletrônica de Biologia (REB). ISSN 1983-7682**, v. 8, n. 2, p. 216-229, 2015.

DE OMENA, M. C.; NAVARRO, D. M. A. F.; DE PAULA, J. E.; LUNA, J. S.; DE LIMA, M. F.; SANTANA, A. E. G. Larvicidal activities against Aedes aegypti of some Brazilian medicinal plants. **Bioresource technology**, v. 98, n. 13, p. 2549-2556, 2007.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. V. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Revista de saúde pública**, v. 51, 2017.

FARIAS, Davi Felipe. **Proteínas de sementes de Amburana cearensis (Allemao) AC Smith: valor nutricional e bioatividade contra patógenos e vetores de doenças.** 2009. 187 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioquímica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

FARIAS, Davi F.; CAVALHEIRO, M. G.; VIANA, M. P.; QUEIROZ, V. A.; ROCHA-BEZERRA, L. C. B.; VASCONCELOS, I. M.; MORAIS, S. M.; CARVALHO, A. F. Water extracts of Brazilian leguminous seeds as rich sources of larvicidal compounds against Aedes aegypti L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 3, p. 585-594, 2010.

GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; DA SILVA, L. M.; HAMERSKI, L. Larvicidal activity against Aedes aegypti of some plants native to the West-Central region of Brazil. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 24, p. 6647-6650, 2009.

GARCEZ, W. S.; GARCEZ, F. R.; DA SILVA, L. M.; SARMENTO, U. C. Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra Aedes aegypti. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363-393, 2013.

GERIS, R.; SILVA, I. G.; SILVA, H. H.; BARISON, A.; RODRIGUES-FILHO, E. Diterpenoids from copaiferareticulata ducke with larvicidal activity against. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 50, n. 1, p. 25-28, 2008.

HOY, JAMES B. Experimental mass-rearing of the mosquitofish, Gambusia affinis. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 1, n. 3, p. 295-8, 1985.

IGNOATO, M. C.; FABRÃO, R. M.; SCHUQUEL, I. T. A.; BOTELHO, M. F. P.; SANTIN, S. M. O.; DE ARRUDA, L. L. M.; BERSANI-AMADO, C. A.; DE SOUZA, M. C. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade anti-inflamatória de Aeschynomene fluminensis vell. (Fabaceae). **Química Nova**, v. 35, n. 11, p. 2241-2244, 2012.

LUNA, J. D. S.; DOS SANTOS, A. F.; DE LIMA, M. R. F.; DE OMENA, M. C.; DE MENDONÇA, F. A. C.; BIEBER, L. W.; SANTANA, A. E. G. A study of the larvicidal and molluscicidal activities of some medicinal plants from northeast Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 97, n. 2, p. 199-206, 2005.

MAGALHÃES, Rodrigo Cesar da Silva. **A erradicação do Aedes aegypti: febre amarela, Fred Soper e saúde pública nas Américas (1918-1968)**. [S.l]: Editora Fiocruz, 2016. 420 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA; MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. DEPARTAMENTO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. **Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue**. 2009.

MONTEIRO, J. A.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; OLIVEIRA, I. R.; BATISTA, F. L. A.; PINTO, C. C. C.; SILVA, A. A. S.; MORAIS, S. M.; SILVA, M. G. V.. Bioactivity and Toxicity of Senna cana and Senna pendula Extracts. **Biochemistry Research International**, [S.L.], v. 2018, p. 1-10, 2018.

MUTHU, C.; BASKAR, K.; DURAIPANDIYAN, V.; IGNACIMUTHU, S.; AL-DHABI, N. A. Bioefficacy of pectolinaringenin from Clerodendrum phlomidis Linn. F. against Anopheles stephensi and bhendi fruit borer, Earias vittella fab. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 58, n. 3, p. 358-366, 2015.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresource technology**, v. 101, n. 1, p. 372-378, 2010.

OLIVEIRA, A. E. M. F. M.; DUARTE, J. L.; AMADO, J. R. R.; CRUZ, R. A. S.; ROCHA, C. F.; SOUTO, R. N. P.; FERREIRA, R. M. A.; SANTOS, K.; CONCEIÇÃO, E. C.; OLIVEIRA, L. A. R.; KELECOM, A.; FERNANDES, C. P.; CARVALHO, J. C. T. Development of a larvicidal nanoemulsion with Pterodon emarginatus Vogel oil. **PLoS One**, v. 11, n. 1, p. e0145835, 2016.

OLIVEIRA, A. E. M. F. M.; BEZERRA, D. C.; DUARTE, J. L.; CRUZ, R. A. S.; SOUTO, R. N. P.; FERREIRA, R. M. A.; NOGUEIRA, J.; CONCEIÇÃO, E. C.; LEITÃO, S.; BIZZO, H. R.; GAMA, P. E.; CARVALHO, J. C. T.; FERNANDES, C. P. Essential oil from Pterodon emarginatus as a promising natural raw material for larvicidal nanoemulsions against a tropical disease vector. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 6, p. 1-9, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE**. Dengue and severe dengue**. 2022. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue. Acesso em: 06 maio 2022.

PAMPLONA, L. D. G. C.; LIMA, J. W. D. O.; CUNHA, J. C. D. L.; SANTANA, E. W. D. P. Avaliação do impacto na infestação por Aedes aegypti em tanques de cimento do Município de Canindé, Ceará, Brasil, após a utilização do peixe Betta splendens como alternativa de controle biológico. **Revista da sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 5, p. 400-404, 2004.

PAVELA, Roman. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. **Industrial crops and products**, v. 76, p. 174-187, 2015.

PAVELA, R.; MAGGI, F.; LUPIDI, G.; MBUNTCHA, H.; WOGUEM, V. WOMENI, H. M.; BARBONI, L.; TAPONDJOU, L. A.; BENELLI, G. Clausena anisata and Dysphania ambrosioides essential oils: from ethno-medicine to modern uses as effective

insecticides. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 11, p. 10493-10503, 2018.

PAVELA, R.; MAGGI, F.; LANNARELLI, F.; BENELLI, G. Plant extracts for developing mosquito larvicides: from laboratory to the field, with insights on the modes of action. **Acta tropica**, v. 193, p. 236-271, 2019.

PEREIRA, M. S. V.; RODRIGUES, O. G.; FEIJÓ, F. M. C.; ATHAYDE, A. C. R.; DE LIMA, E. Q.; DE SOUSA, M. R. Q. Atividade antimicrobiana de extratos de plantas no Semi-Árido Paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 2, n. 1, 2006.

PIMENTA, A. T. A.; SANTIAGO, G. M.; ARRIAGA, A.; MENEZES, G. H.; BEZERRA, S. B.Estudo fitoquímico e avaliação da atividade larvicida de Pterodon polygalaeflorus Benth (Leguminosae) sobre Aedes aegypti. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 501-505, 2006.

POHLIT, A. M.; QUINARD, E. L. J.; NUNOMURA, S. M.; TADEI, W. P.; HIDALGO, A. F.; PINTO, A. C. S.; DOS SANTOS, E. V. M.; DE MORAIS, S. K. R.; SARAIVA, R. C. G.; MING, L. C.; ALECRIM, A. M.; FERRAZ, A. B.; PEDROZO, A. C. S.; DINIZ, E. V.; FINNEY, E. K.; GOMES, E. O.; DIAS, H. B.; DE SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, L. C. P.; DON, L. C.; QUEIROZ, M. M. A.; HENRIQUE, M. C.; DOS SANTOS, M.; JUNIOR, O. S. L.; PINTO, P. S.; SILVA, S. G.; G. Y. R. Screening of plants found in the State of Amazonas, Brazil for activity against Aedes aegypti larvae. **Acta amazonica**, v. 34, n. 1, p. 97-105, 2004.

PORTO, K. R. A.; MOTTI, P. R.; YANO, M.; ROEL, A. R.; CARDOSO, C. A.; MATIAS, R. Screening of plant extracts and fractions on Aedes aegypti larvae found in the state of Mato Grosso do Sul (linnaeus, 1762) (culicidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 2, p. 895-906, 2017.

REFLORA. **Fabaceae Lindl.** 2022. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB115. Acesso em: 06 maio 2022.

RODRIGUES, A. M.; SAMPAIO, C. D. G.; SOUZA, J. S. N. D.; CAMPOS, A. R.; SILVA, A. B. R. D.; MORAIS, S. M. D.; MARTINS, V. E. P. Different susceptibilities of Aedes aegypti and Aedes albopictus larvae to plant-derived products. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, 2019.

SANTIAGO, G. M. P.; VIANA, F. A.; PESSOA, O. D. L.; SANTOS, R. P.; POULIQUEN, Y. B. M.; ARRIAGA, A. M. C.; ANDRADE-NETO, M.; BRAZ-FILHO, R. Avaliação da atividade larvicida de saponinas triterpênicas isoladas de Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze (Fabaceae) e Cordia piauhiensis Fresen (Boraginaceae) sobre Aedes aegypti. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 3, p. 187-190, 2005.

SCHULTZ, G.; SIMBRO, E.; BELDEN, J.; ZHU, J.; COATS, J. Catnip, Nepeta cataria (Lamiales: Lamiaceae)—A closer look: Seasonal occurrence of nepetalactone isomers and comparative repellency of three terpenoids to insects. **Environmental entomology**, v. 33, n. 6, p. 1562-1569, 2004.

SHARMA, E.; ANAND, G.; KAPOOR, R. Terpenoids in plant and arbuscular mycorrhiza-reinforced defence against herbivorous insects. **Annals of Botany**, v. 119, n. 5, p. 791-801, 2017.

SILVA, A. M. A.; DA SILVA, H. C.; MONTEIRO, A. O.; LEMOS, T. L. H.; DE SOUZA, S. M.; MILITÃO, G. C. G.; SANTOS, H. V.; ALVES, P. B.; ROMERO, N. R.; SANTIAGO, G. M. P. Chemical composition, larvicidal and cytotoxic activities of the leaf essential oil of Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 369-373, 2020.

SILVA, H. H. G.; GERIS, R.; RODRIGUES FILHO, E.; ROCHA, C.; SILVA, I. G. D.Larvicidal activity of oil-resin fractions from the Brazilian medicinal plant Copaifera reticulata Ducke (Leguminosae-Caesalpinoideae) against Aedes aegypti (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 3, p. 264-267, 2007.

SOUZA, T. M.; FARIAS, D. F.; SOARES, B. M.; VIANA, M. P.; LIMA, G. P. G.; MACHADO, L. K. A.; MORAIS, S. M.; CARVALHO, A. F. U. Toxicity of Brazilian plant seed extracts to two strains of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) and nontarget animals. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, n. 4, p. 846-851, 2011.

TENÓRIO, Rodrigo Ferreira Lima. **Atividade biológica in vitro de extratos de Commiphora leptophloeos (Mart.) JB Gillett, Ziziphus joazeiro Mart., Croton heliotropiifolius Kunth, Abarema cochliacarpos (Gomes) Barneby & Grimes e Eugenia uniflora L. contra ixodídeos, culicídeos e nematoid**. 2017. 109 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

TREUTTER, D. Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. **Plant biology**, v. 7, n. 6, p. 581-591, 2005.

TRINDADE, F. T. T.; STABELI, R. G.; PEREIRA, A. A.; FACUNDO, V. A. Copaifera multijuga ethanolic extracts, oilresin, and its derivatives display larvicidal activity against Anopheles darlingi and Aedes aegypti (Diptera: Culicidae). **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 23, n. 3, p. 464-470, 2013.

VALLE, D.; BELLINATO, D. F.; VIANA-MEDEIROS, P. F.; LIMA, J. B. P.; MARTINS, A. D. J. Resistance to temephos and deltamethrin in Aedes aegypti from Brazil between 1985 and 2017. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114, 2019.

VIRTUOSO, S.; DAVET, A.; DIAS, J.; CUNICO, M. M.; MIGUEL, M. D.; OLIVEIRA, A. B.; MIGUEL, O, G. Estudo preliminar da atividade antibacteriana das cascas de Erythrina velutina Willd., Fabaceae (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 137-142, 2005.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA NANOEMULSÃO DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO POR EXTRAÇÃO CRUZADA DE CITRUS LIMONIA OSBECK (LIMÃO-CRAVO) E LAURUS NOBILIS L. (LOURO)

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF NANOEMULSION OF ESSENTIAL OIL OBTAINED BY CROSS-EXTRACTION OF CITRUS LIMONIA OSBECK (LEMON-CLOVE) AND LAURUS NOBILIS L. (LAUREL)

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-25

Brendha Araújo de Sousa [1]
Cassiano Vasques Frota Guterres [2]
Rodrigo de Aquino Almeida [3]
Beatriz Jardim Rodrigues das Chagas [4]
Victor Elias Mouchrek Filho [5]
Gustavo Oliveira Everton [6]

[1] Licenciatura em Química (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA
[2] Licenciatura em Química (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA
[3] Licenciatura em Química (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA
[4] Bacharelado em Química Industrial (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA
[5] Doutorado em Química (USP) - Professor Titular (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA
[6] Doutorado em Química (LOEPAV/UFMA). Universidade Federal do Maranhão – UFMA

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar a atividade antioxidante do óleo essencial (OE) e a nanoemulsão (O/A) proveniente da extração cruzada das cascas de *Citrus limonia* Osbeck (Limão-cravo) e folhas de *Laurus nobilis* L. (Louro). Os materiais vegetativos foram obtidos no município de São Luís (MA). Em relação a extração do (OE), realizou-se a mesma por meio da técnica de hidrodestilação a 100° C por 3h, com a caracterização química através da Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM). As nanoemulsões foram sintetizadas através do método de inversão de fases. Para a atividade antioxidante aplicou-se o método de descoloração de radicais hidroxilas. De acordo com o ensaio antioxidante foi obtida a parti do OE de C*. limonia* e *L. nobilis* a CE_{50} de 85,20 mg L^{-1} e para as nanoemulsões (NOE1, NOE2, NOE3), respectivamente, as CE_{50} de 77,23 mg L^{-1}, CE_{50} de 88,13 mg L^{-1} e CE_{50} de 45,30 mg L^{-1}, sendo classificados como ativos e de ação promissora. Indicando que o óleo essencial e as nanoemulsões, proveniente do cruzamento das espécies em estudo, dispõe de componentes químicos com potencial antioxidante. Afirma-se que o OE avaliado neste trabalho apresenta características formidáveis relacionadas a atividade antioxidante e uma considerável melhora de ação quando trabalhadas em nanoemulsões, tornando-se assim um produto em potencial para com esta finalidade.

Palavras-chave: Antioxidante. Nanoemulsão. Óleo essencial.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the antioxidant activity of essential oil (EO) and nanoemulsion (O/W) from the cross-extraction of *Citrus limonia* Osbeck (Limon-clove) peels and *Laurus nobilis* L. (Laurel) leaves. The vegetative materials were obtained in the city of São Luís

(MA). Regarding the extraction of (EO), it was done through the hydrodistillation technique at 100° C for 3h, with chemical characterization through Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS). The nanoemulsions were synthesized using the phase inversion method. For antioxidant activity the hydroxyl radical decolorization method was applied. According to the antioxidant assay the EC_{50} of 85.20 mg L^{-1} was obtained from the EO of *C. limonia* and *L. nobilis* and for the nanoemulsions (NEO1, NEO2, NEO3), respectively, the EC_{50} of 77.23 mg L^{-1}, EC_{50} of 88.13 mg L^{-1} and EC_{50} of 45.30 mg L^{-1}, being classified as active and of promising action. Indicating that the essential oil and nanoemulsions, coming from the crossing of the species under study, has chemical components with antioxidant potential. It is affirmed that the EO evaluated in this work presents formidable characteristics related to antioxidant activity and a considerable improvement of action when worked in nanoemulsions, thus becoming a potential product for this purpose.

Keywords: Antioxidant. Nanoemulsion. Essential oil.

1. INTRODUÇÃO

É notório que as plantas apresentam um conjunto de componentes químicos, orgânicos e inorgânicos, atribuindo possibilidades diferenciadas em termos de exploração para o homem. Na maioria dos casos são utilizadas como fitoterápicos ou terapias complementares aos tratamentos instituídos como convencionais, que advém de técnicas consideradas como milenares ou mesmos por conhecimentos populares repassados de geração para geração (MACHADO et al., 2014; JÜTTE et al., 2017; SZERWIESKI et al., 2017; DIAS et al., 2018).

Neste contexto, podemos citar os antioxidantes, que são substâncias que diminuem o processo cinético de oxidação, ocasionado pela produção significativa de radicais do oxigênio que ocorrem durante processos patofisiológicos ou mesmos por fatores ambientais. Por meio de um ou mais mecanismos, os antioxidantes têm como propriedade atenuar a oxidação, isto é, através da inibição de radicais livres e complexação de metais (SILVA et al., 2018).

Evidencia-se, que a síntese de radicais livres ocorre de forma endógena ou mesmo de forma exógena, e seu excesso contribui para o estresse oxidativo. Perante a estes fatos, os antioxidantes naturais estão despertando interesse da indústria como uma fonte alternativa para substituir os antioxidantes sintéticos, sendo estes possíveis responsáveis por doenças como câncer, tendo aplicação direta nos setores alimentícios, cosméticos e farmacêuticos (MARTINS, 2017).

Assim, os antioxidantes que têm origem de produtos à base de materiais vegetais, com ênfase a parti de plantas medicinais, são considerados relevantes, pois

são fontes naturais deles. Atribui-se estas características aos metabólitos presentes nas plantas, como os compostos fenólicos que tem ação antioxidante, e a função de reduzir a produção de radicais livres. Desta forma, os óleos essenciais têm uma excelente aceitação por contribuir para diversas atividades biológicas, inclusive para atividade antioxidante (MENEZES FILHO et al., 2018).

Ao atrelar os compostos antioxidantes em nanoemulsões resulta-se em benefícios potencialmente positivos, o que permite em formulações de produtos distintos, acarretando características relevantes diante aos produtos sintéticos tradicionais. Ressalta-se, que as vantagens discutidas se devem ao seu tamanho reduzido a nível de gotículas e assim intensificando a sua ação devido ao aumento da superfície de contato, sensorial e aspecto físico agradáveis, e por isso podem serem aplicados tanto para métodos que utilizam baixa ou alta energia de emulsificação (ARAÚJO, 2020; EID et al., 2014).

Estes componentes químicos como já haviam sido mencionados são muitos empregados em indústrias de cosméticos com a intenção de combater sinais de envelhecimento cutâneo, justificando-se estas ações por minimizarem os danos oxidativos às células e por auxiliarem no sistema de defesa não enzimático do encadeamento oxidativa, aliviando os efeitos críticos causados pelos radicais hidroxila. O estudo deste encadeamento oxidativo ou cascata oxidativa implicam na produção de radicais livres, gerando a perda de função das estruturas cutâneas (KAMMEYER&LUTTEN, 2015).

Diante destes argumentos, os componentes majoritários presentes nas plantas, assumem um papel essencial para atividade antioxidante, entre eles destaca-se os terpenóides ou monoterpenos, compreendendo 90% da composição de seus componentes. Neste contexto, pode-se afirmar que o limoneno, constituinte presente no OE deste ensaio, apresenta-se em vários estudos com ação antioxidante acentuada, além de oferecer efeitos sinérgicos ou antagonismo, mesmo sendo nomeado em menor percentual entre os metabólitos presente no óleo essencial em determinadas plantas (NEVES et al., 2008; PAZOUKI&NIINEMETS, 2016).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a caracterização química e a atividade antioxidante das nanoemulsões bioativas do óleo essencial

oriundo da extração cruzada das cascas de *Citrus limonia* Osbeck (Limão-cravo) e folhas de *Laurus nobilis* L. (Louro)

2. METODOLOGIA

2.1. OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL

As amostras das cascas de *Citrus limonia* Osbeck e folhas de *Laurus nobilis* L. utilizados nesta pesquisa foram adquiridos no período de agosto de 2021. Foram coletadas cascas de *Citrus limonia* Osbeck e folhas de *Laurus nobilis* L. no município de São Luís - MA. Após a coleta, as espécies vegetais foram transportadas para o Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais (LOEPAV/UFMA), onde foram pesadas, trituradas e armazenadas para a extração do óleo essencial.

2.2. EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

Para extração do óleo essencial, foi aplicada a técnica de hidrodestilação com um extrator de Clevenger de vidro acoplado a um balão de fundo redondo acondicionado em manta elétrica como fonte geradora de calor. Foram utilizadas 50g de cada um dos dois materiais vegetais ao mesmo balão de fundo redondo, adicionando-se água destilada na proporção de (1:8). A hidrodestilação foi conduzida a 100°C por 3h e logo após recolheu-se o óleo essencial extraído. O óleo essencial foi seco por percolação com sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) e centrifugado. Essas operações foram realizadas em triplicatas e as amostras armazenadas em vials de vidro âmbar sob refrigeração de 4°C. Posteriormente submetidos as análises. As espécies utilizadas também foram extraídas individualmente e submetidas a todas as mesmas análises e processos do óleo essencial obtido por processo cruzado.

2.3. CONSTITUINTES QUÍMICOS

Os constituintes dos óleos essenciais foram identificados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Foi dissolvido 1,0 mg da amostra em 1000 µL de diclorometano (pureza 99,9%).

As condições de análise foram as seguintes: Método: Adams. M; Volume injetado: 0,3 µL; Coluna : Capilar HP-5MS (5% difenil, 95% dimetil polisiloxano) (Equivalente DB-5MS ou CP-Sil 8CB LB/MS), nas dimensões (30m x 0,25 mm x 0,25 µm);

Gás de arraste : He (99,9995); 1,0 mL.min^{-1}; Injetor: 280ºC, modo Split (1:10); Forno : 40 ºC (5,0 min.) até 240 ºC numa taxa de 4ºC min^{-1}, de 240ºC até 300ºC (7,5 min) numa taxa de 8ºC.min^{-1}); tT= 60,0 min; Detector : EM; EI (70 eV); Modo varredura (0,5 seg scan^{-1}); Faixa de massas: 40-500 daltons (uma); Linha transferência: 280 ºC.; Filamento: desligado 0,0 a 4,0 min; Espectrômetro de massas tipo quadrupolo linear. Para a identificação dos compostos na amostra utilizou-se o programa AMDIS (Automated Mass spectral Deconvolution Mass & Identification System).

2.4. PREPARO DAS NANOEMULSÕES POR MÉTODO DE INVERSÃO DE FASES

O preparo das nanoemulsões foi realizado de acordo com as metodologias adaptadas descritas por Lima et al. (2020), Sugumar et al. (2014), Kubitschek et al. (2014) e Rodrigues et al. (2014). As nanoemulsões óleo-em-água foram formuladas com o óleo essencial (5%v/v), surfactante não iônico (Tween 20, 5%,10% e 15% v/v) e água. As quantidades necessárias de cada constituinte da fase oleosa (óleo+Tween20) foram aquecidas a 65 ± 5 °C. A fase aquosa foi aquecida separadamente a 65 ± 5 °C, proporcionando uma formulação primária, pelo método de inversão de fases.

A homogeneização final foi conseguida utilizando um agitador magnético, no qual a formulação permaneceu em agitação constante a 6000 rpm, até atingir a redução da temperatura para 25 ºC ± 2 ºC. As nanoemulsões obtidas foram levadas ao banho ultrassônico a temperatura de 60 °C por 380s.

Para comprovar a estabilidade, a nanoemulsão formulada foi submetida a diferentes testes de estresse (SHAFIQ et al., 2007). Ciclo de aquecimento-resfriamento: foi realizado mantendo a nanoemulsão formulada a 40 e 4 °C, alternando cada temperatura por 48 h. O ciclo foi repetido três vezes. Estresse de congelamento-descongelamento: nanoemulsão alternativamente a -21 e 25 ° C por 48 h em cada temperatura. O ciclo foi repetido três vezes. As formulações que passaram nos testes de estresse termodinâmico foram levadas as análises posteriores.

2.5. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE POR DESCOLORAÇÃO DE RADICAIS HIDROXILA

A atividade antioxidante foi feita pelo método espectrofotométrico de eliminação de radicais hidroxila do ácido salicílico de acordo com os métodos descritos por Smirnff&Cumbes (1989) e Sundararajan et al. (2016).

As nanoemulsões e os óleos essenciais em diferentes concentrações de 10-100 mg L^{-1} foram dissolvidos em água destilada e DMSO 0,2%, respectivamente. Foram adicionadas a essas concentrações 1 mL de ácido salicílico (9 mM),1 mL de sulfato ferroso (9 mM) e 1 mL de peróxido de hidrogênio (9 mM). Utilizou-se como padrão positivo ácido ascórbico. A mistura reacional foi incubada a 37 °C durante 60 min em banho-maria; após a incubação, a absorbância das misturas foi medida a 510 nm usando um espectrofotômetro UV/VIS e a CE_{50} calculada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CONSTITUINTES QUÍMICOS

De acordo com os resultados obtidos, a Tabela 1 apresenta os compostos identificados no óleo essencial extraído das cascas de *Citrus limonia* Osbeck e na Tabela 2 os compostos identificados no óleo essencial extraído das folhas de *Laurus nobilis* L. Como pode ser visualizado na Tabela 1, 9 componentes foram identificados na amostra do OE de *Citrus limonia,* com predominância da classe dos monoterpenos, sendo o constituinte majoritário do óleo essencial o limoneno com 40,25% da composição, seguido pelo β-pineno (29,36%) e cimeno (16,33%).

A composição química dos OE's das cascas de *C. limonia* foi semelhante a outras espécies de *Citrus*, como *C. aurantifolia* e *C. limon* descritas na literatura anteriormente por Simas et al. (2015). E o percentual de limoneno está dentro do valor esperado para espécies cítricas que podem atingir de 30 a 80% da composição total (LADANIYA, 2008; AMORIM et al., 2016).

Tabela 1. Composição química do OE de *Citrus limonia* Osbeck.

Tempo de retenção (min)	Componente	%Teor
3,54	α-pineno	4,52
4,09	β-pineno	29,36
4,21	Mirceno	0,55
4,69	Limoneno	40,25
4,71	Cimeno	16,33
5,90	Linalol	0,94
7,90	Citral	0,89
10,46	α-bergamoteno	3,66
11,40	β-bisaboleno	3,50

Fonte: Autoria própria.

Resultados próximos são relatados por Estevam et al. (2016), que identificou 18 compostos e observou a presença de limoneno em 40,0% da composição do óleo das folhas de *C. limonia* coletadas na região de Rio Verde-GO, e por Gomes et al. (2020), que também encontrou 18 constituintes químicos, tendo como majoritários o limoneno, β-pineno e o m-cimeno, encontrando uma porcentagem de 44,75% de limoneno para amostras de óleo das cascas de *C. limonia* obtidas no município de São José de Ribamar-MA, ambas caracterizações químicas realizadas através da análise cromatográfica gasosa acoplada a espectrometria de massa.

No entanto, resultados divergentes para a espécie cítrica estudada referente as quantidades de limoneno também são observados em estudos anteriores de diferentes lugares, como os apontados por: Amorim et al. (2016); Cavalcanti et al. (2004); Millezi, (2014) e Simas et al. (2015), que apresentaram, respectivamente, uma porcentagem de 65,7%, 82%, 33,67% e 65,69% do composto limoneno. A variabilidade na composição química dos óleos essenciais, assim como seus quantitativos, pode ser devido a influência de fatores intrínsecos e extrínsecos a que a planta está sujeita, bem como a sua sazonalidade e idade (GOBBO-NETO e LOPES, 2007; NATTA et al., 2008; SILVA et al., 2019)

As substâncias identificadas na CG-EM do óleo essencial estudado, o limoneno, β-pineno e linalol são descritos na literatura por possuírem das mais variadas atividades biológicas (BAIK et al., 2008; KUMMER, 2013; MOREIRA et al., 2013). E Neves et al. (2008), assim como Casanova&Costa (2017) relataram sobre os efeitos de sinergismo e/ou antagonismo de constituintes químicos, ainda que em porcentagens minoritárias nos óleos essenciais, e apontam o aumento das atividades biológicas partirem de interações sinérgicas entre os mais diversos componentes de uma planta ou combinações entre elas.

Como pode ser observado na Tabela 2, foram identificados 12 componentes na amostra, com o constituinte majoritário do OE sendo o isoeugenol com 64,36%, seguido por mirceno (12,1%), chavicol (10,22%) e linalol (3,6%).

Tabela 2. Composição química do OE de *Laurus nobilis* L.

Tempo de retenção (min)	Componente	%Teor
5,89	α-pineno	0,39
7,55	Mirceno	12,1
8,71	p-cimeno	1,15
8,81	Limoneno	3,1
9,03	Eucaliptol	0,63
9,50	β-ocimeno	0,3
11,50	Linalol	3,6
14,91	Terpinen-4-ol	0,99
15,51	α-Terpineol	0,71
18,44	Chavicol	10,22
23,22	Isoeugenol	64,36
25,69	Cariofileno	2,45

Fonte: Autoria própria.

Os componentes identificados estão de acordo com os destacados por Peixoto et al. (2017), que identificaram 26 componentes químicos ao analisar o óleo essencial de *L. nobilis*, tendo também como principal o isoeugenol (53,5%), seguido por mirceno (16,6%) e chavicol (10,2%), e diferem dos apresentados por Tomar et al. (2020) em que os resultados mostraram como principais constituintes para o OE obtido das folhas de *Laurus nobilis* o 1,8-cineol (41,1%), sabineno (6,96%), α-pineno (5,94%), epóxido de humuleno II (5,73%) e α-terpinil acetato (5,72%). As diferenças na composição do óleo essencial neste estudo e nas demais literaturas, podem ser devidas a uma série de fatores que envolve desde o método de processamento e extração dos óleos até as características do solo, entre outros.

A influência da localização geográfica e da parte da planta utilizada para obtenção do óleo podem ser comprovados pelos estudos realizados por Abu-Dahab et al. (2014) onde analisaram o OE extraído das folhas e frutos de *L. nobilis*, coletados de árvores cultivadas no campus da Universidade da Jordânia, e obtiveram diferenças nos quantitativos e constituintes químicos. Resultando na identificação de 37 compostos para o OE das folhas, sendo o 1,8-cineol (36,8%), α-terpinil acetato (14,6%) e terpinen-4-ol (6,4%) os principais componentes, enquanto os frutos continham 45 substâncias, com 29,8% de 1,8-cineol, 6,2% de β-elemeno, 5,6% de α-terpinil acetato e 1,5% de γ-terpineol, sendo os majoritários. E Fidan et al. (2019) identificou no OE obtido dos galhos

de *L. nobilis*, cultivado na Bulgária, 37 constituintes voláteis sendo 1,8-cineol (48,5%), acetato de α-terpinila (13,1%) e metil eugenol (6,6%) os mais abundantes.

A análise cromatográfica nesse estudo não identificou o eugenol, composto constantemente encontrado nesse vegetal, mas tem o seu isômero (isoeugenol) como majoritário, que também é um composto fenólico com várias propriedades biológicas, como apontam Reis (2012) e Rosa et al. (2019). E embora os compostos majoritários possam variar, a literatura mostra que o OE dessa espécie se constitui de monoterpenos, sesquiterpenos e de fenilpropanóides (BASAK&CANDAN, 2013; CHERRAT et al., 2014; PERIS&BLAZQUEZ, 2015), corroborando com os resultados obtidos.

3.2. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A Tabela 3 mostra os resultados relacionados a capacidade antioxidante dos óleos essenciais e nanoemulsões estáveis de *C. limonia* e *L. nobilis*, assim como dos bioprodutos obtido por sua extração cruzada referente a Concentração Eficiente 50% (CE_{50}) em mg L^{-1}, a partir do método de descoloração de radicais hidroxilas.

Tabela 3. Concentração Eficiente 50% (CE_{50}/IC_{50}) para atividade antioxidante do óleo essencial e nanoemulsões de *C. limonia* e *L. nobilis.*

Identificação	Equação Linear	CE_{50} (mg L^{-1})	R^2
OE *C. limonia* e *L. nobilis*	y = 217,17x – 369,23	85,20	0,9983
OE *C. limonia*	y = 115,72x – 171,79	59,44	0,9941
OE *L. nobilis*	y = 74,376x – 87,373	70,31	0,9969
NOE 1 *C. limonia*	y = 129,53x – 187,87	68,61	0,9945
NOE 2 *C. limonia*	y = 93,037x – 113,42	57,08	0,9984
NOE 3 *C. limonia*	y = 50,293x – 36,601	52,71	0,9955
NOE 1 *L. nobilis*	y = 59,161x – 51,578	52,12	0,9815
NOE 2 *L. nobilis*	y = 18,977x + 22,12	29,45	0,9985
NOE 3 *L. nobilis*	y = 17,414x + 30,337	13,46	0,9969
NOE 1 *C. limonia* e *L. nobilis*	y = 96,165x – 131,54	77,23	0,9977
NOE 2 *C. limonia* e *L. nobilis*	y = 52,525x – 52,168	88,13	0,9998
NOE 3 *C. limonia* e *L. nobilis*	y = 40,315x – 16,765	45,30	0,9984

Fonte: Autor própria. Nota: OE– Óleo essencial; NOE– Nanoemulsão estável do óleo essencial formulada por inversão de fases; 1 – Nanoemulsão composição 5% óleo essencial, 5% Tween 20 e 90,0% de H_2O; 2 – Nanoemulsão composição 5% óleo essencial, 10% Tween 20 e 85% de H_2O; 3 – Nanoemulsão composição 5% óleo essencial, 15% Tween 20 e 80% de H_2O.

Em concordância com a Tabela 3, todos os óleos essenciais e formulações de nanoemulsões desenvolvidas por esse método apresentaram valores significativos, comprovando uma ação efetiva e sendo classificados como ativos, segundo o critério

estabelecido por Campos et al. (2003), que estabelece que produtos naturais com CE_{50} menor que 500 mg L^{-1} são definidos como ativos.

Com ênfase para as nanoemulsões com formulações NOE 3 *L. nobilis* e NOE 2 *L. nobilis* e a nanoemulsão NOE 3 *C. limonia e L. nobilis* que apresentaram os menores valores para CE_{50}. Entendendo-se assim, que no geral as nanoemulsões aumentaram significativamente o potencial/eficiência da ação da atividade antioxidante, comprovando assim, a existência de um aumento do potencial biológico quando trabalhados em nanoemulsões descritos nas literaturas. De acordo com Sousa et al. (2007), a atividade antioxidante de um composto vegetal é inversamente proporcional aos valores de CE_{50}, em que a menor concentração indica uma maior capacidade do óleo em reduzir o radical hidroxila em 50%.

Este estudo também descreve de forma inédita um óleo essencial obtido de uma extração cruzada, o que ressalta a importância deste trabalho.

Entretanto, existem estudos que relatam o desempenho de plantas das mesmas espécies e/ou dos óleos essenciais individualmente de *C. limonia* e de *L. nobilis* e dos compostos majoritários (limoneno, β-pineno), (1,8 cineol, eugenol), respectivamente, como agentes antioxidantes. A literatura aponta que espécies de gênero *Citrus* costumam possuir uma boa atividade antioxidante, como Lou et al. (2017) que estudaram o potencial do óleo essencial de *Citrus medica* L. var. *Sacodactylis* e do óleo essencial nanoemulsificado pelo método de emulsificação espontânea, apontando um aumento do potencial 51,6% para a nanoemulsão e 30,5% do óleo quando trabalhados em concentrações de 0,12 mg/mL por ensaio DPPH.

Esse estudo apresentou resultados superiores em relação ao óleo essencial de *L. nobilis* do que os apresentados por Ballen et al. (2019), que obtiveram uma atividade antioxidante com CE_{50} de 4,749 mg mL^{-1} utilizando o método de DPPH, e por Fernández et al. (2018) que obtiveram uma CE_{50} de 4,00 mg mL^{-1} para o óleo essencial de *L. nobilis* obtido através do método de arraste a vapor. Ainda, segundo Goudjil et al. (2015), a ação do óleo essencial de *L. nobilis* obteve uma inibição com CE_{50} de 72,78 mg mL^{-1} pelo ensaio DPPH e uma CE_{50} de 14 mg mL^{-1} pelo ensaio FRAP.

Segundo Wojtunik et al. (2014), a atividade antioxidante dos terpenos presentes em óleos essenciais, assim como nos obtidos neste estudo estão relacionadas à presença de ligações duplas conjugadas, que ocorrem através do mecanismo de quebra

de cadeia, para a remoção de radicais livres, que de acordo com Ferreira et al. (2020), são definidos como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis, podendo atuar em alimentos ou sistemas biológicos, mostrando-se que os resultados apresentados neste estudo são promissores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a ação bioativa das nanoemulsões provenientes do óleo essencial das cascas de *Citrus limonia* Osbeck (Limão-cravo) e folhas de *Laurus nobilis* L. possui excelente capacidade de capturar radicais livres, isto é, atividade antioxidante, justificada pelos constituintes presentes como o linalol. Além disso, mostra-se como um produto economicamente viável e ambientalmente correto, já que buscas por antioxidantes naturais se intensificaram nos últimos anos, principalmente para setores farmacêuticos, cosméticos e alimentícios.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais (LOEPAV/UFMA) e a Universidade Federal do Maranhão.

REFERÊNCIAS

ABU-DAHAB, Rana; KASABRI, Violet; AFIFI, Fatma Ulku. Evaluation of the Volatile Oil Composition and Antiproliferative Activity of Laurus nobilis L. (Lauraceae) on Breast Cancer Cell Line Models. **Records of Natural Products**, v. 8, n. 2, 2014.

AMORIM, Jorge Luis et al. Anti-inflammatory properties and chemical characterization of the essential oils of four citrus species. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0153643, 2016.

ARAÚJO, Samara Vitória Ferreira de. **Desenvolvimento de nanoemulsões contendo extrato hidroetanólico das folhas de Kalanchoe laciniata (L.) DC. e avaliação in vitro da atividade antioxidante**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte

BAIK, Jong-Seok, et al. Chemical composition and biological activities of essential oils extracted from Korean endemic citrus species. **Journal of Microbiology and Biotechnology.** v. 18, n. 1, p. 74-79, 2008.

BALLEN, Sandra Cristina et al. Determinação do potencial antioxidante (DPPH) e antimicrobiano de extratos vegetais e óleo essencial de louro (Laurus nobilis). **Perspectiva**. v. 43, n. 163, p. 61-70, 2019.

BASAK, Serap Sahin; CANDAN, Ferda. Effect of Laurus nobilis L. essential oil and its main components on α-glucosidase and reactive oxygen species scavenging activity. **Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR**, v. 12, n. 2, p. 367, 2013.

CAMPOS, Maria G. et al. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 51, n. 3, p. 742-745, 2003.

CASANOVA, Livia M.; COSTA, Sônia S. Interações sinérgicas em produtos naturais: potencial terapêutico e desafios. **Revista virtual de química**, v. 9, n. 2, p. 575-595, 2017.

CAVALCANTI, Eveline Solon Barreira et al. Larvicidal activity of essential oils from Brazilian plants against Aedes aegypti L. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, p. 541-544, 2004.

CHERRAT, Lamia et al. Chemical composition and antioxidant properties of Laurus nobilis L. and Myrtus communis L. essential oils from Morocco and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes for food preservation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 6, p. 1197-1204, 2014.

DE LIMA, Tamyres Carla Porteglio et al. DESENVOLVIMENTO DE NANOGEL DE Copaifera reticulata SOBRE A LESÃO MUSCULAR EM RATOS USANDO FONOFORESE. **Saúde e Pesquisa**, v. 13, n. 1, 2020.

DE MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira et al. Atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais, carotenóides e provitamina A em extratos vegetais do Cerrado goiano. **UNICIÊNCIAS**, v. 22, n. 1, p. 28-32, 2018.

DIAS, Eliana Cristina Moura et al. Uso de fitoterápicos e potenciais riscos de interações medicamentosas: reflexões para prática segura. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 41, n. 2, 2017.

EID, Ahmad M. et al. Preparation, characterization and anti-inflammatory activity of Swietenia macrophylla nanoemulgel. **J Nanomed Nanotechnol**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2014.

ESTEVAM, E. B. B. et al. Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas frescas de Citrus limonia Osbeck e Citrus latifolia Tanaka (Rutaceae). **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 6, p. 1842-1854, 2016. http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20160124.

FERNÁNDEZ, Natalia Jorgelina et al. Laurus nobilis L. Extracts against Paenibacillus larvae: Antimicrobial activity, antioxidant capacity, hygienic behavior and colony strength. **Saudi journal of biological sciences**, v. 26, n. 5, p. 906-912, 2019.

FERREIRA, Aline Medeiro et al. Constituintes químicos, toxicidade, potencial antioxidante e atividade larvicida frente a larvas de Aedes aegypti do óleo essencial de Aniba rosaeodora Ducke. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e520985663-e520985663, 2020.

FIDAN, Hafize et al. Chemical composition and antimicrobial activity of Laurus nobilis L. essential oils from Bulgaria. **Molecules**, v. 24, n. 4, p. 804, 2019.

GOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P. Medicinal plants: factors of influence on the content of secondary metabolites. **Química nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

GOMES, Paulo Roberto Barros et al. Chemical composition and larvicidal activity of Citrus limonia Osbeck bark essential oil. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 7, p. 354-358, 2020.

GOUDJIL, Mohamed Bilal et al. Study of the chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil extracted from the leaves of Algerian Laurus nobilis Lauraceae. **J. chem. pharm. res**, v. 7, n. 1, p. 379-385, 2015.

JÜTTE, Robert et al. Herbal medicinal products–Evidence and tradition from a historical perspective. **Journal of ethnopharmacology**, v. 207, p. 220-225, 2017.

KAMMEYER, A.; LUITEN, R. M. Oxidation events and skin aging. **Ageing research reviews**, v. 21, p. 16-29, 2015.

KUBITSCHEK-KM, Amapá–Rodovia Juscelino; ZERO, Jardim Marco. Development of jojoba oil (Simmondsia chinensis (Link) CK Schneid.) based nanoemulsions. **Lat. Am. J. Pharm**, v. 33, n. 3, p. 459-63, 2014.

KUMMER. R. et al. Evaluation of anti-inflammatory activity of Citrus latifolia Tanaka essential oil and limonene in experimental mouse models. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v. 2013, 2013.

LADANIYA, Milind S. Commercial fresh citrus cultivars and producing countries. **Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation. Academic Press, San Diego**, p. 13-65, 2008.

LOU, Zaixiang et al. The antioxidant, antibacterial, antibiofilm activity of essential oil from Citrus medica L. var. sarcodactylis and its nanoemulsion. **LWT**, v. 80, p. 371-377, 2017.

MACHADO, Helen L. et al. Research and extension activities in herbal medicine developed by Rede FitoCerrado: rational use of medicinal plants by the elderly in Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, p. 527-533, 2014.

MARTINS, Gustavo Rafagnin. **Potencial antioxidante, fotoprotetor e antiglicante de frutos alimentícios não convencionais para utilização na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica.** 2017.

MILLEZI, A. F. et al. Caracterização química e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra Staphylococcus aureus e Escherichia coli. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, p. 18-24, 2014.

MOREIRA I. J. A., SERAFINI M. R., LUCCA JUNIOR W., RIBEIRO E. A. N., FILHO V. J. S., PASSOS JUNIOR D. B., et al. Prospecção tecnológica da utilização do Beta-pineno. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 2, p. 186-194, 2013.

NATTA, L. et al. Essential oil from five Zingiberaceae for anti food-borne bacteria. **International Food Research Journal**, v. 15, n. 3, p. 337-346, 2008.

NEVES, Bruna Medeiros et al. Avaliação da atividade antioxidante do óleo volátil de siphoneugena reitzii d.(myrtaceae) e de monoterpenos isolados. **Salão de Iniciação Científica (20.: 2008 out. 20-24: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2008.**

PAZOUKI, Leila; NIINEMETS, Ülo. Multi-substrate terpene synthases: their occurrence and physiological significance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1019, 2016.

PEIXOTO, Larissa Rangel et al. Antifungal activity, mode of action and anti-biofilm effects of Laurus nobilis Linnaeus essential oil against Candida spp. **Archives of oral biology**, v. 73, p. 179-185, 2017.

PERIS, Irene; BLÁZQUEZ, María Amparo. Comparative GC-MS analysis of bay leaf (Laurus nobilis L.) essential oils in commercial samples. **International journal of food properties**, v. 18, n. 4, p. 757-762, 2015.

REIS, Marinice Martins. **Influência dos sistemas nanoestruturados na fotoestabilidade e na atividade antioxidante dos compostos fenólicos eugenol, isoeugenol e dehidrodieugenol**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

RODRIGUES, Escarleth da C. R. et al. Development of a larvicidal nanoemulsion with Copaiba (Copaifera duckei) oleoresin. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, n. 6, p. 699-705, 2014.

ROSA, Lyvia Layanne Silva et al. Isoeugenol efficacy against Staphylococcus aureus. **Int. J. Dev. Res**, v. *9*, n. 10, p.30877-30879, 2019.

SHAFIQ, S. et al. Development and bioavailability assessment of ramipril nanoemulsion formulation. **European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics**, v. 66, n. 2, p. 227- 243, 2007.

SILVA, Leomara Andrade da et al. **Atividade antioxidante do óleo essencial de Myrcia sylvatica (G. Mey.) DC. por diferentes métodos de análises antioxidantes (ABTS, DPPH, FRAP, β-caroteno/ácido linoleico).** 2018.

SILVA, P. T. et al. Seasonal variation in the chemical composition and larvicidal activity against Aedes aegypti of essential oils from Vitex gardneriana Schauer. **South African Journal of Botany**, v. 124, p. 329-332, 2019.

SIMAS, Daniel LR et al. Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 15-26, 2017.

SMIRNOFF, Nicholas; CUMBES, Quinton J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. **Phytochemistry**, v. 28, n. 4, p. 1057-1060, 1989.

SOUSA, Cleyton Marcos de M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química nova**, v. 30, p. 351-355, 2007.

SUGUMAR, S. et al. Nanoemulsion of eucalyptus oil and its larvicidal activity against Culex quinquefasciatus. **Bulletin of entomological research**, v. 104, n. 3, p. 393-402, 2014.

SUNDARARAJAN, Raja; KODURU, Ravindranadh. In vitro antioxidant activity on roots of Limnophila heterophylla. **Free Radicals and Antioxidants**, v. 6, n. 2, p. 178-185, 2016.

SZERWIESKI, Laura L.D. et al. Uso de plantas medicinais por idosos da atenção primária. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, v. 19, p. a04, 2017.

TOHMA, Hatice et al. Antioxidant activity and phenolic compounds of ginger (Zingiber officinale Rosc.) determined by HPLC-MS/MS. **Food measure**, n. 11, p. 556-566, 2017.

TOMAR, Oktay et al. Composition and antibacterial effects of laurel (Laurus nobilis L.) leaves essential oil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 23, n. 2, p. 414-421, 2020.

WOJTUNIK, Karolina A.; CIESLA, Lukasz M.; WAKSMUNDZKA-HAJNOS, Monika. Model studies on the antioxidant activity of common terpenoid constituents of essential oils by means of the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 62, n. 37, p. 9088-9094, 2014.

AQUAPONIA: UMA TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL DESTINADA À PRODUÇÃO DE PEIXES E VEGETAIS

AQUAPONICS: A SUSTAINABLE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF FISH AND VEGETABLES

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-26

Joana Paula de Souza Cornélio [1]

[1] Doutora em Ciência Animal. Engenheira de pesca e florestal. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

RESUMO

A aquaponia é uma modalidade de produção de alimentos que envolvem a integração entre a aquicultura e a hidroponia num sistema de recirculação de água e nutrientes, sendo um dos métodos utilizados para a redução de impactos ambientais por ser um sistema que integra o melhor da aquicultura e da hidroponia. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas, mediante uma revisão bibliográfica, que avaliaram o uso de sistemas aquapônicos como uma alternativa sustentável de tecnologia para a produção de peixes e vegetais, identificando as vantagens, as espécies de peixes e vegetais utilizados e avanços na tecnologia. Os resultados demonstraram que o desenvolvimento e uso de sistemas aquapônicos vêm sidos amplamente testados nos últimos sete anos. Este sistema tem demonstrado resultados promissores no que diz respeito à produção de peixes e vegetais em um mesmo espaço, com diminuição da incidência de produtos químicos e, consequentemente, com maior potencial em atingir consumidores de produtos orgânicos. Além disso, a reutilização total da água evita seu desperdício. Outra vantagem é que o volume de água necessário para um sistema de aquaponia é muito baixo se comparado aos sistemas tradicionais de agricultura e aquicultura. A revisão demonstrou que a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais utilizada em sistemas aquapônicos. Já o tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais utilizada nesse sistema por apresentar características favoráveis para o cultivo. Com relação à produção de vegetais a alface foi a mais utilizada nos estudos citados.

Palavras-chave: Aquicultura. Hidroponia. Recirculação. Tambaqui. Tilápia.

ABSTRACT

Aquaponics is a food production modality that involves the integration between aquaculture and hydroponics in a water and nutrient recirculation system, being one of the methods used to reduce environmental impacts because it is a system that integrates the best of aquaculture and of hydroponics. Thus, the objective of this study was to evaluate the state of the art of research, through a bibliographic review, which evaluated the use of aquaponic systems as a sustainable alternative technology for the production of fish and vegetables, identifying the advantages, species of fish and vegetables used and advances in technology. The results showed that the development and use of aquaponic systems have been extensively tested in the last seven years. This system has shown promising results with regard to the production of vegetables and fish in the same space, with a reduction in the incidence of chemical products and, consequently, with greater potential to reach consumers of organic products. In addition, the total reuse of water prevents its waste. Another advantage is that the volume of water needed for an aquaponics system is very low compared to traditional farming and aquaculture systems. The review showed that Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the most used species in aquaponic systems. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is the native species most used in this system because it has favorable characteristics for cultivation. Regarding the production of vegetables, lettuce was the most used in the cited studies.

Keywords: Aquaculture. Hydroponics. Recirculation. Tambaqui. Tilápia.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial destaca-se como uns dos principais entraves na manutenção dos alimentos no mundo, uma vez que o aumento da poluição e a diminuição dos recursos naturais causam impactos ao meio ambiente, tornando elementos como água e os nutrientes cada vez mais escassos na natureza, consequentemente, levando a redução na produção (MANCOSU et al., 2015; DIJKGRAAF; GODDEK; KESSMAN, 2019).

O alto potencial do Brasil na aquicultura, associado à produção sustentável, reflete a necessidade da organização da produção dentro de uma perspectiva e coeficiente, a fim de atender tanto a comercialização e a exportação em grande escala quanto à preservação do meio ambiente. Isso leva à necessidade de inovar cada vez mais as técnicas vinculadas à produção de organismos aquáticos (HUNDLEY et al., 2013).

Dessa forma, a aquapônia surge como uma alternativa de intensificação da produção de maneira sustentável, sendo uma técnica inovadora, pois consiste na produção de alimentos com baixo consumo de água e alto aproveitamento do resíduo orgânico gerado, sendo a alternativa de produção de peixes e vegetais menos impactante ao meio ambiente (TYSON; TREADWELL & SIMONNE, 2011; SILVA et al., 2021). A aquaponia é uma alternativa para a produção de alimentos próximos aos centros urbanos (LOVE et al., 2015) visto que a produção integrada de peixes e plantas requer menos terra do que os cultivos convencionais isoladamente (RAKOCY, 2006).

Além disso, Pazetto (2022, p.7) afirma que o sistema aquapônico pode ser utilizado para implementação de renda de pequenas comunidades de agricultores por ser um sistema que produz além de peixes, vegetais hidropônicos, elevando a dieta e o rendimento familiar. Apesar de o termo ser relativamente novo no Brasil, trata-se de tecnologia testada e validada em vários países nos últimos 20 anos e, hoje, comprovadamente viável do ponto de vista econômico e técnico (GRABER; JUNGE, 2009).

As vantagens da Aquaponia incluem o prolongado reuso da água e a integração dos sistemas de produção de organismos aquáticos e plantas, que permitem uma diminuição dos custos (PAZETTO, 2022), rendimento vegetal superior ao cultivo em solo

em diversos parâmetros (BRAZ, 2010; JUNGE 2008), e complementação de renda para propriedades rurais e pequenas comunidades.

Deste modo, o objetivo desse estudo foi avaliar o estado da arte das pesquisas que avaliaram o uso de sistemas aquapônicos como uma alternativa sustentável de tecnologia para a produção de vegetais e peixes, identificando as vantagens, as espécies de peixes e vegetais utilizados e avanços na tecnologia.

O estudo trata-se de uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com característica exploratória por ter sido desenvolvida com o objetivo de proporcionar uma visão geral acerca da temática e maior familiaridade com a mesma (PEREIRA et al., 2018). A pesquisa bibliográfica envolveu o levantamento de informações que relatassem sobre aspectos relacionados ao uso de sistemas aquapônicos como uma alternativa para a produção de vegetais e peixes no Brasil, buscando-se artigos científicos nas principais bases de dados (Scielo e Scopus), além da ferramenta do Google Acadêmico, assim como livros, teses e dissertações gratuitos disponíveis de forma digital, que encontram em formato completo. Entre os periódicos da área, selecionamos os publicados no período de 2015 a 2022 (n=7).

Para dimensionar a pesquisa, as palavras-chave utilizadas, em diferentes combinações, foram: aquaponia, produção de vegetais, piscicultura, crise hídrica, sustentabilidade e tecnologia. O período das buscas foi entre os meses de janeiro a março de 2022.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. AQUAPONIA: DEFINIÇÃO E USO NO BRASIL

A aquaponia é uma modalidade de cultivo de alimentos que envolve a integração entre a aquicultura e a hidroponia em sistemas de recirculação de água e nutrientes. Além disso, a aquaponia apresenta-se como alternativa real para a produção de alimentos de maneira menos impactante ao meio ambiente devido a suas características de sustentabilidade (DIVER, 2006; MATEUS, 2009; HUNDLEY, 2013). Assim, dentro deste contexto sustentável, pequenos produtores podem produzir peixes e hortaliças utilizando-se de tambores e caixas de água, por exemplo (DIVER, 2006).

Apesar de a literatura acadêmica brasileira ser escassa sobre a aquaponia, há literatura abundante no exterior sobre o assunto, com destaque para países como Austrália, Estados Unidos, Israel e México. Observa-se que os países citados têm sérias dificuldades coma oferta de água, o que os obriga a buscar alternativas viáveis para a produção de alimentos com o máximo aproveitamento de água (Hundley, 2013). A aquaponia tem sido predominantemente difundida por todo o mundo através de produtores em escala domiciliar, sendo por muitos referidos como "Backyard Aquaponics", termo em inglês para "Aquaponia de Quintal" (HERBERT; HERBERT, 2008; HUNDLEY et al., 2013).

2.2. PESQUISAS COM O USO DA AQUAPONIA

A partir do levantamento realizado foram analisados sete trabalhos sobre o tema proposto, elencados a seguir:

Araújo (2015, p. 35) avaliou o desempenho zootécnico de espécies nativas de peixes em sistema de aquaponia com o objetivo de determinar a quantidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) do sistema e encontrar a relação ideal entre a taxa de alimentação dos peixes e área de crescimento das plantas.

No primeiro estudo, onde o autor utilizou piava (*Leoporinus obtusidens*) com peso de 83 ± 3,8g utilizando alface lisa (*Lactuca ativa*) e biri (*Canna indica*) nas camas com substrato, aproximadamente 10% de N e 11% de P da entrada da alimentação foram incorporados por *L. obtusidens*. O sequestro de nutrientes *de L. sativa* foi 3,7% para N e 4,3% para P e para *C.indica* foi 5,6% para N e 8% para P, com diferença significativa ($p<0,05$) apenas para o sequestro de P, entre os tratamentos.

Já no segundo estudo, Araújo (2015, p.54) estocou diferentes biomassas de juvenis de *Rhamdia quelen* em tanques, enquanto *Solanum lycopersicum*, var. cerasiforme foram alocados nas camas com substrato. Os tratamentos T7, T12 e T18, foram utilizados de acordo com a quantidade diferente de ração ofertada aos peixes (7; 12 e 18g). Ao final do estudo a produtividade de tomate- cereja foi avaliada, tendo sido registrada diferença signicativa ($p< 0,05$) apenas entre T7 e T12 na massa úmida final de frutos, e neste caso, T12 apresentou melhor relação entre peixes e plantas.

Lima (2016, p.22) ao avaliar o sistema aquapônico de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) consorciadas com alface (*Lactuca sativa* cv. Brunela) para

verificar a eficiência dos ajustes de densidade de estocagem dos peixes para melhor produção vegetal, verificou que o sistema aquapônico demonstrou ser eficiente no que diz respeito ao reaproveitamento da água da piscicultura.

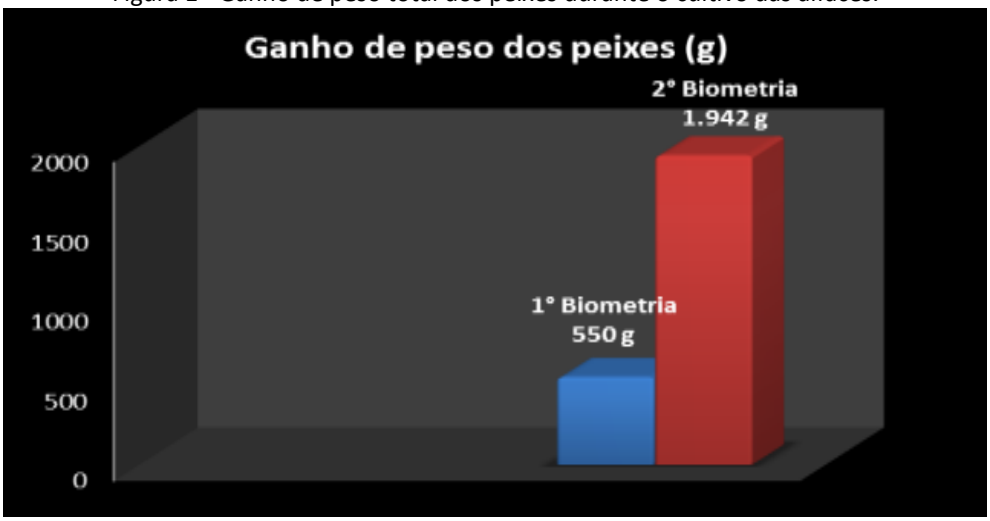
Além disso, o autor constatou que a densidade de estocagem de peixes influenciou o desenvolvimento das plantas, uma vez que maiores densidades geraram maior quantidade de resíduos na água e consequentemente maior aporte de nutrientes para as plantas de alface Brunela . Todavia, densidades de 90 peixes/1000L elevaram a eutrofização do sistema, especialmente os níveis de amônia e nitrito.

Com o sistema aquapônico utilizado as plantas não atingiram peso comercial, em virtude do funcionamento tardio do biofiltro, além da temperatura no interior da estufa, ter estimulado o pendoamento precoce das hortaliças, entretanto para a produção de tilápias do Nilo, na fase juvenil (25-100g), os resultados mostraram-se satisfatórios, obtendo um bom rendimento dos peixes. O autor afirma que outros estudos são necessários para comprovar a eficiência do biofiltro, além de outras estratégias para tentar 39 diminuir os teores de amônia e nitrito na água, tornando o sistema aquapônico uma alternativa sustentável para agricultura familiar.

Já Carvalho et al. (2017, p.80) avaliaram a produtividade da aquaponia entre Tilápia do Nilo (peso inicial médio ± 20g) e alface comparada com a hidroponia convencional, visando à adaptação desse sistema em pequenas horticulturas. A alface utilizada foi Lactuta sativa cv. Cristina que foram distribuídas nos dois tratamentos, onde T1 = aquaponia e T2 = hidroponia convencional. A avaliação dos peixes ocorreu no término do cultivo das alfaces, onde foram analisados os seguintes parâmetros: ganho médio diário (GMD), viabilidade (VI) e ganho de peso (GP). A avaliação da produtividade das alfaces ocorreu aos 30 e 60 dias de cultivo.

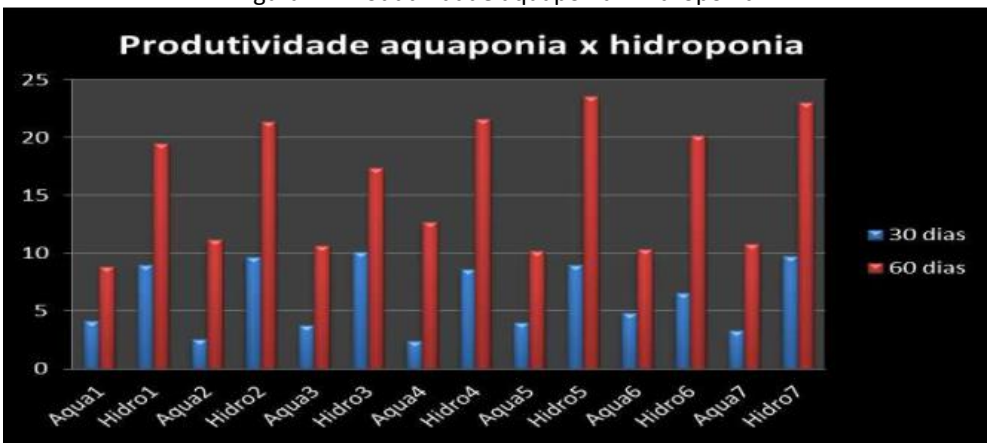
O ganho de peso (Figura 1) dos peixes durante os cultivos teve uma tendência regular, já a produtividade (Figura 2) e a coloração das plantas (Figura 3) da aquaponia nos 30 dias e 60 dias foram inferiores a hidroponia. A aquaponia aos 60 dias obteve resultados consideráveis em relação à hidroponia aos 30 dias. A qualidade da água de cultivo na aquaponia foi fundamental para ambos os cultivos.

Figura 1 - Ganho de peso total dos peixes durante o cultivo das alfaces.



Fonte: Carvalho et al. (2017)

Figura 2 - Produtividade aquaponia x hidroponia



Fonte: Carvalho et al. (2017)

Figura 3 - Diferença na coloração das plantas, onde (A) representa o tratamento hidropônico e (B) o tratamento aquapônico



Fonte: Carvalho et al. (2017)

Hoshina (2019, p.13) avaliou o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 2018) e cultivares de jambu (*Acmella oleracea*) e

alface (*Lactuca sativa*), em sistemas de cultivo NFT (Técnica do Fluxo de Nutrientes) composto por setor de cultivo de peixes, vegetais e tratamento de água, onde analisou os seguintes parâmetros produtivos dos peixes: Peso médio inicial, Peso médio final; ganho de peso médio; ganho de biomassa total; conversão alimentar aparente; produtividade e sobrevivência. O comprimento total e o peso do peixe foram correlacionados pela equação potencial Y= a*xb avaliada pelo coeficiente de Pearson (r). Já para as plantas, foram analisados os mesmos parâmetros, exceto conversão alimentar.

Ao final do experimento o a que a produtividade média para os peixes foi de 3,63 kg/m^3 (Tabela 1). Quanto para as plantas de jambu com 0,878 kg/m^2 e a alface com 0,658 kg/m^2 (Tabelas 2 e 3). O autor conclui que com esse sistema é possível produzir alimento de duas culturas distintas na mesma água, produzindo proteína de alto valor nutricional, peixes e hortaliças de qualidade, sem uso de pesticidas ou fertilizantes químicos, visando a diminuição do impacto ambiental, diminuindo os custos através dos benefícios da interação entre essas duas culturas.

Tabela 1. Valores dos indicadores de desempenho zootécnico

Parâmetros produtivos	
Peso médio inicial (g)	22,5 ± 2,16
Peso médio final (g)	100,8 ± 14,10
Ganho de peso médio (g)	7,83 ± 7,16
Ganho de biomassa total (g)	2818,8 ± 257,63
Produtividade (kg/m^3)	3,63 ± 1,09
Conversão alimentar	1,5 ± 0,2
Sobrevivência	100%

Fonte: Adaptado de Hoshina (2019)

Tabela 2. Parâmetros de desempenho produtivo do jambu (*A. olleracea*)

Parâmetros produtivos	**Vegetais**
	Jambu
Peso médio inicial (g)	6,53 ± 1,82
Peso médio final (g)	82,95 ± 27,63
Ganho de peso médio (g)	76,42 ± 49,41
Ganho de biomassa total (g)	10545,53 ± 6819,74
Produtividade (kg/m^2)	953,88 ± 621,40
Sobrevivência	100%

Fonte: Adaptado de Hoshina (2019)

Tabela 3. Parâmetros de desempenho produtivo da alface (*Lactuca sativa*)

Parâmetros produtivos	Vegetais
	Alface
Peso médio inicial (g)	10,31 ± 2,97
Peso médio final (g)	67,55 ± 27,01
Ganho de peso médio (g)	57,24 ± 33,18
Ganho de biomassa total (g)	7898,90 ± 4579,26
Produtividade (kg/m^2)	658,24 ± 381,60
Sobrevivência	100%

Fonte: Adaptado de Hoshina (2019)

Silva et al. (2020, p.7) ao avaliarem o crescimento do tambaqui (Colossoma macropomum) associado à hidroponia durante um período de 110 dias, quanto ao ganho de peso, a conversão alimentar e a sobrevivência dos peixes, encontraram comprimento e peso final de 15,5 ± 1,09 cm e 67,78 ± 13,86 g, respectivamente, na densidade de 50 peixes m^{-3}. O consumo de ração total foi de 7,0 kg, a conversão alimentar foi de 1,8 e a biomassa final foi de 3,86 kg m^{-3}. A sobrevivência foi de 100%.

A qualidade da água se manteve ideal para o desenvolvimento do tambaqui. Em relação à planta, no período de 40 dias, a quantidade de nutrientes produzidos a partir dos resíduos da água de criação na fase de alevinagem não foi satisfatória para o desenvolvimento da alface.

Os autores afirmam que o sistema de aquaponia pode assegurar um desenvolvimento sustentável na criação do tambaqui nas fases de alevinagem e recria em relação à qualidade da água e desempenho, entretanto, em relação à alface um maior aporte de nutrientes deverá ser suplementado para assegurar um bom desenvolvimento das plantas.

Em outro estudo, Contini et al. (2020, p.42) avaliaram o crescimento de tilápias criadas com reutilização de água e a adaptação de hortaliças ao sistema de aquaponia com a criação de tilápias conjugada com a produção de agrião (*Nasturtium officinale*), alface (*Lactuca sativa*) e cebolinha (*Allium fistulosum*). Estas espécies vegetais foram também cultivadas em canteiros de terra.

Conforme os autores, os resultados mostraram que a criação de peixes e o cultivo de vegetais podem ser conjugados em um único sistema, capaz de oferecer bons resultados. A aquaponia mostrou ser um ambiente mais vantajoso à produção de agrião e cebolinha, chegando a produzir mais de 75% quando comparado a canteiros de terra

(Tabela 4). Tilápias criadas em viveiros desse sistema podem alcançar taxa de crescimento diário de 0,06 cm dia-1, desde que feito o arraçoamento correto.

Belintano et al. (2020, p.3), ao acompanharem a qualidade de água e o desempenho produtivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em sistema aquapônico em escada, consorciada com Alface-Crespa (*Lactuca sativa* var. crispa), constataram que os resultados, quando comparados aos recomendados pela literatura, superaram a expectativa de crescimento e ganho de peso dos peixes com biomassa inicial de 1.500g/m3 e biomassa final de 9.856g/ m3, tendo o peso médio inicial de 50g e final de 352g, com consumo médio de ração 945g/peixe e 2,68 de conversão alimentar (Tabela 4).

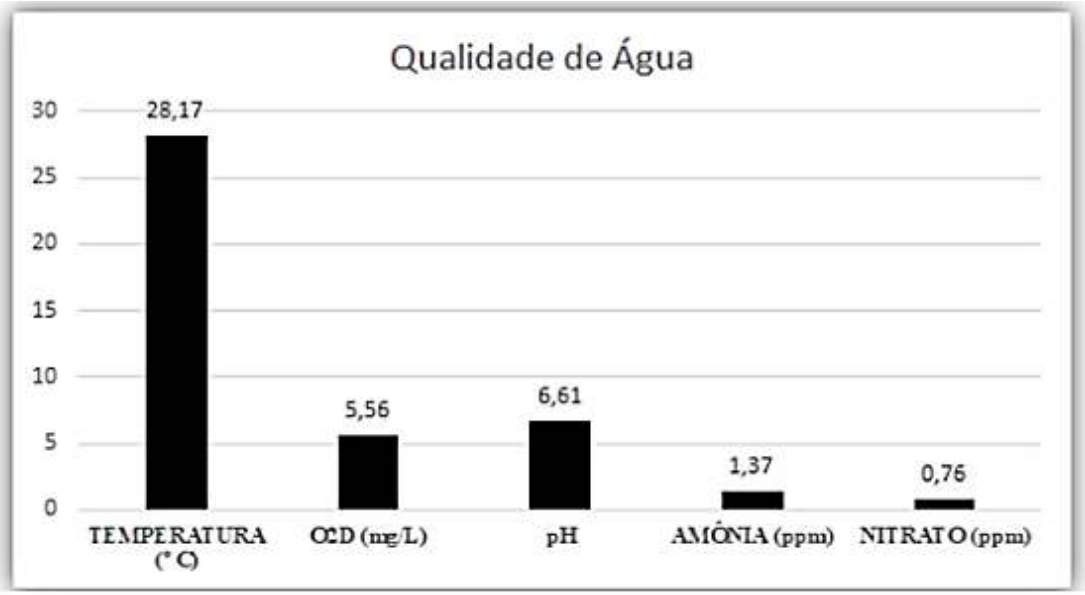
Tabela 4. Desempenho produtivo de tilápias em sistema de aquaponia

Parâmetros de desempenho	
Sobrevivência (%)	88,88
Peso médio inicial (g/peixe)	50
Biomassa inicial (g/tanque)	1500
Peso médio final (g/peixe)	352
Biomassa final (g/tanque)	9,856
Ganho de peso médio diário (g/dia)	3,36
Consumo médio de ração (g/peixe)	945
Conversão alimentar aparente	2,68

Fonte: Belintano et al .(2020)

Os autores observaram que os parâmetros de qualidade de água (Figura 7) durante o período de início e multiplicação da ação das bactérias nitrificadoras de amônia apresentaram variações, que podem ter relação com o percentual de 11,12% de mortalidade dos alevinos. Após este período os resultados obtidos foram satisfatórios e corresponderam ao esperado comprovando que o sistema de aquaponia em escadas apresenta diversos benefícios e requer conhecimento técnico para resultados satisfatórios, sendo uma alternativa viável de cultivo e manejo da aquaponia no Brasil.

Figura 7 - Média de qualidade de água durante o período de criação



Fonte: Belintano et al .(2020)

Na pesquisa realizada por Silva et al.(2021, p.52) foi investigado se a hortelã vergamota (Menta X piperita var citrata) controla a infestação de monogenóides em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), através do exsudado de suas raízes, em sistema de aquaponia e os efeitos dessa integração sobre os parâmetros de qualidade da água e desenvolvimento ponderal dos peixes.

Os autores utilizaram três tratamentos com quatro repetições, durante 45 dias, sendo eles: aquaponia com alface como placebo, (*Lactuca sativa*. CA), aquaponia com hortelã vergamota (M. X piperita var citrata, CH) e cultivo de peixes sem plantas (SP), mantendo-se a qualidade da água adequada ao conforto para os peixes.

Segundo Silva et al.(2021, p. 54) os resultados demonstraram que nos tratamentos CA e CH, houve significativo incremento no peso médio dos peixes e manutenção da qualidade da água para amônia (0,44mg/L = CA; 0,38mg/L = CH e 1,25mg/L = SP; $p<0,05$) e pH (6,86 = CA; 6,80 = CH e 5,64 = SP; $p<0,05$). Os índices parasitológicos não diferiram estatisticamente entre os tratamentos.

Os mesmos concluíram que as plantas contribuem para o desempenho dos animais através do controle da qualidade da água. Todavia, não foi possível concluir que o exsudado das raízes da hortelã pode controlar a população de monogenóides em tilápias.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo dos estudos relatados nesta revisão, podemos inferir que o desenvolvimento e uso de sistemas aquapônicos vêm sido amplamente testados nos últimos sete anos. Pesquisadores e estudantes de diferentes instituições e universidades vêm realizando ensaios experimentais, difundindo o assunto, o conhecimento e aprimorando os sistemas aquapônicos. Este sistema tem demonstrado resultados promissores no que diz respeito à produção de vegetais e peixes em um mesmo espaço, com diminuição da incidência de produtos químicos e, consequentemente, com maior potencial em atingir consumidores de produtos orgânicos. Além disso, a reutilização total da água evita seu desperdício e diminui drasticamente, ou até elimina, a liberação do efluente no meio ambiente. Outra vantagem é que o volume de água necessário para um sistema de aquaponia é muito baixo se comparado aos sistemas tradicionais de agricultura e aquicultura.

A revisão demonstrou que a tilápia do Nilo é a espécie mais utilizada em sistemas aquapônicos, provavelmente por ser um peixe resistente, bastante rústico, com boa conversão alimentar, por tolerar altas densidades de estocagem, ter pacote tecnológico de cultivo, de reprodução, de melhoramento e de nutrição avançados e difundidos por todo o mundo, além de ter um bom preço comercial (MARENGONI, 2006). Já o tambaqui é a espécie nativa mais utilizada nesse sistema por apresentar características favoráveis para o cultivo. Vale ressaltar que a Tilápia do Nilo (espécie exótica) e tambaqui (espécie nativa) são as espécies mais cultivadas pela piscicultura no Brasil. Com relação à produção de vegetais a alface foi a mais utilizada nos estudos citados. As espécies vegetais adaptadas à hidroponia são sempre recomendadas à aquaponia, uma vez que a maioria delas tolera altos teores de água em suas raízes e oscilações nos teores de nutrientes dissolvidos na solução nutritiva sem apresentar graves sintomas de deficiência nutricional para a planta (CARNEIRO et al., 2015).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.F. **Integração de plantas com espécies nativas de peixes em sistema de aquaponia**. 2015. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós - graduação em aquicultura, Florianópolis, 2015.

BELINTANO, A. L.O.; KREUTZ, F.I.; MESSIAS, E.A.; IBANHEZ, J.R.; FERREIRA, M.W.; GUILHERME, D.O. Sistema de aquaponia em escada: estudo de caso. **PUBVET**, v.14, n.1, p.1-9, 2020.

BRAZ FILHO, M. S. P.; PSILLAKIS, C., YOSHIZUMI, M. **Agroindústria de processados**. São Roque: 2010.

CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; NUNES, M. U. C.; FUJIMOTO, R. (2015). **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

CARVALHO, A.R.; BRUM, O.B.; CHIMÓIA, E.P.; FIGUEIRÓ, E.A.G. Avaliação da produtividade da aquaponia comparada com a hidroponia convencional. **Rev. Vivência**. v.13, n.24, p.79-91, 2017.

CONTINI, G.G.; BELO, L.R.; BRANQUINHO, R.G. Produção consorciada de tilápias e vegetais em sistema de aquaponia. **Agropecuária Técnica**, v. 41, n. 1-2, p. 41–46, 2020.

DIJKGRAAD, K. H.; GODDEK, S.; KEESMAN, K. J. Modeling innovative aquaponics farming in Kenya. **Aquaculture International**, v. 27, p. 1395-1422, may. 2019.

GRABER, A.; JUNGE, R. Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. **Desalination**, p.147-156, 2009.

HOSHINA, T.N. **Manejo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em sistema aquapônico: manejo de tambaqui em sistema aquapônico**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Pesca, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

JUNGE, R.; et al., Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. **ZHAW Zurich University of Applied Sciences**, Institute for Natural Resource Sciences Gruental, Waedenswil, Switzerland. 2008.

LIMA, A.S. 2016. **Aproveitamento do Efluente Oriundo da Criação de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) em Sistema Aquapônico para Produção de Alface (*Lactuca sativa* cv. Brunela).** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação Stricto

Sensu em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.

MANCOSU, N.; SNYDER, R. L.; KYRIAKAKIS, G.; SPANO, D. Water scarcity and future Challenges for food production. **Water**, v. 7, p. 975-992, 2015.

PAZETTO, M. F. **Implementação de um sistema de cultivo aquapônico de pequena escala em um sistema agroflorestal**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura -Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2022.

RAKOCY, J. E., MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. **SRAC**, v.454, p.1-16, 2006.

SILVA, T.; SILVA, R.; PINTO, F.; SILVA-MATOS, R.; CORDEIRO, K.; PEREIRA, A.; FREITAS, J.; LOPES, J. Criação de tambaqui associado à hidroponia em sistema de recirculação de água. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1-18, 2020.

SILVA, T.A.; MONTENEGRO, A.R; GUEDES, M.V. M; MADEIRA, G.M; BONILLA, O.H; SANTOS, E.S; SALMITO-VANDERLEY, C.S.B. Comparação do efeito do exsudato da raiz de alface e da Hortelã vergamota sobre o desenvolvimento de tilápia do Nilo e população de parasitas em sistema de aquaponia. **Ciência Animal**, v.31, n.2, p.50-59, 2021.

TYSON, R. V., TREADWELL, D. D.; SIMONNE, E. H. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems. **HortTechnology**., v 21, n.1, p. 6-13, 2011.

INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR E CONFIRMATÓRIA DE ANTIGO LIXÃO EM UM MUNICÍPIO DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS CONSIDERANDO OS PRECEITOS TEÓRICO-PRÁTICOS DA DIRETRIZ TÉCNICA Nº. 07/2017 - FEPAM

PRELIMINARY AND CONFIRMATORY INVESTIGATION OF AN OLD DUMPSITE IN A MUNICIPALITY OF THE MISSIONS REGION/RS CONSIDERING THE THEORETICAL AND PRACTICAL PRECEPTS OF THE TECHNICAL GUIDELINE Nº. 07/2017 – FEPAM

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-27

Jaqueline Steffler Leobett [1]
Mônica Parreira [2]
Alcione Aparecida de Almeida Alves [3]

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Cerro Largo
[2] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Cerro Largo
[3] Doutora em Engenharia Ambiental. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Cerro Largo

RESUMO

Com a publicação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) instituída por meio da Lei Federal N° 12.305/2010 foi estipulado o encerramento de lixões visando a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU), enquanto que a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) preconizou a atividade de remediação de áreas degradadas pela disposição de resíduos sólidos urbanos, resíduos da construção civil e resíduos dos serviços de saúde por meio da Diretriz Técnica Nº 07/2017. Desta forma, além do cuidado quanto à destinação dos resíduos sólidos, deve-se dispor de atenção às fases preliminares da remediação da área degradada. Assim, o presente trabalho buscou analisar possível contaminação na área do antigo lixão situado em um município da Região das Missões do Rio Grande do Sul considerando as etapas de Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada, bem como a definição de possível recuperação da área. Os resultados obtidos indicaram uma provável contaminação do solo, assim como, o processo de atenuação natural monitorada é apresentado como uma alternativa viável à recuperação da área degradada.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Recuperação de área degradada. Atenuação natural monitorada.

ABSTRACT

With the publication of the National Solid Waste Policy (PNRS) established through Federal Law No. 12.305/2010 it was stipulated the closure of dumps with a view to the proper disposal of municipal solid waste (MSW), while the State Foundation for Environmental Protection (FEPAM) advocated the activity of remediation of degraded areas by the disposal of municipal solid waste, construction waste and health service waste through Technical Guideline No. 07/2017. Thus, in addition to the care for the disposal of solid waste, attention should be paid to the preliminary stages of remediation of the degraded area. Thus, this work sought to analyze the possible contamination in the area

of the former landfill located in a city of the Missions Region of Rio Grande do Sul, considering the phases of Preliminary Assessment, Confirmatory Investigation and Detailed Investigation, as well as the definition of possible recovery of the area. The results obtained indicated a probable contamination of the soil, as well as, the monitored natural attenuation process is presented as a viable alternative to the recovery of the degraded area.

Keywords: Municipal solid waste. Degraded area recovery. Monitored natural attenuation.

1. INTRODUÇÃO

Em consequência do elevado volume de resíduos sólidos gerado pela população, a destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos, tornou-se atualmente um dos principais problemas de qualidade ambiental no Brasil. Diante disso, faz-se necessário promover uma gestão adequada da disposição dos resíduos, com o intuito de prevenir e reduzir os efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde pública (RESENDE; PINTO, 2013).

De acordo com Gomes et al. (2019) “muitos são os impactos ocasionados pela destinação inadequada dos resíduos sólidos, podendo-se elencar a poluição dos recursos hídricos, solo, ar, e ainda a proliferação de vetores que causam doenças como, ratos, moscas entre vários outros”. Em sua pesquisa de caracterização de impactos ambientais em lixões a céus aberto, encontraram por meio de diagnóstico, os seguintes impactos: aumento dos processos erosivos do solo, compactação do solo, proliferação de micro e macro vetores (Gomes et.al, 2019, *apud* Silva et.al, 2012).

A recuperação de uma área degradada por deposição incorreta de resíduos, teoricamente envolve a remoção total dos mesmos, com consequente transporte para um aterro sanitário. No entanto, ações desse porte acabam por inviabilizar economicamente o processo devido a seus elevados custos. Como forma de minimizar os impactos gerados adotam-se soluções viáveis, aplicando-se o conceito de remediação, o qual segundo a Resolução CONAMA Nº 420/2009, é definido como uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes.

Dessa forma, o município de Cerro Largo/RS conta com uma área de antigo lixão, na qual foram realizados estudos acerca da provável contaminação do solo, bem como os possíveis contaminantes presentes no local, por fim fez-se a análise da técnica de

remediação empregada, através de estudos sobre a área, entrevistas no órgão municipal e inspeções de campo. Inicialmente fez-se a Avaliação Preliminar, em seguida, através da Investigação Confirmatória tem-se a confirmação da contaminação da área em estudo, bem como verificou-se a necessidade de realização de Investigação Detalhada.

2. AVALIAÇÃO PRELIMINAR

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2017), a Avaliação Preliminar tem como objetivo geral identificar fatos, evidências, indícios ou incertezas que levem a suspeitar da existência de contaminação nos compartimentos do meio ambiente, gerada a partir de fonte de contaminação primária localizada dentro dos limites da área em avaliação.

2.1. ESTUDO HISTÓRICO

A partir do levantamento de dados realizados junto ao órgão municipal e documentos existentes, inferiu-se que a implantação do lixão se deu em meados de 1954, sendo o mesmo locado em um antigo local de lavra de rocha (pedreira).

No período de 1954 a 2008/2011 eram enviados para o local resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviços de saúde, resíduos de construção civil, resíduos de poda de árvores, lodo de fossa séptica e resíduos industriais. Sabe-se ainda que, conforme relatado a deposição de resíduos urbanos, de construção civil e de podas, ocorreu, pois, no local já haviam valas, não havendo impermeabilização do local de deposição, nem a compactação dos resíduos.

Especificamente, no período de 1954 a 1988, aproximadamente 2 cargas diárias de resíduos eram depositadas no local e mensalmente realizava-se a cobertura do solo. De 1988 a 1993, o fluxo de resíduos enviados passou para 3 a 6 cargas diárias. Entre os anos 1991 a 1994 houveram incêndios no local. Em 1993, tiveram início as atividades da central de triagem de resíduos, realizada pela prefeitura municipal, onde cerca de 6 cargas diárias eram depositadas pelos caminhões, sendo assim, aproximadamente cinco toneladas de resíduos eram recicladas por mês.

Em 1998, os serviços de reciclagem e compostagem realizados pelos funcionários da prefeitura municipal foram encerrados. De 1998 a 2008, a cooperativa EcoVerde

realizou a triagem dos resíduos, sendo retirados os resíduos recicláveis para a agregação de valor.

Em 2008, o local do lixão foi interditado, porém ainda houve o envio de resíduos até o ano de 2010, estando ausente nesse período a triagem, reciclagem ou compostagem dos resíduos. No ano de 2016, os resíduos sólidos urbanos em conjunto com resíduos de podas passaram a ser destinados à central de tratamento de resíduos do município de Giruá/RS, pertencente à Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos (CRVR).

2.2. ESTUDO SOBRE O MEIO FÍSICO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), "o município onde o antigo lixão está localizado conta com o solo classificado em Latossolo Roxo Distrófico e Álico A, de textura argilosa e relevo ondulado". Mas também, os latossolos são profundos, bem drenados e com baixa capacidade de troca de cátions, com textura média ou mais fina (argilosa, muito argilosa) e, com mais frequência, são pouco férteis.

Os latossolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte A apresenta mais que 150 cm de espessura. Em que Horizonte B - solo latossólico, é um horizonte constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, argilominerais do tipo 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo (EMBRAPA, 2018).

O clima é definido como temperado, na classe mesotérmico brando - super úmido e sem seca (IBGE, 2002b). Destaca-se ainda que, a direção predominante dos ventos na rua Irmã Elizabete Gallas - Morro do Convento, é noroeste (N-E). O contexto hidrogeológico da área caracteriza-se como meio cristalino, área de pressão livre e como uma área de descarga.

2.3. INSPEÇÃO E RECONHECIMENTO DA ÁREA

A área em estudo está localizada na zona residencial do município. A mesma possui aproximadamente 39.425 m² de área total, contudo a área de deposição de resíduos compreende 16.307,29 m². Salienta-se que o volume de resíduos sólidos é de

200.000 m^3, possuindo profundidade de deposição de aproximadamente 6 m. Na Figura 1, é possível visualizar a demarcação da área total do empreendimento, bem como, a área de deposição dos resíduos e área adjacente, a qual compreende um raio de 500 m.

Figura 1 – Demarcação da área total, área adjacente e área de disposição de resíduos sólidos no ano de 2011



Fonte: Google Earth, 2021.

Identificou-se que a partir da área adjacente de 500 m é possível visualizar a presença de núcleos habitacionais. Como também, na área do entorno do antigo lixão, considerando a distância mínima entre as divisas de 500 m, há a presença de áreas de preservação permanente (APP), zona de recarga de aquíferos e aquíferos utilizados para abastecimento, corpos hídricos, residências, Universidade Federal da Fronteira Sul, Unidade Seminário.

Destaca-se que no momento atual (2021) não estão sendo realizadas atividades de deposição de resíduos, contudo ainda se identificou a presença de resíduos plásticos, derivados de petróleo, bem como a deposição de resíduos de construção civil próximo a entrada do empreendimento, conforme visualiza-se na Fotografias a seguir.

Fotografia 1 – Resíduos de construção civil



Fonte: Autoria própria, 2021.

Fotografia 2- Resíduo de vestuário



Fonte: Autoria própria, 2021.

Fotografia 3 – Resíduo de derivado de petróleo



Fonte: Autoria própria, 2021

Fotografia 4 – Resíduo plástico



Fonte: Autoria própria, 2021

Como forma de identificar a área, bem como visualizar as mudanças ao longo do tempo, buscou-se imagens aéreas do local em estudo, cujos intervalos temporais datam-se dos anos 2011 e 2021, as quais foram obtidas através do *software* Google Earth Pro. A partir das Figuras 2 e 3 identificou-se que que ao decorrer dos anos ocorreram alterações da área, e ao compará-las, notou-se uma alteração significativa da cobertura vegetal, que passa a ser mais evidente, melhorando a aparência do local, promovendo uma maior cobertura do solo.

Figura 2 – Área de disposição de resíduos sólidos urbanos no ano de 2011



Fonte: Google Earth, 2011.

Figura 3 – Área de disposição de resíduos sólidos urbanos no ano de 2021



Fonte: Google Earth, 2021.

3. INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA

A etapa de Investigação confirmatória foi realizada após a etapa de Avaliação Preliminar. Tem como objetivo assegurar a existência ou ausência da presença de contaminação nas áreas suspeitas de contaminação (AS) sendo elas definidas de acordo com a CETESB (2001), como aquelas nas quais durante a realização da etapa de Avaliação Preliminar foram observadas falhas no projeto, problemas na forma de construção, manutenção ou operação do empreendimento, indícios ou constatação de vazamentos e outros. Essas constatações induzem a suspeitar da presença de contaminação no solo e nas águas subterrâneas e/ou em outros compartimentos do meio ambiente.

3.1. IDENTIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS E SISTEMAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Os sistemas de proteção ambiental que estão contidos no local são área de preservação permanente (APP), a qual está vinculada a nascente, o declive do terreno (supressão de rocha) e a área de recarga de aquífero, informações essas obtidas na etapa de Avaliação Preliminar.

Para além disso, o corpo hídrico mais próximo do empreendimento é uma sanga, a qual não é nomeada, localizada a aproximadamente 296,35 m do limite do empreendimento, pertencente à bacia hidrográfica do Ijuí e Sub-Bacia do Arroio

Encantado. Mas também, há olhos d'água (nascentes) presentes próximos ao empreendimento. Na Figura 4 é possível visualizar a localização dos corpos hídricos.

Figura 4 – Localização dos corpos hídricos



Fonte: Moscon, 2020.

Em relação ao monitoramento de águas subterrâneas, é de conhecimento que o mesmo não é realizado no local devido à ausência de poços de monitoramento, no entanto, a FEPAM solicitou a instalação. A vista disso, de acordo com Moscon (2020), realizaram-se estudos para a implantação desses poços, considerando a direção geral do fluxo da água subterrânea que se dá do Noroeste (NW) para o Sudeste (SE) do empreendimento, a hidrogeologia da área e as condições de acesso para a instalação dos poços. No Quadro 1, encontram-se dispostas as coordenadas geográficas para os pontos de instalação.

Quadro 1 – Coordenadas geográficas dos pontos de instalação dos poços de monitoramento

Poço de monitoramento	Latitude	Longitude
1 (montante)	28º09'17,983"S	54º44'37,356"W
2 (jusante)	28º09'23,752"S	54º44'41,219"W
3 (jusante)	28º09'24,415"S	54º44'35,441"W
4 (jusante)	28º09'22,402"S	54º44'35,435"W

Fonte: Moscon, 2020.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE SITUAÇÃO DE PERIGO

Na área em estudo foram constatadas situações de perigo, em que se elencam a presença de uma estrada aberta, com acesso livre a área de deposição de resíduos. A

cerca que delimitava o empreendimento havia sido furtada. Ademais, era um local de deposição de construção civil, com resíduos de fármacos, possivelmente tóxicos. Além do que, detinham locais em que apresentavam vazamento de lixiviado em alguns pontos dos taludes.

O local apresentava risco de recalque e desabamento, com a ocorrência de erosão laminar e a formação de sulcos, ressalta-se ainda que os resíduos foram depositados em uma antiga pedreira e sobre uma encosta ao lado desta. Os taludes gerados sobre a encosta são íngremes e sem qualquer estabilização geotécnica.

A vala fora feita a partir da supressão das rochas, os resíduos foram dispostos sem preocupação de confinamento, não havendo impermeabilização seja na parte inferior da disposição de resíduos como na parte superior. Na Fotografias 5 e 6 a seguir é possível identificar os resíduos no perfil do solo.

Fotografia 5 – Resíduos no perfil do solo



Fonte: Autoria própria, 2021.

Fotografia 6 – Resíduos no perfil do solo



Fonte: Autoria própria, 2021.

Verificou-se a ocorrência de trincas transversais no topo dos taludes, bem como, danos à fauna e flora, pois algum animal que adentre o local pode se ferir com os resíduos ainda espalhados pela encosta e na base dos taludes.

Em relação às situações de perigo elencadas foram desencadeadas medidas emergenciais como forma de minimizar possíveis danos e acidentes. Dessa forma, adotaram-se medidas de contenção da área (cercamento) no ano de 2017, inativação da área no ano de 2016, o fechamento de estradas, e o realocamento da deposição dos resíduos para o aterro sanitário de Giruá (CRVR).

3.3. AMOSTRAGEM DO SOLO

Segundo a CETESB (2001), para áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas, as distribuições das substâncias contaminadoras devem ser analisadas no sentido horizontal e vertical, as quais representam respectivamente a superfície e perfil do solo. No entanto, a profundidade de amostragem do solo é dependente de fatores como a natureza da contaminação (substância); tipo de solo; condições do local (uso atual e passado).

É importante ressaltar as fontes de contaminação, visto que são os meios em que os contaminantes chegam até o organismo do ser humano. Assim, destaca-se a ingestão de contaminantes através da água superficial, subterrânea, dos alimentos e do solo. Como também, a inalação de contaminantes presentes no ar e na água, por meio de vapores, gases ou aerossóis. Sem contar no contato dérmico com contaminantes existentes nos alimentos, no solo, ar e água, e a absorção do agente tóxico por via dérmica.

A fim de investigar as substâncias contaminadoras no solo, realizam-se técnicas de amostragem. Assumindo que a área em estudo possui boa qualidade de informações levantadas na Avaliação Preliminar, julgou-se adequado adotar a estratégia 2, situação A, conforme descrita no Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas da CETESB (2001).

Optou-se pela adoção da estratégia de amostragem 2, situação A, pois se trata de uma área extensa, em que a estratégia escolhida faz uso da subdivisão da área total em duas subáreas, reduzindo custos referentes ao número de amostras. A subárea denominada como Setor I, corresponde a subárea com pequena probabilidade de estar

contaminada, enquanto o Setor II possui grande probabilidade de estar contaminada. Dessa forma, o Setor II é dividido em lotes de no máximo 500 m², contando com 6 amostragens por lote, bem como, 1 amostragem composta por lote.

Desse modo, a área com maior probabilidade de contaminação, corresponde ao local em que os resíduos se encontravam mais concentrados ou por questões de relevo do local que contribuem para o deslocamento e percolação dos contaminantes (água de drenagem). A subárea com menor probabilidade de estar contaminada refere-se aos locais em que não foi verificada a intensa deposição de resíduos e as áreas no entorno.

A subdivisão da área do terreno em duas subáreas, deu-se a partir da análise das cotas, em que a subárea 1 (Setor I) corresponde às cotas mais elevadas, enquanto a subárea 2 (Setor II), às cotas de menor elevação. Ademais, para a amostragem dos pontos de branco, fora considerada a parcela do terreno fora dos limites do empreendimento que possui uma declividade menor, como evidenciado na Figura 5.

Figura 5 – Localização dos pontos de amostragem



Fonte: Autoria própria, 2021.

4. RESULTADOS

A confirmação da contaminação em uma área dá-se pela tomada de amostras e análises de solo e/ou água subterrânea, em pontos estrategicamente posicionados, em conformidade com a Diretriz Técnica Nº 07/2017, a qual contém os parâmetros mínimos a serem analisados em cada fase do licenciamento para a recuperação de áreas

degradadas. Em seguida se faz a interpretação dos resultados obtidos nas amostras coletadas, comparando-os com os valores estabelecidos em legislação.

A determinação de valores-limite (valores de concentração) são essenciais para o gerenciamento de áreas contaminadas, uma vez que irão auxiliar no parecer conclusivo quanto a contaminação do solo, água subterrânea e superficial contaminada. Dentre as legislações norteadoras destacam-se a Resolução CONAMA Nº 420/2009, que dispõe acerca de critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Em relação ao solo contaminado, a taxa de contaminação é elevada caso realizadas amostragens no solo, sendo necessário a realização de propostas e alternativas para a remediação do mesmo, visto que há presença de diversos contaminantes nesse meio, entre os principais citam-se, óleos e graxas, alumínio, mercúrio, cromo e cloretos. No que diz respeito à água subterrânea, a área em estudo não conta com poços de monitoramento de águas subterrâneas, não sendo possível a realização de procedimentos para atestar a contaminação. No entanto, as autoras julgaram que pela área de disposição de resíduos não possuir impermeabilização, a possibilidade de percolação do lixiviado gerado é alta.

Por fim, em relação a água superficial contaminada, não fora possível atestar a contaminação, uma vez que não foram realizadas análises da mesma. Contudo, as autoras do estudo presumiram que pela presença de caminhos preferenciais existentes em virtude da diferença elevada de cotas da área em estudo, como também do corpo receptor, houve o escoamento de lixiviados ao mesmo. Ressalta-se que a contaminação é responsável pela alteração das características intrínsecas a cada meio, impactando não somente o local, mas também, as áreas ao entorno do empreendimento.

5. AÇÕES EMERGENCIAIS

Verificado que as concentrações nas amostras de água subterrânea, superficiais e solo sejam superiores aos valores estabelecidos na legislação ou caso detectado vazamentos de lixiviado no solo ou em corpos d'água, presença de catadores de

materiais recicláveis, entre outros riscos, o Responsável Legal deverá dar início à Investigação Detalhada.

Caracterizada a existência de perigo durante a realização da Investigação Confirmatória, o Responsável Legal deverá comunicar imediatamente à FEPAM e adotar medidas emergenciais para sua eliminação, as quais usualmente correspondem ao isolamento da área, restrição do uso do solo e do consumo de águas superficiais e/ou subterrâneas, monitoramento ambiental, entre outras. Bem como, quando houver população direta ou indiretamente exposta, às autoridades municipais e o responsável pela área devem considerar a adoção de medidas imediatas visando tornar o local seguro, até a implantação as medidas de remediação.

6. INVESTIGAÇÃO DETALHADA

Segundo a CETESB (2017), a etapa de Investigação Detalhada tem como objetivo caracterizar o meio físico onde se insere a Área Contaminada sob Investigação (ACI), determinar as concentrações das substâncias químicas de interesse nos diversos meios avaliados, definir tridimensionalmente os limites das plumas de contaminação, quantificar as massas das substâncias químicas de interesse, considerando as diferentes fases em que se encontram, caracterizar o transporte das substâncias químicas de interesse nas diferentes unidades hidro estratigráficas e sua evolução no tempo e caracterizar os cenários de exposição necessários à realização da etapa de Avaliação de Risco.

6.1. PROPRIEDADES DO MEIO FÍSICO QUE GOVERNAM O TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

De acordo com o Art.6º da Resolução CONAMA Nº 001/86 o meio físico é conceituado como o espaço que acomoda todos os outros meios como “o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d’água, o regime hidrológico, as correntes marinhas e as correntes atmosféricas”.

Acerca do transporte dos contaminantes, em consonância com Thomé et.al (2006), pode ser definido como o movimento de um determinado composto em uma ou mais camadas de solo em ambiente saturado ou não. A dispersão de compostos é

influenciada por fatores que irão determinar a movimentação do solo, em que o movimento dos mesmos é dependente de processos físicos, químicos e biológicos aos quais essas substâncias são submetidas.

Como na área em estudo estão presentes resíduos pertencentes a diferentes classes, conforme estipulado pela ABNT NBR 10.004:2004, é válido considerar os mecanismos associados ao transporte de contaminantes de forma ampla, associando-os em processos físicos e químicos.

6.2. FORMAS DE EXPOSIÇÃO E POTENCIAIS IMPACTADOS

Os principais potenciais receptores do risco são a fauna, flora e os seres humanos (receptores sensíveis). Desse modo, no local do antigo lixão, verificou-se que não há a presença de potenciais usuários impactados no interior da área do empreendimento. Contudo, considerando uma área adjacente com raio mínimo de 500 m, a área caracteriza-se como residencial. Dessa forma, os potenciais usuários dos recursos impactados são os seres humanos, pois ao entorno da área há a presença de residências.

Ademais, conforme identificado na etapa de Avaliação Preliminar, a presença de subpopulações sensíveis dá-se a partir de um 1 km dos limites do empreendimento, na forma de creches, hospitais e escolas. Destaca-se que, subpopulações sensíveis se caracterizam como crianças ou pessoas que possuem a saúde debilitada, pois o risco de contaminação e os impactos advindos dela são maiores, do que quando comparamos a um adulto de 70 kg saudável.

De acordo com Figueiroa (2018), a exposição pode ocorrer diretamente, quando a substância tóxica entra em contato direto com os olhos, boca, nariz e pele, bem como indiretamente, quando pessoas que não manuseiam a substância, entram em contato com plantas, alimentos, roupas ou objetos contaminados. Assim, população no entorno da área do empreendimento está exposta de forma indireta aos contaminantes, seja na forma de solo ou ar contaminado de maneira contínua.

7. ALTERNATIVA DE REMEDIAÇÃO

Segundo a *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 2008), "a atenuação natural monitorada (ANM) é a dependência de processos de atenuação natural (dentro de um contexto de reabilitação de um local cuidadosamente controlado

e monitorado) para alcançar os objetivos de remediação específicos de um site em um período de tempo razoável quando comparado ao tempo oferecido por outros métodos ativos". Ademais, a ANM baseia-se em processos naturais para descontaminar ou atenuar a poluição do solo e das águas subterrâneas por meio do contínuo monitoramento da área em relação aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, com intuito de promover a degradação contínua do contaminante ou poluente de interesse.

Na área degradada do antigo lixão, a alternativa adequada e viável, constituiu- se na atenuação natural monitorada, visto que não é necessário a aplicação de tecnologias de elevada sofisticação, uma vez que não há interesse econômico (habitação) na propriedade. Bem como, em virtude das características dos resíduos dispostos, da não utilização da área e das características de onde foram colocados os resíduos, da fauna e flora presente, optou-se por essa alternativa. Por fim, salienta-se que, atualmente a área passa pelo processo de atenuação natural monitorada realizada em consórcio com a prefeitura municipal e uma empresa local. Na Fotografia 7, visualiza-se a situação atual da área.

Fotografia 7- Situação atual da área de deposição de resíduos



Fonte: Autoria própria, 2021.

Acerca da viabilidade técnica e econômica da atenuação natural monitorada na área degradada, a mesma deverá alcançar os objetivos propostos no projeto de tratamento da área, decorridos de 10 a 20 anos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do estudo realizado na área do antigo lixão, verificou-se que desde sua abertura não haviam medidas adequadas ao tratamento e disposição dos resíduos sólidos, bem como a impermeabilização do local de disposição, fatos esses que contribuem para um maior risco de contaminação das matrizes ambientais (solo, água, flora e fauna). Nesse sentido, as autoras inferiram que através das etapas de Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada realizadas, foi possível concluir que as matrizes ambientais possuem alto risco de apresentarem contaminação.

Em relação a técnica de remediação adotada, a atenuação natural monitorada, apesar de demandar um tempo hábil grande, constituiu-se como adequada e viável para a recuperação da área, pois não há interesse econômico, apresentando bons resultados e uma capacidade alta de regeneração de flora no local e degradação dos resíduos que ainda se encontram dispostos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:** Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). **Balanço hídrico**. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/def_1.html>. Acesso em: 14 set. 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017**. Disponível em: < https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>. Acesso em: 29/04/2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Ficha de Informações Toxicológica.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/servicos/informacoes-toxicologicas/>. Acesso em: 02/09/2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5584477/mod_resource/content/1/Manual%20Cetesb%20Completo_%C3%A1reas%20contaminadas.pdf>. Acesso em: 29/04/2022.

CONCEIÇÃO, I.G. JARDIM, A.N.O. **O alumínio no solo do Cerrado**. Ciências Exatas e da Terra - 4. Química - 3. Química Analítica. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/5301.htm#:~:text=Os%20solos%20do%20cerrado%20apresentam,no%20solo.>. Acesso em: 28/09/2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). **Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). **Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

DECESARO, Andressa. **Bioestimulação de solo contaminado por compostos oleosos com biomassa microalgal inativa**. 2013. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2013-1/Andressa%20Decesaro.pdf>

E. Roberts Alley. **Water Quality Control Handbook**. 2ª edição.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2018. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 29/04/2022.

FERREIRA, Eduardo Silva. **Estudo sobre o transporte de cobre em solo arenoso laterítico estabilizado com fosfogesso e bentonita**. 2020. 91 p. Dissertação (mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020 Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/10558/3/Dissertação%20-%20Eduardo%20Silva%20Ferreira%20-%202020.pdf>. Acesso em: 28/09/2021.

FIGUEROA, Rafael Junior. **O uso dos agrotóxicos na produção de soja e seus impactos na saúde humana: um estudo de caso no assentamento Cerro dos Munhoz–RS**. 2018. Disponível em: < https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2315>. Acesso em: 28/08/2021.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – FEPAM. **Diretriz Técnica Nº.07/2017**. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/DT-007-2017.PDF>. Acesso em: 29/04/2022.

GOMES, Patrine Nunes et al. **Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixão a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 6, n. 13, p. 469-480, 2019. Disponível em: < http://revista.ecogestaobrasil.net/v6n13/v06n13a15.pdf>. Acesso em: 28/08/2021.

HELENE, Lívia Portes Innocenti. **Diagnóstico ambiental de solo contaminado por cromo de curtume em Motuca (SP) por métodos geofísicos**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/139516#:~:text=A%20an%C3%A1lise%20conjunta%20entre%20o,ao%20padr%C3%A3o%20natural%20da%20%C3%A1rea.>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Mapa de Clima do Brasil**. 2002b. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf >. Acesso em: 27/04/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Exploratório do Estado do Rio Grande do Sul.** 2002a. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/rs_pedologia.pdf> . Acesso em: 26/04/2022.

MOSCON, A. **Coordenadas geográficas dos pontos de instalação dos poços de monitoramento**. 2020.

MOSCON, A. **Mapa de localização dos corpos hídricos**. 2020.

RESENDE, L. A. DE; PINTO, L. V. A. **Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos.** Revista Agrogeoambiental, v. 5, n. 1, 5 abr. 2013. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/438>. Acesso em: 25/09/2021.

ROCHA, Sérgio Anunciação. **Determinação Espectrofotométrica de Cromo (Vi) na Presença de Cromo (III) usando Br-Padap. Disponível em:** <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20806>. Acesso em: 21/07/2021.

SANTOS, L. et al. **Avaliação Preliminar ambiental em área suspeita de contaminação de solo e água subterrânea.** [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_09_SANTOS_Luciane_Thomaz_-_PANCERA_Norberto_Cesar_Montero.pdf>. Acesso em: 12/08/2021.

TAVARES, SR de L. Técnicas de remediação. **Embrapa Solos-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2013.Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/983651/1/Cap2LivroCASilvioTavares.pdf>. Acesso em: 22/07/2021.

THOMÉ, Antonio; KNOP, Alexandre. Movimento de contaminantes no solo. **II Simpósio Nacional de Uso da Água na Agricultura, Passo Fundo**, 2006. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v6n13/v06n13a15.pdf>. Acesso em: 13/08/2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Emerging Technologies for the management and utilization of landfill gas**.1998.EPA-600/R-98-021.Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/catc/dirl/etech_pd.pdf.>. Acesso em: 26/04/2022.

VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2° edição.

AVALIAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SIMÕES FILHO - BAHIA

ASSESSMENT OF PUBLIC MANAGEMENT OF HAZARDOUS SOLID WASTE: CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF SIMÕES FILHO – BAHIA

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-28

Davi Ferreira Bandeira [1]
Miriam Paixão dos Santos Souza [2]
Vanessa Gazineu [3]
Franciele Oliveira Campos da Rocha [4]

[1,2,3] Graduando(a) em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Jorge Amado – UNIJORGE
[4] Professora Adjunta do Departamento de Química. Universidade Federal de Roraima – UFRR

RESUMO

Diante do acúmulo crescente de resíduos sólidos nas cidades brasileiras, e consequentemente aumento de resíduos perigosos associados à riscos à saúde humana e ambiente, este estudo teve como objetivo avaliar a gestão pública dos resíduos perigosos no município de Simões Filho, localizado na região metropolitana de Salvador- Bahia. A partir de entrevistas e fundamentação teórica foram avaliados e propostos aspectos de melhoria para o sistema para melhor gestão dos resíduos, para então cumprir os critérios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. Foi observada a necessidade de melhoria na divulgação dos dados sobre gestão dos resíduos sólidos perigosos no município, investimento em processos de fiscalização e educação socioambiental com projetos de extensão envolvendo empresas e comunidade e a importância da fiscalização dos órgãos de esfera estadual e federal na gestão eficiente dos resíduos sólidos perigosos.

Palavras-chave: Gestão pública. Meio Ambiente. Planos de ação. Resíduos perigosos. Resíduos sólidos.

ABSTRACT

Considering the growing accumulation of solid waste in Brazilian cities, and consequently an increase in hazardous waste associated with risks to human health and the environment, this study, this study aimed to evaluate the public management of hazardous waste in the municipality of Simões Filho, located in the metropolitan region of Salvador- Bahia. Based on interviews and theoretical foundations, aspects of improvement for the system were evaluated and proposed for better waste management, in order to comply with the criteria established by the National Policy on Solid Waste. The need to improve the dissemination of data on hazardous solid waste management in the municipality was observed, investment in inspection processes and socio-environmental education with extension projects involving companies and the community and the importance of inspection by state and federal bodies in the efficient management of hazardous solid waste.

Keywords: Public management. Environment. Action plans. Hazardous waste. Solid waste.

1. INTRODUÇÃO

A produção baseada no crescimento econômico e o aumento populacional, levou ao aumento na geração de resíduos sólidos urbanos e industriais, perigosos e não perigosos. Tais resíduos não devem ser descartados no lixo comum, pois a sua destinação inadequada pode ocasionar impactos no meio ambiente, sendo os resíduos perigosos mais preocupantes, pois podem gerar danos irreversíveis, como a contaminação do solo, de lençóis freáticos, além de contaminação direta na população por doenças ou intoxicações por metais pesados.

Diante desta situação, no Brasil, com o objetivo de organizar a forma como é tratada os resíduos sólidos, incentivando sua reciclagem, reutilização e destinação ambientalmente adequada, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de agosto de 2010, que traz importantes diretrizes para o gerenciamento de resíduos no país.

Como instrumento da PNRS, no estado da Bahia, foi criada a Lei 12.932/2014 que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), e integra a Política Estadual de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade, instituída pela Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, e a Política Estadual de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.172, de 01 de dezembro de 2008 que dispõe sobre princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, e estabelece normas relativas à gestão e ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos, em regime de cooperação com o setor público, o setor empresarial e os demais segmentos da sociedade civil.

Nesse contexto, resíduo sólido é todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos (LIMA-e-SILVA et al., 2002). É válido informar que os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com os riscos potenciais ao ambiente, dividindo-os em perigosos, inertes e não inertes.

Os resíduos perigosos são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente e possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, sendo classificados como de Classe 1 de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). São eles os resíduos de saúde (hospitais, farmácias, etc.),

resíduos da indústria, resíduos eletroeletrônicos (pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, computadores, televisores), tintas, solventes, pesticidas, inseticidas, herbicidas, óleos lubrificantes, fluídos de freio, aerossóis em geral, bitucas de cigarro, entre outros. Merece ressaltar que segundo a PNRS os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos e das embalagens após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Simões Filho é um município da região metropolitana de Salvador, no estado da Bahia, possuindo uma população de 118.047 pessoas, de acordo com o último censo do IBGE realizado no ano de 2010, e estima-se que no ano de 2021 a população seja em torno de 137.117 pessoas. Tornou-se a 7°economia do Estado, sendo um importante polo industrial, possuindo mais de 200 indústrias em diversos segmentos, o que juntamente com as dificuldades de gestão adequada de resíduos têm gerado problemas socioambientais relacionado com o tema.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo realizar um levantamento da situação da gestão pública de resíduos perigosos da cidade de Simões Filho/BA, e posteriormente, propor alternativas para melhoria do gerenciamento destes resíduos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS E LEGISLAÇÃO

A Constituição Federal de 1988 (CF/88), em seu artigo 225, determina que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Dessa maneira, como a geração de resíduos sólidos, inclusive os perigosos, causa impactos significativos no meio ambiente, é imprescindível que haja um direcionamento legal quanto esse aspecto, buscando a garantia de usufruirmos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Segundo a Lei Federal 12.305 de 2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, resíduo sólido é todo material, substância, objeto ou bem descartado

resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, 4 no estado sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Já a NBR 10004/04 classifica os resíduos em: resíduos classe I – Perigosos, classe II – não perigosos, classe II A – não inertes e classe II B – inertes.

Assim, são classificados como classe I os resíduos que apresentam características de periculosidade, tais como: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Outrossim, os resíduos não perigosos, são divididos em IIA e IIB. É classificado como classe IIA os resíduos que apresentam características como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já para os resíduos classe IIB, a caracterização se dá quando o resíduo ao ser submetido a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, não tenha nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

De forma geral, os resíduos são classificados em função das suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas e com base na identificação de contaminantes presentes em sua massa (ROCCA, 1993). A classificação do resíduo vai depender da correta coleta e análise da amostragem. Os requisitos para a amostragem de resíduos são determinados na NBR 10007/04.

Ainda, é válido citar que o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, dispõe de diversas resoluções direcionadas à gestão dos resíduos perigosos, dentre as quais podem ser citadas:

- Resolução CONAMA 005/93, que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos provenientes dos serviços de saúde, portos e aeroportos, bem como terminais ferroviários e rodoviários.
- Resolução CONAMA 006/88, que determina quais empreendimentos que devem necessariamente gerir o destino dos resíduos.

- Resolução CONAMA 009/93, que direciona todo o gerenciamento de óleos lubrificantes usados ou contaminados.
- Resolução CONAMA 316/02, que preconiza os procedimentos para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

2.2. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL

De acordo com o art. 30 da CF/88, é incumbido ao Município o dever de promover o planejamento e uso do solo urbano, bem como organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, devendo ser incluída a coleta e limpeza urbana. Todavia, os geradores de resíduos perigosos são obrigados a gerir os mesmos.

Em consonância com o artigo 37 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei 12.305/10, a Lei nº 10.431 de 20/12/2006, que dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, em seu artigo 32, determina que os responsáveis pelos empreendimentos e atividades instalados ou que venham a se instalar no Estado da Bahia respondem, independentemente de dolo ou culpa, pelos danos causados ao meio ambiente pelo acondicionamento, estocagem, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, mesmo após sua transferência a terceiros.

Assim, fica evidente que tais geradores de resíduos sólidos são responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo o papel do Poder Público, nesse caso, aprovar e fiscalizar o referido plano.

Cabe frisar que o Código Municipal de Meio Ambiente que dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente de Simões Filho, instituído pela Lei nº 940/2014, institui que os projetos específicos de resíduos sólidos perigosos devem ser aprovados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, conforme previsto no artigo 217.

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81, estabelece instrumentos e diretrizes para a proteção ambiental expressa na Constituição Federal (art. 225). Conforme previsto em 6°, § 2°, os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas

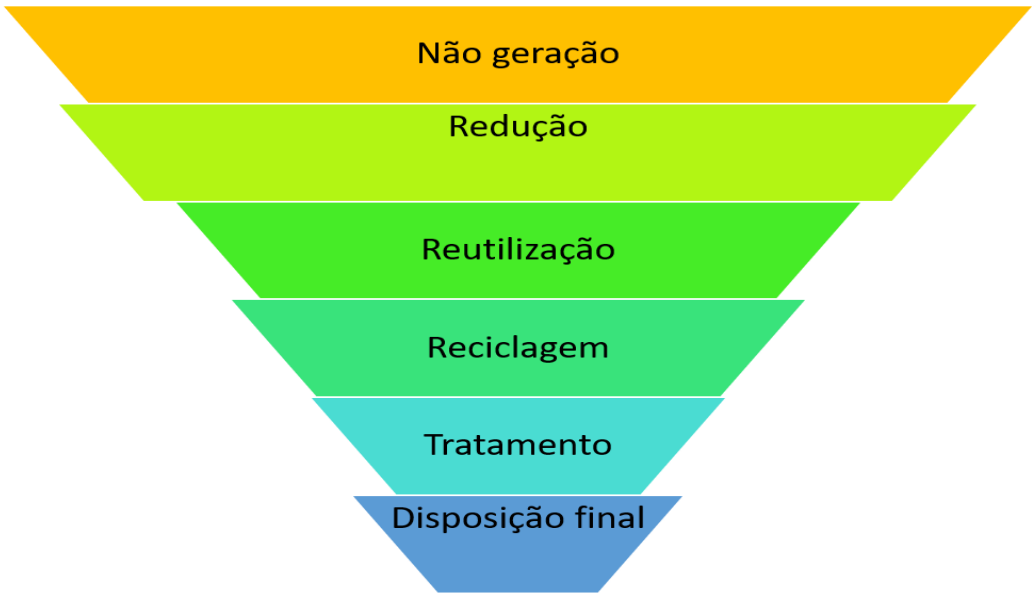
pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Isto é, os órgãos ou entidades municipais fazem parte do Sistema Nacional do Meio Ambiente como órgãos locais, sendo responsáveis por diversas atribuições, sendo uma dessas a fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental, a exemplo dos resíduos sólidos perigosos.

2.3. TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PERIGOSOS

O tratamento dos resíduos sólidos visa a modificação de suas características como quantidade, toxicidade e patogenia, de forma a diminuir os impactos sobre o ambiente e saúde pública (PHILIPPI JR., 2005, p. 277). Dessa maneira, entende-se como tratamento de resíduo a ação de transformá-lo de modo que seja possível sua reutilização ou disposição em condições seguras de dentro dos padrões exigidos pela legislação pertinente. No caso dos resíduos sólidos perigosos, devido às suas características diversas, existem diversos processos de tratamento. Vale salientar que os geradores dos resíduos perigosos deverão cada vez mais priorizar a não geração de resíduos em seus processos, seguindo a hierarquia determinada no artigo 9 da Lei 12305/10, representado na Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Hierarquia da gestão de resíduos conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos.



Fonte: autoria própria

Os principais métodos de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos perigosos são: incineração, aterros industriais, encapsulamento, coprocessamento e *landfarming*.

Incineração trata-se de um tratamento de resíduo através de queima controlada na presença de oxigênio e temperatura acima de 800oC. Segundo Rocca (1993), a incineração é a opção mais adequada para o tratamento de resíduos altamente persistentes, tóxicos e muito inflamáveis. Caso o gerador de resíduo perigoso opte pela incineração como tratamento, deve fazê-la conforme preconiza a Resolução CONAMA nº 316/02, que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. É pertinente citar que de acordo com Salvador e Urbesco (2006) deve-se considerar que a energia liberada seja transformada em energia elétrica, além do controle das emissões dos gases através de filtros e neutralização. Outrossim, as cinzas devem ser destinadas a aterros sanitários.

Aterros industriais, quando é denominado também de aterro classe I, refere-se ao método de disposição dos resíduos perigosos no solo, após aplicação de métodos de engenharia, tais como sistemas de coleta e tratamento de líquidos percolados. De acordo com Maroun (2006) dentre as vantagens dos aterros industriais considera-se o baixo custo quando comparado a outras opções de tratamento e disposição, a exemplo da incineração; e a possibilidade de uso para uma grande variedade de resíduos. Todavia, dentre as desvantagens pode ser citado a precisão de uma área física extensa, pois o resíduo é disposto no solo, além do grande risco de contaminação dos aquíferos, o que requer um monitoramento efetivo e constante.

O processo de encapsulamento, comumente chamado de estabilização, fixação ou solidificação, consiste na imobilização de resíduos perigosos transformando-os em materiais menos poluentes através da adição de compostos aglomerantes ou processos físicos, que alteram sua solubilidade e/ou mobilidade e/ou toxidez (TOCCHETTO, 2007).

Já coprocessamento trata-se do aproveitamento do resíduo no processo produtivo, através da destruição térmica do mesmo em fornos de clínquer para a fabricação de cimento. É importante frisar que a Resolução CONAMA nº 499/20, caracteriza tal tratamento como destinação final ambientalmente adequada que envolve o processamento de resíduos sólidos como substituto parcial de matéria-prima

e/ou de combustível no sistema forno de produção de clínquer, na fabricação de cimento.

Saliente-se ainda que, a Resolução supracitada preconiza que para uso de resíduos diversos, inclusive os perigosos, como substitutos de matéria-prima é necessário que apresentem características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, incluindo neste caso os materiais mineralizadores e/ou fundentes.

Landfarming, por sua vez, é uma tecnologia de tratamento de resíduos que utiliza do recurso biotecnológico de alta atividade microbiana na superfície ou interior horizontal do solo, causando a degradação dos contaminantes.

2.4. MUNICÍPIO SIMÕES FILHO

Simões Filho é a 7ª economia do Estado da Bahia, possuindo mais de 200 indústrias. No viés econômico, considera-se o Centro Industrial de Aratu – CIA e o Polo Industrial de Camaçari como sendo os dois marcos mais importantes para a economia local. O município é limitado administrativamente com os municípios de Camaçari, Candeias, Lauro de Freitas e Salvador e possui uma área territorial de 201,222 km² (SIMÕES FILHO, 2015).

No aspecto de clima e hidrografia Simões Filho possui clima úmido com temperaturas médias anuais de 24,7º C, pluviosidade média anual entre 1600 e 2000 mm, sendo que as maiores concentrações pluviométricas ocorrem entre os meses de abril e junho. A hidrografia é composta pela bacia do rio Joanes, sendo os principais afluentes os rios Córrego Cantagalo e o Córrego Muriqueira. Vale acentuar que tal bacia é importante para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador (SIMÕES FILHO, 2015).

3. METODOLOGIA

A primeira etapa deste estudo consistiu em um levantamento bibliográfico sobre gestão pública de resíduos sólidos e especificamente sobre resíduos sólidos perigosos. Para tal, utilizou-se artigos acadêmicos, monografias, arcabouço jurídico sobre meio ambiente a nível federal, estadual e municipal (leis, decretos, portarias, normas, entre outros), base de dados do Google Acadêmico e *Scielo*.

Posteriormente, foram realizadas duas entrevistas com integrantes da SEMMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Simões Filho, com o intuito de adquirir conhecimentos em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos perigosos no município. Nas entrevistas questionou-se aspectos relacionados à gestão dos resíduos sólidos perigosos, estatística de aplicação de multa devido infração ambiental referente à gestão dos resíduos perigosos de empresas, bem como as possíveis dificuldades enfrentadas pelo órgão.

Assim sendo, foi realizada a análise de conteúdo que contempla três etapas cronológicas: "[...] a pré-análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação" (BARDIN, 2009). Acrescente-se que na pré-análise obteve-se a leitura "flutuante" e escolha dos itens que foram analisados. Dessa maneira, na exploração do material os dados coletados foram submetidos a estudos detalhados baseados no referencial teórico e posteriormente organizados em unidades. Por fim, o tratamento de resultados resultou nas interpretações inferenciais, como na discussão dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Simões Filho, além da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), existe o Código Municipal de Meio Ambiente, Lei nº 940/2014, que dispõe sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente de Simões Filho, que discorre sobre resíduos sólidos nos artigos:

> Art. 209 - A gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos no Município de Simões Filho deverá respeitar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei 12.305, de 2010, e a Política Estadual de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Estadual nº 12.932, de 07 de janeiro de 2014, tendo como objetivo (SIMÕES FILHO, 2014, pg. 42):

> Art. 215 - A estocagem, tratamento e disposição final de resíduos sólidos de natureza tóxica, bem como os que contêm substâncias inflamáveis, corrosivas, explosivas, radioativas e outras consideradas prejudiciais, deverão sofrer, antes de sua deposição final, tratamento ou acondicionamento adequados e específicos, nas condições estabelecidas em normas federais, estaduais e municipais vigentes (SIMÕES FILHO, 2014, pg. 45).

> Art. 217 - O destino final dos resíduos potencialmente poluentes deverá ser feita de forma apropriada, estabelecida em projetos específicos de transporte

> e destino final aprovados pela SEMMA, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular, respeitadas as normas técnicas específicas (SIMÕES FILHO, 2014, pg. 45).

De acordo com a SEMMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Simões Filho, o Plano Municipal de Saneamento Básico ainda está em processo de confecção pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, o que trará incluso um Plano Emergencial referente aos resíduos sólidos perigosos dispostos no município. Vale salientar que não foi informado pelo referido órgão o prazo para término e execução de tão importante programa. De acordo com a SEMMA o Plano Municipal de Saneamento Básico será a principal ferramenta para as políticas públicas voltadas para a política reversa de resíduos. Infelizmente, de acordo com a gestão, ainda não há entidade ambiental no município de Simões Filho relacionada aos resíduos perigosos.

A comunicação obtida nas entrevistas não supriu as demandas de análise da gestão de resíduos sólidos, mas permitem a construção de um processo de otimização de acordo com os seguintes pontos:

1) Determinação de organograma hierárquico do órgão, tendo em vista a suma importância para descrever como a instituição se organiza internamente a nível de cargos e departamentos. Visto que, toda organização possui um nível hierárquico entre seus membros, que é organizado conforme os cargos que existem.
2) Reforço na organização do banco de dados referente às ações quanto à gestão dos resíduos sólidos perigosos, de modo que seja possível a comparação entre anos diferentes ou outras SEMMAS. Tal sugestão se dá devido ao questionamento 3, sobre histórico ou estatística de aplicação de multa devido à infração ambiental referente à gestão dos resíduos perigosos de empresas em SF, não ter sido efetivamente respondido em nenhuma das duas entrevistas.
3) Reforço na divulgação de informações referente a gestão pública de resíduos perigosos, haja vista que a Constituição Federal de 1988 garante ao cidadão o acesso aos dados públicos gerados e mantidos pelo governo.
4) Conclusão e execução do Plano Municipal de Saneamento Básico, haja vista que o Decreto nº 7.217/2010 que regulamenta a Lei nº 11.445/ 2007, que estabelece

diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências, determina como obrigatório tal instrumento. Vale salientar que o Plano deve interagir com outros instrumentos e planos setoriais existentes assim como o Código Municipal de Meio Ambiente, para maior eficiência na execução das ações.

5) Investimento em processos de fiscalização e educação socioambiental com projetos de extensão envolvendo empresas e comunidade.

De acordo com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP), instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente e normatizado pela Resolução Conama nº 1/1988 e pela Instrução Normativa nº 10/2013 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o município de Simões Filho possui 418 empresas ativas, distribuídas de acordo com a atividade potencialmente poluidora.

Através do site do IBAMA, dados referentes ao CTF/APP estão disponíveis com informações entre os anos de 2012 e 2021. E foi identificado que o estado da Bahia está em 7° lugar no ranking de unidades da federação com empresas cadastradas que possuem atividades potencialmente poluidoras, sendo o 1° lugar da região Nordeste. Já o município de Simões Filho encontra-se em 24° lugar na região Nordeste, 7° lugar entre os 416 municípios que dividem o estado da Bahia.

Assim como o CTF/APP, existe um outro cadastro destinado especificamente para empresas operadoras de resíduos perigosos, o CNORP (Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos). As empresas que exerçam atividades em qualquer fase do gerenciamento de resíduos perigosos, seja na fase de segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento, coleta e transporte, são obrigadas a se inscreverem através do site IBAMA. Podendo ser identificadas como geradores, sendo aquelas que geram ou fazem a comercialização de produtos que possam gerar resíduos perigosos, ou operadores, sendo as empresas que prestam serviços de coleta, transporte, transbordo, armazenamento, tratamento, destinação e disposição final de resíduos perigosos ou que prestam serviços que envolvam a operação com produtos que possam gerar resíduos perigosos. Os dados coletados são integrados ao banco de dados do CTF/APP. A partir dessas informações, podemos verificar dados entre os anos

de 2012 e 2019, referentes à geração de resíduos perigosos, e foi identificado que Simões Filho apresentou um aumento de 3.824,79 toneladas para 66.615,11 toneladas na geração de resíduos perigosos entre os anos de 2016 e 2019.

82 empresas no município possui a licença ambiental para o transporte de resíduos e/ou produtos perigosos e de serviços de saúde na Bahia fornecida pelo INEMA (Licença Ambiental de Adesão e Compromisso, chamada de LAC) no município. Vale frisar que a LAC permite o transporte em toda Bahia, assim empresas de outros municípios baianos também realizam tal atividade em SF. Há de se considerar também que IBAMA, órgão competente a nível federal, licencia transportadoras que realizam o transporte interestadual de produtos perigosos com a licença denominada AATP - Autorização Ambiental para Transporte de Produtos Perigosos.

4.1. DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, entende-se por disposição final ambientalmente adequada a "distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos".

Com base nos dados obtidos neste trabalho, a destinação dos resíduos perigosos realizada pelas empresas, no município de Simões Filho, é dividida em incineração, blendagem, coprocessamento, e disposição final em aterro classe 1.

No processo de incineração, a queima dos resíduos gera energia térmica e posteriormente pode ser transformada em energia elétrica. Inclusive é o processo mais indicado para destinação final de resíduos de saúde, gerando a eliminação de elementos patogênicos.

Na blendagem os resíduos são totalmente descaracterizados e misturados junto a outros, de forma a produzir uma mistura sólida ou semissólida com alto poder calorífico para utilização através do coprocessamento, onde ocorre a destruição térmica em fornos de fabricação de cimento, tendo como vantagem o aproveitamento do poder energético do resíduo durante sua queima.

Atualmente a Bahia possui 2 aterros classe 1, um deles é o CTRBAHIA (Central de Tratamento de Resíduos) localizado no município de São Sebastião do Passé, e outro

está localizado nas instalações da CETREL no município de Camaçari. Devido a periculosidade desses resíduos, nos aterros industriais há um controle ainda maior se comparado a um aterro sanitário, que visa evitar a contaminação do solo, águas subterrâneas, e do ar. Através de monitoramento constante, inclusive do chorume, os poluentes que poderiam contaminar o meio ambiente são contidos e tratados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Simões Filho possui um grande valor econômico para o estado da Bahia e região nordeste, devido as suas indústrias em diversos segmentos e com grande capacidade de disseminação de altas tecnologias. Dessa maneira, por ser um local gerador de uma quantidade significativa de resíduos perigosos, apesar de todo o controle por parte do Ministério do Meio Ambiente, através do IBAMA, e na esfera estadual o INEMA e SEMA, ainda possui uma carência em relação ao seu PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, bem como na conclusão da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.

O município possui somente o Código Municipal de Meio Ambiente, Lei nº 940/2014, sendo o PMGIRS um instrumento de extrema importância para a melhoria da gestão dos resíduos sólidos, a sua elaboração é uma condição necessária para que o município possa ter acesso aos recursos da União destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, e através da elaboração dos planos, o município deve definir estratégias, buscando a redução da geração de resíduos e a sua máxima valoração para que apenas os rejeitos sejam encaminhados à disposição ambientalmente adequada.

Outrossim, foi possível detectar a necessidade de melhoria na divulgação dos dados sobre gestão dos resíduos sólidos perigosos no município, tendo em vista que a publicidade é um princípio constitucional que possibilita o controle social do Poder Público pela coletividade e ainda investimento em processos de fiscalização/conscientização socioambiental para empresas e comunidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2009. 121p.

BIDONE, F.R.A.. *Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização.* 1 ed. Porto Alegre. Ed. ABES, 2001. 218 p.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil 03/constituição.htm>. Acesso em: 16 de outubro de 2021.

BRASIL. Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF.

BRASIL. Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF.

ESTADO DA BAHIA. Lei Nº 12.932, de 08 de janeiro de 2014. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências, em 2014.

FIEB - Federação das Indústrias do Estado da Bahia Sistema. 2015. Notícias. Disponível em <http://www.fieb.org.br/meio_ambiente_responsabilidade_social/Noticia/2665/a-bahia-dispoe-de-um-aterro-industrial-para-residuos-perigosos.aspx>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Painel da Geração de Resíduos no Brasil. 2021. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/residuos/painel-da-geracao-de-residuos-no-brasil> Acesso em: 17 de maio de 2022.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Painel de informações do CTF/APP. 2021. Disponível em <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/servicos/cadastros/cadastro-tecnico-federal-ctf/cadastro-tecnico-federal-de-atividades-potencialmente-poluidoras-e-ou-utilizadoras-de-recursos-ambientais-ctf-app/cadastro-tecnico-federal-de-atividades-potencialmente-poluidoras-e-ou-utilizadoras-de-recursos-ambientais-ctf-app#rapp> Acesso em: 17 de novembro de 2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/simoes-filho/panorama>. Acesso em: 16 de maio de 2022.

INEMA -Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Consulta Pública no Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos. 2021. Disponível em <http://sistema.seia.ba.gov.br/lai.xhtml>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

MARQUISE AMBIENTAL. 2015. CTR Bahia. Disponível em <http://www.marquiseambiental.com.br/servicos-e-tecnologia/ctr-bahia>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

PHILIPPI JR., A. (Ed.). Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p. (Coleção Ambiental, 2).

SALVADOR, Edgard; USBERCO, João. Química: Volume Único. 7 ed. São Paulo. 2006.

SIMÕES FILHO. Lei nº 940, DE 19 DE MAIO DE 2014. Institui o código municipal de meio ambiente, dispõe sobre o sistema municipal de meio ambiente de Simões Filho - Sismuma e dá outras providências.

SIMÕES FILHO (BA). Prefeitura. 2015. Disponível em <http://www.simoesfilho.ba.gov.br/historia>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

TOCCHETTO, M. R. L. Curso de Tratamento de Efluentes Líquidos e Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais: parte 2 – resíduos sólidos. Cuiabá, 2007. 152p.

O ATLAS DA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS – BRASIL 2020. Disponível em <https://abetre.org.br/atlas-da-destinacao-final-de-residuos-brasil-2020/>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

USO DO ÁCIDO HEXAFLUOROSSILÍCICO PARA A RECUPERAÇÃO DO COBRE DE CIRCUITO ELETRÔNICO DE TELEVISÃO E SUA EFICIÊNCIA EM RELAÇÃO AOS ÁCIDOS COMUMENTE UTILIZADOS

USE OF HEXAFLUORSILICIC ACID FOR THE RECOVERY OF COPPER FROM THE ELECTRONIC TELEVISION CIRCUIT BOARDS AND ITS EFFICIENCY IN RELATION TO COMMONLY USED ACIDS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-29

Failon da Silva Mendonça [1]
Paula Almeida Nicácio [1]
Fabiana de Araújo Lana [2]
Ana Luiza de Toledo Fornazari [3]
Alexandre Faria Lima [4]
Tatiane Carvalho Maeda [5]
Camila Ferreira Pinto [5]
Marquele Amorim Tonhela [5]
Ana Claudia Granato [6]
Geoffroy Roger Pointer Malpass [6]

[1] Discentes do Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Triângulo Mineiro- UFTM
[2] Mestranda Profissional em Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro- UFTM
[3] Pontifical Catholic University of Chile, Center for Research in Nanotechnology and Advanced Materials
[4] Professor do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE.
[5] Doutorandas do Programa de Pós-Graduação Multicêntrico em Química de Minas Gerais, Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
[6] Professores do Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

RESUMO

Com o uso crescente de dispositivos eletrônicos no mundo atual, a geração de lixo eletrônico também aumentou. Esta pesquisa, teve como objetivo a recuperação do cobre de circuitos eletrônicos, com foco em placas de televisão, utilizando ácido hexafluorossilícico como um agente de lixiviação, aplicando um novo uso para esse subproduto da indústria de fertilizantes. Foi realizada comparação com outros ácidos já utilizados na literatura, ácido sulfúrico e ácido clorídrico. Os experimentos de lixiviação foram realizados por meio de um planejamento fatorial 2^2, para determinar os efeitos das variáveis: concentração do ácido (mol L^{-1}) e tempo (dias), na recuperação de cobre das placas de circuito impresso. As concentrações de cobre foram obtidas utilizando-se espectroscopia de absorção atômica. Ao analisar o tratamento estatístico dos resultados obtidos, foi possível observar que com a utilização do ácido hexafluorossilícico obteve-se maior recuperação do cobre lixiviado das placas, em relação ao ácido clorídrico e sulfúrico. A melhor condição de trabalho, em que foi determinada maior concentração de cobre lixiviado ocorreu quando se utilizou uma concentração de ácido hexafluorossilícico igual a 0,5 mol L^{-1} e tempo igual a 1 dia, obtendo-se uma concentração média de cobre igual a 2,48 mg L^{-1}.

Palavras-chave: Ácido hexafluorossilícico. Placas de circuito eletrônico. Planejamento fatorial. Lixiviação. Recuperação de cobre.

ABSTRACT

With the increasing use of electronic devices in today's world, the generation of electronics has also increased. This research aimed to recover copper from electronic circuits, focusing on television boards, using hexafluorosilicic acid as a leaching agent, applying a new use for this by-product of the fertilizer industry. A comparison was made with other acids already used in the literature, hydrochloric acid and hydrochloric acid. The leaching experiments were carried out using a 22 factorial design to determine the effects of the variables: acid concentration (mol L-1) and time (days) on copper recovery from printing plates. As the exposure of copperplate was observed, the atomic absorption spectrum was observed. When analyzing the statistical treatment of the results, it was observed that with the use of hexafluorosilicic acid, the highest recovery of copper leached from the plates was obtained, in relation to hydrochloric and sulfuric acid. The best working condition, which was determined to be higher in leached copper, occurred when using a concentration of hexafluorosilicic acid equal to 0.5 mol L-1 and time equal to 1 day, respecting an average copper concentration of 2.48 mg L^{-1}.

Keywords: Hexafluorsilicic acid. Electronic circuit boards. Factorial design. Leaching. Copper recovery

1. INTRODUÇÃO

A indústria eletrônica é considerada uma das que mais crescem no mundo, gerando até 41 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos (REEE) a cada ano. Aproximadamente 90% desse resíduo é comercializado ilegalmente ou descartado incorretamente. Estima-se que o valor intrínseco associado a esse percentual seja de cerca de € 48 milhões (aproximadamente R$ 313 milhões), devido às quantidades de ouro, cobre e plásticos presentes nestes REEE (UNU, 2014). A América Latina gerou 9% dos REEE mundiais, o que corresponde a 3,9 milhões de toneladas, a maioria no Brasil (36,16%) (UNU, 2014). O grande problema é que a maior parte desses resíduos gerados não foi descartada de forma ambientalmente correta, causando riscos ao meio ambiente.

Na tentativa de reciclar esses resíduos, existem catadores, mercados e revendedores de produtos eletrônicos no Brasil que aceitam REEE. No entanto, no país, ainda não existe um processo de reciclagem de placas de circuito impresso (PCI), que correspondem a 4% dos REEE. Classificados como: complexos, perigosos e de alto valor agregado (Jiambo et al, 2016), esses resíduos são enviados para os EUA e/ou Suíça.

1.1. RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Os equipamentos eletroeletrônicos estão cada vez mais presentes no cotidiano da população. No entanto, a popularização deste equipamento e sua abrangência no mercado, facilita o descarte do mesmo, aumentando o lixo eletrônico. Estima-se que de

1994 a 2004, o número de computadores descartados aumentou de 7 para 35 mil toneladas (Widmer et al, 2005). Em 2014, 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram geradas em todo o mundo (Wang et al., 2016). Além disso, acredita-se que o volume de lixo eletrônico tenha ultrapassado 50 milhões de toneladas somente em 2018 (Peng et al., 2018) e próximo a 52,2 milhões de toneladas em 2021 (Dhir et al., 2021).

Segundo Vieira e cols. (2020), foram gerados 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico em 2014 no Brasil, o que representou 52% do lixo eletrônico gerado na América Latina no mesmo período. Ainda segundo os autores, em 2016, esse número subiu para 1.534 toneladas, um aumento de aproximadamente 9,57%. O aumento dos resíduos gerados foi superior ao aumento relacionado à população no Brasil, que em dois anos (2014-2016) cresceu aproximadamente 1,97%.

A grande quantidade de lixo eletrônico trouxe problemas globais, causando poluição ambiental e da cadeia alimentar, além da escassez de minério, representando um grande risco à saúde humana. Os poluentes ambientais podem inibir a atividade de enzimas microbianas, destruir a capacidade do metabolismo microbiano, enfraquecer a resistência das comunidades microbianas no solo e reduzir a diversidade das comunidades microbianas (Johnston & Leff, 2015; Sullivan et al. 2013). Em humanos, o acúmulo de metais e metalóides pode causar danos físicos, tais como: o cobre pode danificar o fígado; o chumbo pode interferir no comportamento e na capacidade de aprendizagem; e cádmio pode aumentar o risco de câncer de pulmão e danos nos rins (Chan & Wong 2013; Song & Li 2015).

Os resíduos de televisores (TVs de tubo), computadores e monitores têm, em média, 49% em peso de metais, 33% em peso de plásticos, 12% em peso de tubos de raios catódicos e 6% de outros materiais (PGIREE, 2009). Algumas substâncias presentes na composição dos REEE são consideradas perigosas. Entre eles estão metais tóxicos como mercúrio, chumbo e cádmio (IETC, 2007).

Devido à presença de metais nobres, os REEE tornam-se uma grande fonte de recurso para o setor produtivo, porém sua reciclagem é dificultada pelas substâncias perigosas presentes neles, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas que reduzam o impacto ambiental (UNU, 2014). A destinação final dos resíduos eletroeletrônicos geralmente é feita de forma inadequada, como por incineração ou disposição em aterros (UNU, 2014). No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos

sancionada em 2010, estabelece a obrigatoriedade de importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes instalarem um programa de logística reversa que garanta a introdução de REEE em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010).

1.2. PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI)

As PCI constituem a maioria dos equipamentos eletroeletrônicos, correspondendo a aproximadamente 4% de todos os resíduos eletroeletrônicos. Sua composição é heterogênea, variando de acordo com o equipamento ao qual pertence (Yokoyama, 1997). Basicamente, as PCI possuem uma base onde são impressas ou depositadas trilhas de cobre que conectam eletricamente componentes como resistores, capacitores, circuitos integrados, transistores, diodos e componentes magnéticos (Melo et al, 1998). O processo de deposição de cobre na base da placa é chamado de subtrativo, enquanto o processo de eletrodeposição de pistas de cobre é chamado de aditivo (Nakaraha, 2008).

As PCI são compostas por aproximadamente 40% de metais, que são: preciosos, básicos e tóxicos. O metal com maior quantidade encontrada nas placas é o cobre, seguido do ferro e do silício (UNEP, 2013). Os metais preciosos contidos nas placas podem representar até 80% de seu valor intrínseco, o que leva a processos de reciclagem focados na recuperação de ouro e prata. No entanto, algumas placas não possuem uma quantidade significativa desses metais, tornando o cobre e o zinco alvos fortes para os processos de reciclagem de eletrônicos (Davenport et al, 2002).

1.3. COBRE

O cobre é um metal de alta durabilidade, resistente à corrosão, boa maleabilidade e ductilidade. É um excelente condutor térmico e elétrico, perdendo apenas para a prata. Atualmente, o metal tornou-se um elemento de primeira necessidade, pois, além de sua ampla utilização, é o metal mais utilizado na indústria elétrica (Esperdigão & Nóbrega, 1999).

No entanto, a extração de minérios tem um grande impacto ambiental e na saúde da população. Isso, aliado ao fato de a quantidade de cobre presente nos REEE, mais precisamente nas PCI, ser maior do que no minério, incentiva a reciclagem do lixo

eletrônico (Xua et al, 2016). Além disso, o cobre reciclado não sofre perdas de qualidade ou desempenho, quando comparado ao obtido em mineradoras.

1.4. PROCESSO DE RECICLAGEM DE PCI

Antes de iniciar os métodos de reciclagem de PCI, eles passam por um pré-tratamento no qual são desmontados. Esse processo geralmente é feito manualmente, sendo as vezes necessário aquecer seus componentes para superar o ponto de fusão da solda utilizada na chapa (Sohaili, 2012). Em seguida, as PCI passam por um processo de cominuição, onde passam por uma redução de tamanho, por meio de moinhos, martelos, facas e rolos. Com as placas já fragmentadas, é feita uma granulometria, a fim de selecionar peças semelhantes (Chaves & Peres, 1999). Após essas etapas, iniciam-se os métodos de reciclagem, que são a hidrometalurgia, a pirometalurgia, e os processos físico-mecânicos (pirólise). Esses métodos têm o objetivo de concentrar o material de interesse presente na PCI (Birloaga et al., 2013). Por fim, há a recuperação/refino do material de interesse utilizando diversas técnicas como refino eletrolítico, precipitação e extração por solvente (Silvas, 2014).

1.5. HIDROMETALURGIA

Os processos hidrometalúrgicos são processos de extração sólido/líquido, onde os REEE são lixiviados por um agente lixiviante (ácido ou básico), que resulta em uma solução concentrada do metal de interesse. Posteriormente, este metal é recuperado por eletrólise (na forma metálica), precipitação ou cristalização (na forma de composto). Dentre as técnicas hidrometalúrgicas utilizadas na reciclagem de REEE, estão a lixiviação química e a decapagem hidrometalúrgica (Birloaga et al., 2013).

A lixiviação química usando ácidos é o processo mais comum para a reciclagem de PCI. A escolha do ácido leva em consideração as regulamentações ambientais e o metal a ser solubilizado. Quando o metal de interesse é o cobre, o agente lixiviante pode ser ácido clorídrico, nítrico ou sulfúrico, com ou sem a adição de um agente oxidante (Oliveira, 2012). A legislação ambiental favorece o uso do ácido sulfúrico, pois é menos corrosivo quando comparado aos ácidos nítrico e clorídrico (Birloaga et al., 2013).

1.6. ÁCIDO HEXAFLUOROSSILÍCICO

O ácido hexafluorossilícico é um subproduto da indústria de fertilizantes. Os fertilizantes fosfatados, como Fosfato Monoamônico - MAP e Superfosfato Triplo - TSP, são formados a partir de um concentrado fosfatado contendo fluorapatina ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$) e sílica (SiO_2). O ácido sulfúrico (H_2SO_4) em contato com esse concentrado reage com a fluorapatina formando fluoreto de hidrogênio (HF). Assim, a sílica (SiO_2) reage com o fluoreto de hidrogênio (HF) produzindo ácido hexafluorossilícico (H_2SiF_6) como mostrado na equação 1.

$$\mathbf{6HF + SiO_2 \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O} \qquad \mathbf{(1)}$$

No entanto, o ácido hexafluorossilícico sofre dissociação de acordo com a equação 2 resultando no gás tetrafluoreto de silício (SiF_4).

$$\mathbf{H_2SiF_6 \rightarrow SiF_4(g) + 2HF} \qquad \mathbf{(2)}$$

Este gás, quando lavado em purificadores, reage com a água para formar novamente ácido hexafluorossilícico (equação 3).

$$\mathbf{3SiF_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SiF_6 + SiO_2} \qquad \mathbf{(3)}$$

Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um processo de extração de cobre presente em PCI de televisão, utilizando um método hidrometalúrgico, com uma solução lixiviante contendo ácido hexafluorossilícico (H_2SiF_6), a fim de certificar que este ácido tem potencial para ser utilizado como agente lixiviante e encontrar a melhor concentração para extração.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. PRÉ-TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

Com auxílio de um soprador térmico, os componentes eletrônicos das placas de circuito impresso foram retirados, para que as placas ficassem com sua superfície lisa. Após a limpeza, as placas foram cortadas em retângulos (2x2 cm).

Para iniciar os processos de lixiviação, elas foram submetidas a banho de NaOH (10 mol L^{-1}) por 3 dias e em seguida lavadas com água destilada, para que o epóxi verde na superfície das placas fosse removido, a fim de melhorar a reação de lixiviação do cobre presente na superfície da placa.

2.2. ANÁLISE QUANTITATIVA DO ÁCIDO

Foi necessária uma análise quantitativa para verificar quais ácidos (clorídrico, sulfúrico e hexafluorossilícico) tinham maior poder de lixiviar o cobre das placas. Para isso, foram realizados experimentos preliminares com 5 concentrações diferentes para os ácidos selecionados. As concentrações selecionadas foram 2, 1, 0,5, 0,25 e 0,125 mol L^{-1}. As placas foram pesadas e colocadas em béqueres com 50 mL com cada uma das soluções ácidas utilizadas neste estudo por 3 dias. Após este processo, as placas foram retiradas da solução e o cobre em solução foi quantificado utilizando um Espectrômetro de Absorção Atômica (AAS), Varian®.

2.3. PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2

Com os resultados obtidos nos testes preliminares, foi realizado um planejamento fatorial 2^2 para o ácido hexafluorossilícico e sulfúrico. As variáveis estudadas foram o tempo e a concentração do ácido, apresentados na matriz de planejamento 2^2 na Tabela 1.

Tabela 1- Matriz de planejamento fatorial 2^2 com os fatores codificados para ambos os ácidos utilizados.

Fatores	Níveis	
	(–1)	(+1)
[ácido] (mol L^{-1})	0,25	0,50
tempo (dias)	1	5

Fonte: Autoria própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

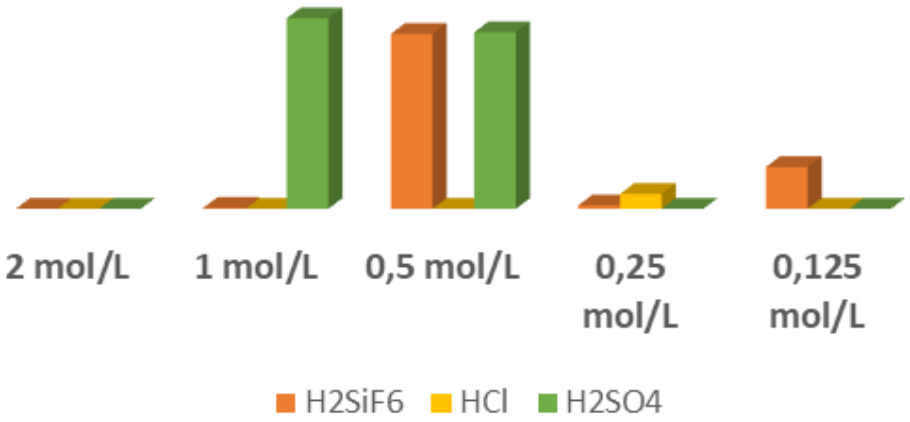
3.1. PRÉ-TRATAMENTO DE AMOSTRAS

A remoção do epóxi das placas, utilizando hidróxido de sódio, foi extremamente eficiente. O metal que estava abaixo do epóxi ficou totalmente exposto e a lixiviação das placas dessa forma foi mais eficiente.

3.2. ANÁLISE QUANTITATIVA DE ÁCIDO

Os resultados obtidos para as análises quantitativas de cada um dos ácidos são apresentados na Figura 1. Como pode ser observado, as amostras de ácido hexafluorossílicico e ácido sulfúrico foram as que obtiveram a melhor quantidade de cobre lixiviado. Em relação ao ácido hexafluorossilícico, a melhor concentração para obter a maior quantidade de cobre lixiviado é a concentração de 0,5 mol L^{-1} (5,52 mg L^{-1} de cobre). Da mesma forma, em relação ao ácido sulfúrico, a melhor concentração para obtenção de cobre foi de 1,0 mol L^{-1} (6,01 mg L^{-1} de cobre).

Figura 1- Quantidade de cobre obtida pela ação lixiviante de cada ácido



Fonte: Autoria própria.

Já o ácido clorídrico teve apenas uma amostra em que houve lixiviação de cobre das placas, na concentração de 0,25 mol L^{-1}, lixiviando apenas 0,47 mg L^{-1} de cobre). A partir desses dados, percebeu-se que o ácido clorídrico não é eficiente para a lixiviação do cobre das placas e, por esse motivo, decidiu-se não continuar as pesquisas para esse ácido.

3.3. PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2

O estudo de lixiviação de cobre, utilizando placas de circuito de televisão, foi iniciado com ácido sulfúrico. Este ácido já foi utilizado por JADHAV & HOCHENG (2015) e deste trabalho foram selecionados os valores das variáveis estudadas. O planejamento gerou oito experimentos que foram realizados aleatoriamente para evitar interferência de erros sistemáticos. Os resultados obtidos para cada teste são mostrados na Tabela 3.

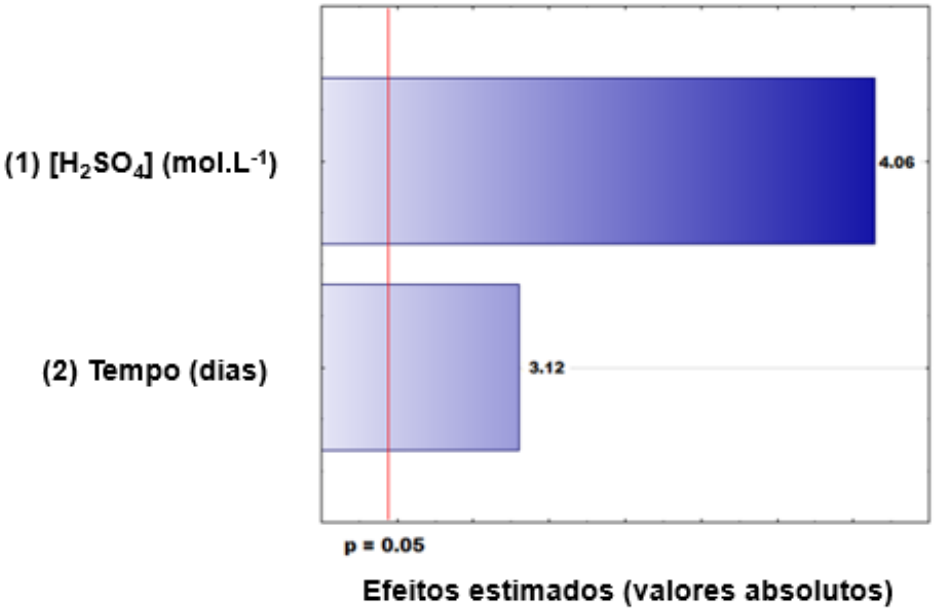
Tabela 3 - Concentração de cobre obtida para o planejamento fatorial do ácido sulfúrico e ácido hexafluorossilícico.

Ensaios	[Ácidos] (mol L^{-1})	Tempo (dias)	[Cu] (mg L^{-1})*	[Cu] (mg L^{-1})**
1	0,25 (-1)	1 (-1)	0,67	2,26
2	0,50 (+1)	1 (-1)	1,38	2,53
3	0,25 (-1)	5 (+1)	1,01	5,36
4	0,50 (+1)	5 (+1)	2,35	2,38
5	0,25 (-1)	1 (-1)	1,35	2,12
6	0,50 (+1)	1 (-1)	1,01	2,42
7	0,25 (-1)	5 (+1)	1,01	1,63
8	0,50 (+1)	5 (+1)	2,50	2,60

*Variável resposta para ácido sulfúrico. **Variável resposta para o ácido hexafluorossilícico.
Fonte: Autoria própria.

De acordo com a literatura citada (JADHAV & HOCHENG, 2015), os melhores resultados obtidos foram com os maiores valores das variáveis estudadas. A análise das variáveis significativas e suas correlações foram analisadas por meio do software Statistica10®, adotando-se um intervalo de confiança de 95%. O Gráfico de Pareto gerado confirmou que a concentração de ácido sulfúrico e o tempo, nos níveis testados, são variáveis significativas para o processo de lixiviação, como pode ser visto na Figura 2. Como os valores dos efeitos das variáveis foram positivos, significa que, ao aumentar o nível da variável, há um resultado positivo no processo.

Figura 2- Gráfico de Pareto do planejamento fatorial 2^2 para ácido sulfúrico



Fonte: Autoria própria.

Assim, a melhor condição de trabalho estudada foi a utilização de ácido sulfúrico com concentração de 0,5 mol L^{-1} em 5 dias de tratamento, obtendo-se uma concentração média de cobre igual a 2,42 mg L^{-1}. Optou-se por fixar esta condição para comparação com o ácido hexafluorossilícico, pois já existem vários estudos na literatura utilizando H_2SO_4 para lixiviação do cobre.

Ao aplicar o mesmo planejamento para o ácido hexafluorossilícico, observou-se que os resultados obtidos em todos os ensaios, foram muito semelhantes, consequentemente, as variáveis (concentração de H_2SiF_6 e tempo) não foram significativas para o processo de lixiviação do cobre. Esses resultados podem ser vistos na Tabela 3. Por isso, foi realizado um novo planejamento fatorial 2^2, com outros níveis, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Matriz do novo planejamento fatorial 2^2 com os fatores codificados para o ácido hexafluorossilícico

Fatores	Níveis	
	(–1)	(+1)
[ácido] (mol L^{-1})	1	1,5
tempo (dias)	1	3

Fonte: Autoria própria.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.

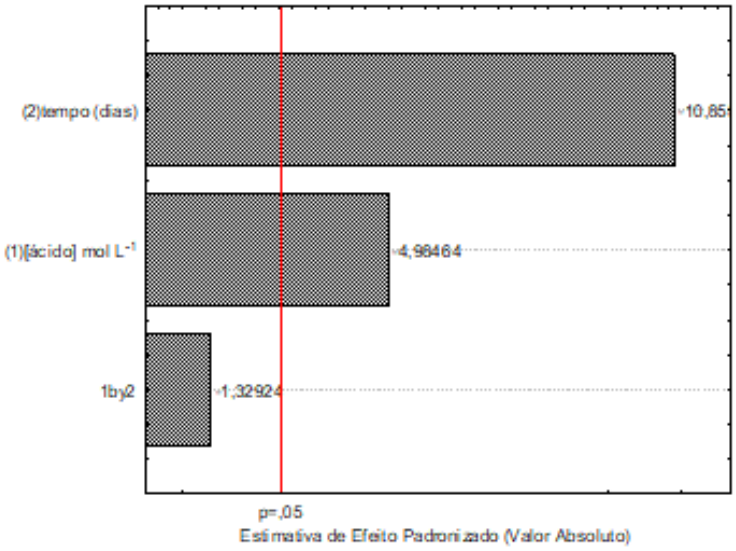
Tabela 12 - Matriz normalizada do planejamento fatorial inicial 2^2.

Ensaios	[ácido] (mol L^{-1})	tempo (dias)	[Cu] mg L^{-1}
1	1 (-1)	1 (-1)	1,29
2	1,5(+1)	1 (-1)	1,21
3	1,0(-1)	3 (+1)	0,54
4	1,5 (+1)	3 (+1)	0,00
5	1,0 (-1)	1 (-1)	1,57
6	1,5 (+1)	1 (-1)	0,99
7	1,0 (-1)	3 (+1)	0,60
8	1,5 (+1)	3 (+1)	0,00

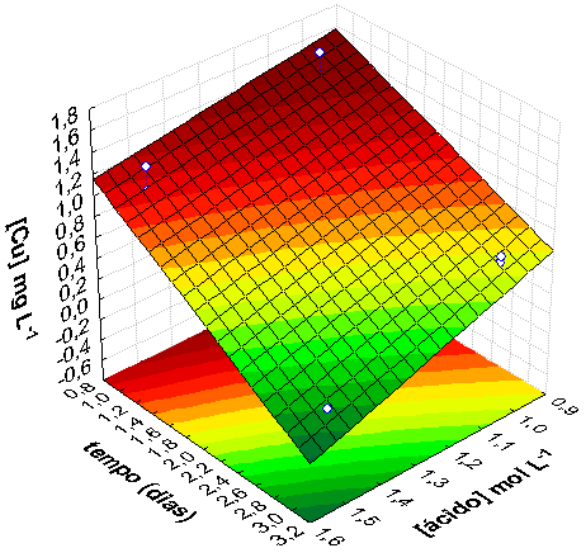
Fonte: Autoria própria

Para os novos valores adotados, percebeu-se que ambas as variáveis foram significativas no processo, como pode ser observado no gráfico de Pareto da Figura 3. Porém, os efeitos foram negativos, ou seja, para obter melhores resultados (maior concentração de cobre lixiviado), menores valores de concentração de ácido e de tempo devem ser adotados no processo. Esse comportamento pode ser melhor compreendido observando a superfície de resposta na Figura 3.

Figura 3 - Gráfico de Pareto do planejamento fatorial 2^2 (a) e superfície de resposta para o processo de lixiviação com ácido hexafluorossilícico (b).



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

Para encontrar uma melhor região de trabalho, experimentos adicionais foram realizados, fixando o processo em 1 dia e diminuindo as concentrações de H_2SiF_6. Cada experimento realizado e seus resultados podem ser vistos na Tabela 6.

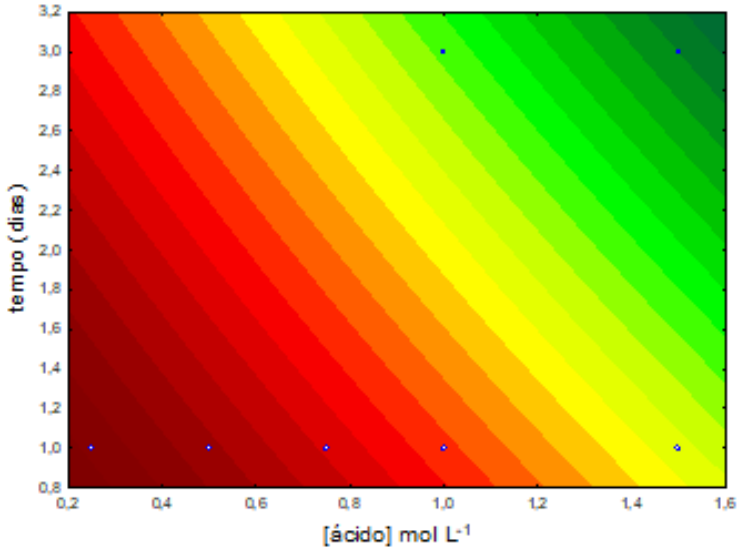
Somando esses novos resultados com os dados do planejamento inicial, foi gerado o gráfico de contorno, visando encontrar uma região ótima de trabalho, Figura 5.

Tabela 6 - Concentração de cobre para 1 dia de lixiviação com baixas concentrações de ácido hexafluorossilícico

[H_2SiF_6] (mol.L^{-1})	[Cu] (mg.L^{-1})
0.75	0.39
0.75	0.54
0.50	2.53
0.50	2.42
0.25	2.26
0.25	2.12

Fonte: Autoria própria.

Figura 5 - Gráfico de contorno para o processo de lixiviação com ácido hexafluorossilícico



Fonte: Autoria própria.

Mais uma vez, observa-se que a região vermelha do gráfico, que indica maiores valores para a variável resposta, encontra-se em baixas concentrações e pequenos períodos de tempo. Como também, de acordo com a Tabela 6, percebe-se que foi encontrada maior concentração de cobre quando se utiliza uma concentração de ácido hexafluorossilícico de 0,5 mol L^{-1} e tempo de 1 dia, obtendo-se uma concentração média de cobre igual a 2,48 mg L^{-1}.

Levando em consideração que, normalmente, as melhores respostas para lixiviação ocorrem com maiores tempos de exposição das amostras em ácidos, a resposta ao ácido hexafluorossilícico não foi comum. A razão para isso pode ter sido devido à formação de óxidos de cobre na superfície de lixiviação, fazendo com que o cobre não estivesse mais em contato direto com o ácido a ser lixiviado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que, em comparação com os ácidos sulfúrico e clorídrico, o ácido hexafluorossilícico foi o que trouxe os melhores resultados para a lixiviação do cobre das PCI estudadas. Além disso, observou-se que pequenas concentrações de ácido hexafluorossilícico e um curto tempo de exposição foram necessários para obter os melhores resultados para o processo, o que é um tanto interessante considerando possíveis aplicações industriais

desse processo de recuperação de cobre. Assim, este trabalho trouxe uma nova proposta de função para o ácido hexafluorossilícico, que é um resíduo das indústrias de fertilizantes e uma forma inovadora de lixiviar cobre de placas de televisão.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPEMIG (PPM 00147-17) e CNPq (313447/2021-7)

REFERÊNCIAS

BIRLOAGA, I.; De Michelis, I.; Ferella, F.; Buzatu, M.; Vegliòet, F. Study on the influence of various factors in the hydrometallurgical processing of waste printed circuit boards for copper and gold recovery. Waste management, v.33, p.935-41, 2013. doi: 10.1016/j.wasman.2013.01.003.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 03/05/2021.

CHAN, J.K.; WONG, M.H; A review of environmental fate, body burdens, and human health risk assessment of PCDD/Fs at two typical electronic waste recycling sites in China. Sci Total Environ 463– 464:1111–1123, 2013. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.07.098.

CHAVES, A.P.; PERES, A. E.C. Teoria e prática do tratamento de minérios. v.3 ed. São Paulo: Signus, 1999.

DAVENPORT, W. G.; KING, M.; SCHLESINGER, M. & BISWAS, A.K. **Extractive metallurgy of cooper**. 5 ed. Oxford: Pergamon, 2002.

DHIR, A.; KOSHTA, N.; GOYAL, R. K.; SAKASHITA, M.; ALMOTAIRI, M. Behavioral Reasoning Theory (BRT) Perspectives on E-waste Recycling and Management. *Journal of Cleaner Production,* 80, 124269, 2021. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124269.

IETC - INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE. **E-waste – Inventory Assessmente Manual**. Vol 1, Japão, 2007. 127 p. Disponível em: http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/EWasteManual_Vol1.pdf.Acesso em: 03/05/2021.

JADHAV, U. AND HOCHENG, H. Hydrometallurgical Recovery of Metals from Large Printed Circuit Board Pieces. Scientific Reports, **5**, 14574, 2015. doi: 10.1038/srep14574.

JOHNSTON, G.P., LEFF, L.G. Bacterial community composition and biogeochemical heterogeneity in PAH-contaminated riverbank sediments. Journal of Soils Sediments, 15, 225–239, 2015. doi:10.1007/s11368-014- 1005-2.

NAKAHARA, H. Types of printed wiring boards. In: COOMBS JR., C.F. (Ed). Printed circits handbook. 6 ed. Nova York: Mc Graw-Hill, 2008. p.1615

OLIVEIRA, P. C. Valorização de Placas de Circuito Impresso por Hidrometalurgia. 2012. 290f. Tese (Mestrado)- Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.

PENG, B., TU, Y., & WEI, G. (2018). Governance of electronic waste recycling based on social
capital embeddedness theory. *Journal of Cleaner Production*, 187, 29-36. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.265.

PGIREEE - PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS, ELETRÔNICOS. Eualdo Lima Pinheiro et al. - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. 40 p.; il.

SILVAS,C. P. F. Utilização de hidrometalurgiae biohidrometalurgia para reciclagem de placas de circuito impresso. 2014. 143f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnida da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SOHAILI, J.; MUNIYANDI, S. K.; MOHAMAD, S. S. A Review on Printed Circuit Board Recycling Technology. International Journal of Scientific & Engineering Research, 3, 1-7, 2012.

SONG Q, L. J. Environmental effects of heavy metals derived from the e-waste recycling activities in China: a systematic review. Waste Management, 34, 2587–2594, 2014. Doi:10.1016/j. wasman.2014.08.012.

SULLIVAN, T.S., MCBRIDE, M.B., THIES, J.E. Soil bacterial and archaeal community composition reflects high spatial heterogeneity of pH, bioavailable Zn, and Cu in a metalliferous peat soil. Soil Biology and Biochemistry, 66,102–109, 2013. doi:10.1016/j.soilbio.2013.06.021.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Metal Recycling Opportunities, Limits, Infrastructure. 2013. Disponível em: http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/
50244/publications/UNEP_report2b_RecyclingOpportunities_130919.pdf
.Acesso em: 15 outubro. 2017.

UNITED NATIONS UNIVERSITY (UNU). **The Global E-waste Monitor 2014 quantities, fows and resourses.** Germany. 2014. Disponível em: http://i.unu.edu/media

/unu.edu/ news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf. Acesso em: 15 outubro 2017.

VIEIRA, B. O.; GUARNIERI, P.; SILVA, L. C.; ALFINITO, S. Prioritizing Barriers to Be Solved to the Implementation of Reverse Logistics of E-Waste in Brazil under a Multicriteria Decision Aid Approach. Sustainability 2020, 12, 4337. doi:10.3390/su12104337.

WANG, Z., GUO, D., & WANG, X. (2016). Determinants of residents' e-waste recycling behaviour intentions: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2016.07.155.

WIDMER, R; OSWALD-KRAPF, H; SINHA-KHETRIWAL, D; SCHNELLMAN, M. & BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review.** v.25, p. 436-458, 2005. doi:10.1016/j.eiar.2005.04.001.

WORLD ECONOMIC FORUM, 2019. A New Circular Vision for Electronics -Time for a Global Reboot. Suíça. 2019. Available online: http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_ Circular_Vision_for_Electronics.pdf (accessed on 03/05/2021)

XUA, Y.; LIA, J.; LILI, L. Current status and future perspective of recycling copper by hydrometallurgy from waste printed circuit boards. Procedia Environmental Sciences, 16, 2012, 560 – 568. doi: 10.1016/j.proenv.2012.10.077.

YOKOYAMA, S. & IJI,M. Recycling of printed wiring boards with mounted eletronic parts. Proceedings of the 1997 IEEE International Symposium on Electronics and Environment. ISEE-1997. doi:10.1109/ISEE.1997.605282.

IMPACTOS DA PANDEMIA NO QUANTITATIVO DE RESÍDUOS ESPECÍFICOS RECOLHIDOS E PARCERIAS ESTABELECIDAS PELO PROGRAMA DE EXTENSÃO "AMIGOS DA RECICLAGEM"

IMPACTS OF THE PANDEMIC ON THE QUANTITATIVES OF SPECIFIC WASTE COLLECTED AND PARTNERSHIPS ESTABLISHED BY THE "AMIGOS DA RECYCLING" EXTENSION PROGRAM

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-30

Júlia Taube [1]
Matheus Araújo do Amaral [2]
Ingrid de Camargo Sofrer [3]
Maria Luisa Neubauer [4]
Alcione Aparecida de Almeida Alves [5]
Aline Raquel Müller Tones [6]

[1] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[2] Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[3] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[4]Graduanda do curso de Ciências Biológicas da. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFF
[5]Professora.Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[6]Professora. Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

RESUMO

O gerenciamento e a gestão de resíduos sólidos constituíram-se como uma problemática ambientalmente desafiadora durante a pandemia, visto que práticas inadequadas de manejo de resíduos aumenta a suscetibilidade a disseminação da COVID-19, ocasionando uma maior propagação do vírus. Portanto, objetivou-se neste trabalho diagnosticar os impactos da pandemia no quantitativo de resíduos específicos recolhidos pelo Programa "Amigos da reciclagem", institucionalizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) que atua no município de Cerro Largo/RS. Nesse sentido, a fim de verificar os aspectos relacionados ao acolhimento do programa pela comunidade realizou-se uma análise quantitativa do fluxo dos pontos de entrega voluntaria de resíduos. Desse modo, torna-se notório que o impacto potencial das medidas de precaução contra a pandemia resultou na redução do quantitativo de resíduos específicos recolhidos, bem como no decréscimo de 50% do PEVs. Assim, as medidas de prevenção adotadas ocasionaram impactos na entrega e na coleta dos resíduos específicos, bem como reduzindo a adesão da população ao programa, devido o potencial de contaminação do COVID-19 pelos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Reciclagem. Meio ambiente. Ecopontos. Covid-19. Sustentabilidade

ABSTRACT

The management and management of solid waste constituted an environmentally challenging issue during the pandemic, as inadequate waste management practices increase the susceptibility to the spread of COVID-19, causing a greater spread of the virus. Therefore, the objective of this work was to diagnose the impacts of the pandemic on the amount of specific waste collected by the "Friends of recycling" Program, institutionalized

at the Federal University of Fronteira Sul (UFFS) that operates in the municipality of Cerro Largo/RS. In this sense, in order to verify the aspects related to the reception of the program by the community, a quantitative analysis of the flow of the points of voluntary delivery of waste was carried out. Thus, it becomes clear that the potential impact of precautionary measures against the pandemic resulted in a reduction in the amount of specific waste collected, as well as a 50% decrease in PEVs. Thus, the preventive measures adopted impacted the delivery and collection of specific waste, as well as reducing the population's adherence to the program, due to the potential for contamination of COVID-19 by solid waste.

Keywords: Recycling. Environment. ecopoints. Covid-19. Sustainability

1. INTRODUÇÃO

O novo coronavírus (COVID-19), surgiu do vírus SARS-CoV-2 que causa uma doença respiratória aguda, foi identificada pela primeira vez em Wuhan, China, em dezembro de 2019 e rapidamente disseminou-se pelo resto do mundo, provocando aumento nos índices de morbidade e mortalidade (ZHOU et al, 2021; WANG et al, 2021). Assim, impactos nas estruturas sociais e econômicas mundiais, foram percebidas para oportunizar a implementação de iniciativas de distanciamento social, replanejamento do sistema público de saúde ou na fabricação e distribuição de produtos de higiene, visando reduzir a propagação do vírus (SHARIF et al, 2021; SAADAT et al, 2020).

A adoção das medidas de prevenção e as políticas públicas de distanciamento social para combater a disseminação do vírus, contribuíram em alguns aspectos de modo favorável ao meio ambiente, resultando na melhoria da qualidade do ar, águas superficiais, balneabilidade em praias públicas e redução do ruido ambiental (MONSERRATE et al, 2020; URBAN; NAKADA, 2021). Contudo, efeitos negativos ao meio ambiente e a saúde pública também foram identificados, estando atrelados principalmente ao aumento da produção de resíduos sólidos e a redução dos sistemas de reciclagem. Tais efeitos negativos, propiciam impactos de curto e longo prazo nas práticas de gestão de resíduos sólidos e, portanto, são motivos de preocupação (BRAGA et al, 2020; YUNUS et al, 2020).

As práticas inadequadas de manejo de resíduos aumentam a suscetibilidade a disseminação da COVID-19, ocasionando uma maior propagação do vírus e, portanto, o gerenciamento adequado destes, constituíram um desafio a ser enfrentado durante a pandemia (DAS et al, 2021; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020). Evidencia-se que o

manuseio inadequado de resíduos e o uso inadequado de equipamentos de proteção individual, são fontes potenciais de disseminação do vírus (KAMPF et al, 2020).

Assim, é de suma importância o gerenciamento eficaz dos resíduos sólidos e sua disposição final ambiental adequada, bem como a implementação de ações estratégicas que consistem em evitar a contaminação do vírus (SINGH et al, 2021; CHEN et al, 2021). De modo a garantir que as instalações de operação de tratamento, reciclagem e descarte dos resíduos não sejam suspensas e que não se tenha nenhum risco a saúde pública (GANGULY; CHAKRABORTY, 2021; KLEMES et al, 2020).

Portanto, os processos de coleta, triagem e descarte adequados, bem como treinamento e conhecimento adequado sobre a transmissão viral entre os trabalhadores, caracteriza-se como uma estratégia eficaz no combate à pandemia, de modo a contribui para a saúde pública (SILVA et al, 2020; WANG et al, 2020). Portanto, torna-se imprescindível manuseá-los adequadamente (SAHIB; HADI, 2021, PRAJAPATI et al., 2021).

No Brasil, destaca-se a Lei Federal Nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual fomenta a coleta seletiva, a reciclagem e a destinação adequada dos resíduos sólidos, bem como determina a responsabilidade compartilhada, contribuindo desta forma com o desenvolvimento ambiental sustentável (BRASIL, 2010). Sendo assim, a gestão dos resíduos sólidos durante a pandemia deverá ser tratada, visando ações de planejamento, gestão e gerenciamento frente às situações emergenciais (COSTA et al, 2020).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho diagnosticar os impactos da pandemia no quantitativo de resíduos específicos recolhidos e parcerias estabelecidas pelo Programa “Amigos da reciclagem”, institucionalizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) que atua no município de Cerro Largo/RS, que visa a logística reversa de resíduos sólidos específicos.

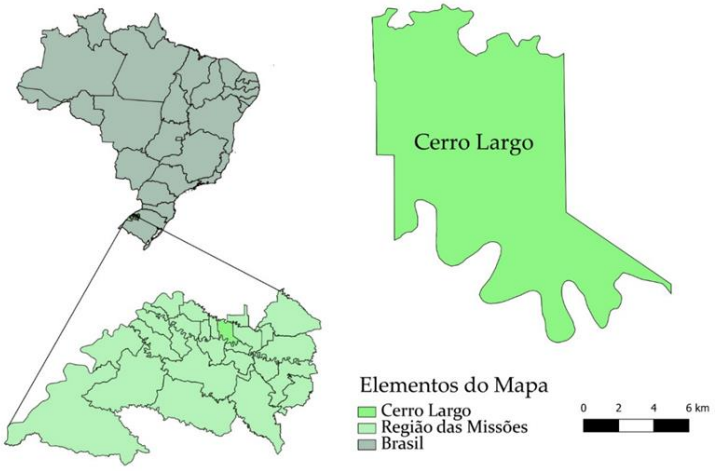
2. METODOLOGIA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O Programa “Amigos da Reciclagem” teve início em 2017, no município de Cerro Largo, situado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Contém uma

população estimada em 14.243 habitantes, e possui uma área territorial de 176.643 Km^2 e densidade demográfica equivalente à 74,79 $habiatntes/Km^2$ (IBGE, 2021).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Cerro Largo/RS.



Fonte: Autoria própria (2022).

2.2. TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo caracterizado como pesquisa-ação, afim de obter êxito na implementação das ações de extensão vinculada a pesquisa e ao ensino. Segundo Koerich (2017) a pesquisa-ação caracteriza-se como um estudo interpretativo que abarca um processo metodológico empírico. Assim compreende o acesso ao conhecimento técnico-cientifico, de modo a identificar a problemática dentro de um contexto social e/ou institucional, visando pelo levantamento de dados objetivando provocar a transformação. Assim, o enquadramento metodológico consiste numa pratica que visa a transformação de uma determinada realidade (SILVA et al, 2021).

2.3. CRIAÇÃO DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIOS (PEVS)

Evidencia que desde o início do programa foram projetados e implementados oito PEVs para o recebimento e armazenagem temporária dos resíduos sólidos específicos, que forma distribuídos em pontos estratégicos na área urbana do município de Cerro Largo, sendo situados: Sicredi, Agencia de Cerro Largo/RS; Clínica de fisioterapia Cerro Saúde; Supermercado Jaescke, unidade centro; Prefeitura municipal de Cerro Largo/RS; Bloco A, Universidade Federal da fronteira Sul, Campus Cerro Largo;

Escola Municipal Padre Jose Shardong; Colégio La Salle Medianeira e Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. Otto Flach.

De modo, que a confecção dos 08 PEVs, consiste da utilização de chapas de fibras de média densidade (MDF), no tamanho de 120 x 80 cm, distribuídos nos pontos comerciais e públicos do município. Assim, envolve a comunidade cerro-larguense direta ou indiretamente a estas ações, estimulando a coleta seletiva, a reciclagem e a destinação adequada dos resíduos sólidos, contribuindo desta forma com o desenvolvimento ambiental e sustentável.

2.4. RESÍDUOS SÓLIDOS ESPECÍFICOS COLETADOS NOS PEVS E LOGÍSTICA REVERSA

Os resíduos sólidos específicos recolhidos nos pontos de entrega voluntária (PEVs) são caracterizados em esponjas e embalagens limpas e secas, embalagens de fraldas, de lenços umedecidos e de absorventes, brinquedos quebrados e materiais escolares em desuso. Assim, visando reduzir a destinação de resíduos sólidos a aterros sanitários, bem como promover ações sustentáveis, como forma de contribuir em âmbito municipal com a segregação de resíduos e mitigar impactos socioambientais negativos.

Os resíduos sólidos específicos provenientes dos PEVs são recolhidos pela equipe da Casa da Amizade, entidade beneficente parceira externa deste programa, que gerencia integralmente o envio destes resíduos que são encaminhados a empresa Terra Cycle em Limeira/SP, assim não havendo movimentação ou recebimento de quaisquer valores por parte do Programa.

Ressalta-se, que a Casa da Amizade realiza projetos sociais em âmbito municipal em auxilio de pessoas vulneráveis economicamente, visando pela arrecadação de equipamentos de proteção individuais (EPIs) para a Cooperativa de Trabalho de Catadores Unidos Pela Natureza (COOPERCAUN), bem como aquisição de alimentos para escola, compra de medicamentos ou pagamento de consulta médica. Evidencia-se que as arrecadações variam conforme demanda da população cerro-larguense.

2.5. MOBILIZAÇÃO SOCIAL

Para instrução da comunidade são promovidas divulgações em mídias digitais que instruem o público-alvo quanto ao armazenamento e destinação dos resíduos específicos a fim de assegurar a melhor qualidade dos materiais segregados e de facilitar a reciclagem. Estas ações constituíram-se de palestras em escolas, divulgações em eventos, distribuição de panfletos, antes da pandemia, e uso de publicação em mídia escrita e mídias sociais (@amigosdareciclagemuffscl), afim de propiciar a disseminação do conhecimento acerca da PNRS e da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos, durante a pandemia, na qual ações presenciais ficaram inviabilizadas.

3. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Desde o início do Programa, em 2017, ressalta-se que os PEVs foram projetados, instalados e encontram-se distribuídos em pontos estratégicos na área urbana do município de Cerro Largo/RS, para que a comunidade possa descartar seus resíduos específicos corretamente.

Ressalta-se que durante a execução do projeto, alguns itens foram substituídos por outros, e algumas tipologias de resíduos específicos foram descontinuadas pela empresa recicladora e outras ainda não tiveram um volume e massa significativos para serem enviadas a empresa, conforme Figura 2.

Figura 2 – Caixa Coletora alocada nos pontos de entrega voluntária.



Fonte: Autoria própria (2022).

Ressalta-se que durante a execução do projeto, alguns itens foram substituídos por outros, e algumas tipologias de resíduos específicos foram descontinuadas pela empresa recicladora e outras ainda não tiveram um volume e massa significativos para serem enviadas a empresa.

O recolhimento social fez com que parte da população permanecesse em suas residências, assim diminuindo o fluxo de pessoas nas ruas, modificando também o padrão de consumo, o tipo e volume de resíduos gerados ocasionando mudanças no descarte de resíduos. Assim, a adoção de medidas de prevenção e políticas públicas de distanciamento social para combater a disseminação do vírus, contribuíram para a redução dos resíduos recolhidos.

No que tange as ações de divulgação, coleta e envio para destinação final, apresenta-se o quantitativo estimado de resíduos específicos recolhidos até junho de 2021, conforme disposto no Tabela 1. Durante a pandemia global COVID 19, a coleta dos materiais caracterizou-se, no ano 2020 em embalagens de fraldas, absorventes e de lenços umedecidos (18 Kg), esponjas e embalagens (2.384 unidades) e instrumentos escolares (2.870 unidades). Em 2021 (até o mês de junho) coletou-se 12 kg em embalagens de fraldas, absorventes e de lenços umedecidos e 868 unidades esponjas e embalagens.

Tabela 1 – Quantificação dos resíduos sólidos coletados

Resíduos Sólidos Específicos	Unidade/kg	2017	2018	2019	2020	2021
Cápsulas de café	Unidades	-	1760	-	-	-
Escova dental e embalagens de creme dental	Unidades	5.270	486	-	-	-
Embalagens de fraldas, absorventes e de lenços umedecidos	Unidades /Kg	-	703	1.547	18	12
Esponjas/embalagens	Unidades	3122	4.085	3.322	2.384	868
Instrumentos de escrita	Unidades	6.648	5.614	4.935	2.870	-

Fonte: Autoria própria (2022).

Nesta contextualização, evidencia-se que as medidas de prevenção adotadas para reduzir a disseminação do Covid-19 ocasionaram impactos no programa de

extensão “Amigos da Reciclagem” afetando a entrega e a coleta dos resíduos específicos. Nota-se a redução dos PEVs de 8 para 4, ou seja, teve-se uma redução de 50%.

Conforme Babbitt et al (2021), a pandemia causou interrupções nos sistemas alimentares, resultando na escassez e no desperdício de alimentos em toda a cadeia de abastecimento. Essas interrupções, por sua vez, alteraram a forma como as pessoas consomem e descartam os resíduos, assim percebe-se um aumento nas compras gerais e uma diminuição na geração de resíduos. Brígida et al (2020), relata que o uso de medidas profiláticas para evitar o contágio do COVID-19 e o isolamento social acarretaram também uma queda nos resíduos domésticos.

No entanto, os produtos plásticos desempenharam um papel significativo na proteção da disseminação do COVID-19. O uso generalizado de equipamentos de proteção individual criou uma grande interrupção na cadeia de suprimentos e no sistema de eliminação de resíduos. Ocorrendo um aumento no descarte de plásticos descartáveis de uso único (máscaras, luvas, aventais e frascos de desinfetantes), a quantidade de resíduos plásticos desde o início da pandemia é estimada em 1,6 milhão tonelada/dia (BENSON et al., 2021).

A quarentena, isolamento social e as ações adotadas para evitar a disseminação do vírus, contribuíram para reduzir a adesão da população ao programa, devido o potencial de contaminação do Covid-19 pelos resíduos sólidos.

Diante disso, torna-se notório a importância da implementação de sistemas eficazes de gestão de resíduos sólidos, objetivando reduzir a sua geração por meio de ações que visam pela prevenção, reciclagem e reutilização (SEWAK et al, 2021). De modo, que o descarte inadequado de resíduos sólidos afeta negativamente o ecossistema, biodiversidade e a saúde pública. Sendo, portanto, de suma importância a valorização dos resíduos (MISHRA et al, 2020; NZEDIEGWU; CHANG, 2020).

Os problemas ocasionados pela gestão inadequada dos resíduos sólidos resultam em impactos socioambientais negativos, emergentes e acumulativos relativos à temática. Dessa forma, diante da pandemia do Covid-19 visando conter a disseminação do vírus necessita-se de políticas públicas eficazes, bem como sistema público de saúde aprimorado, investimento, acesso à informação e respostas objetivas. Visto que, a gestão de resíduos sólidos se torna necessária, pois a manipulação destes materiais é

considerada serviço urgente e essencial a população (SALAM et al, 2021; ASSUAH; SINCLAIR, 2021).

É imprescindível que o gerenciamento e o manejo dos resíduos ocorram de forma eficaz, e que os serviços de reciclagem, tratamento e disposição não sejam suspensos (HANTOKO et al, 2021). Bem como, garantir que sejam elaboradas e implementadas ações estratégicas visando pela saúde pública e que sejam adotadas precauções para proteger os catadores de materiais recicláveis, os garis e operadores a situações de riscos (SEWAK et al, 2021; LYER et al, 2021).

Assim, ressalta-se a logística reversa que propicia a implantação do princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, com intuito de reaproveita-los no processo produtivo. Visando, pela preservação do meio ambiente e, assim, reduzir a degradação do resíduo final, propiciando a pratica da sustentabilidade (CHAVES et al, 2019; OLIVEIRA et al, 2020).

A logística reversa caracteriza-se como um instrumento de desenvolvimento econômico e social que consiste num conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos. Atuando beneficamente na mitigação de impactos ambientais (BRASIL, 2010; SOMPLÁK et al, 2019). Assim, destaca-se a coleta seletiva que atua na separação de materiais com potencial de reciclagem, podendo ser realizada em PEVs, para o descarte dos materiais (AGRAWAL; SINGH, 2019).

Evidencia-se, que a coleta seletiva cumpre um importante papel na gestão integrada de resíduos sólidos pois estimula o hábito de separação de resíduo na fonte geradora para o seu aproveitamento, de modo a promover a educação ambiental da população e visa pela redução do consumo e desperdício além de gerar trabalho e renda (ALBA et al, 2021; FERRONATO et al, 2020).

No entanto, para que que a coleta seletiva ocorra de forma eficaz é imprescindível a responsabilidade e a participação da sociedade, por meio do exercício de cidadania, bem como pela efetivação de normas instituídas, e também a disponibilidade de infraestrutura direcionadas para o gerenciamento e destinação final adequada dos resíduos. Desta forma, podendo reduzir o volume de rejeitos e contribuir com o aumento da vida útil de aterros sanitários (FERREIRA et al, 2017; ZON et al, 2020).

Nesta contextualização, destaca-se os PEVs que se constituem como uma importante ferramenta na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos. Objetivando, proporcionar a redução na geração dos resíduos, de forma a contribuir nos mecanismos de reciclagem e reutilização. Desse modo, estimulam o habito de separação de resíduo na fonte geradora para seu aproveitamento, propiciando a educação ambiental da população e visando a redução do consumo e desperdício, contribuindo desta forma com a qualidade ambiental (BESEN et al, 2017; DUTRA et al, 2018).

A educação ambiental trata-se de um instrumento que desempenha um papel importante no aumento da sustentabilidade, pois caracteriza-se no processo informativo e formativo dos indivíduos, desenvolvendo princípios e modificando atitudes em relação ao meio, tornando a comunidade educativa e consciente de sua realidade (YANG et al, 2021). Assim, propiciando a transformação essencial para a construção de um conhecimento crítico, gerando comprometimento e responsabilidade com a conservação e preservação do meio ambiente, a fim de promover uma gestão sustentável (CRUZ et al, 2017; PERALES et al, 2021).

Para que se tenha a destinação adequada dos resíduos sólidos, é imprescritível promover ações de educação ambiental, que contemple os conceitos de consumo consciente, como formas de contribuir para a minimização do volume gerado, mitigando assim os impactos ambientais, desse modo, contribui na disseminação dos conceitos e na ampliação das práticas sustentáveis. Trata-se de um instrumento capaz de promover mudanças comportamentais necessárias que poderão impactar a qualidade de vida da população (KUNDARIYA et al, 2021; SALAM et al, 2021).

Assim, abrange o fortalecimento da cidadania e a conscientização em relação ao indivíduo e meio ambiente, principalmente no desenvolvimento de ações e políticas públicas proporcionando a instrumentalização para ampliação de práticas adequadas a gesto de resíduos. Durante a pandemia, percebeu-se a necessidade de organizar e responsabilizar a sociedade sobre a gestão de resíduos sólidos (ZON et al, 2020).

Neste contexto, ressalta-se que a universidade possui um papel fundamental na disseminação da sustentabilidade, por meio de programas institucionais que visam integrar valores e princípios ambientais, fomentando a integração regional com o ambiente (ZEITOUNE et al, 2019; NEGASH et al, 2021). Deste modo, a relação entre entidade federais e comunidade externa, é imprescindível para desenvolver estratégias

para mitigar a problemática dos resíduos sólidos, por meio de ações que otimizam o ciclo de vida dos produtos, o qual é preconizado pela PNRS (JIA et al, 2021; VALSAN et al, 2020).

Assim, a educação em gestão integrada de resíduos sólidos assume um espaço de importância com propósito preventivo, especialmente em cenário de pandemia. Contribui para o desenvolvimento de um conjunto de fatores de engajamento para lidar com o manuseio incorreto de resíduos (KUNDARIYA et al, 2021). Evidencia-se que a relação no processo educativo entrelaçado entre Universidade e comunidade é de extrema importância, visto que estabelece um papel de coordenação e comunicação, desenvolvendo ações preventivas e assim objetivando reduzir a disseminação do COVID-19 (SOARES et al, 2020).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de uma estratégia contínua de gestão de resíduos sólidos torna-se imprescindível. Visto que se trata de um serviço de saúde pública essencial, que requer atenção imediata das autoridades durante e após a pandemia. Assim, consiste de fundamental importância para a qualidade de vida de uma comunidade, bem como para o desenvolvimento sustentável da sociedade com o propósito de proporcionar benefícios sociais, econômicos e ambientais, bem como evitar consequências negativas provindas pela ausência de gerenciamento adequado.

Com base, no exposto conclui-se que o programa de extensão “Amigos da Reciclagem” contribui para a efetivação de ações socioeconômicas e ambientais no município de Cerro Largo/RS, conforme preconizado pela PNRS. No entanto, o impacto potencial das medidas de precaução contra a pandemia resultou na redução do quantitativo de resíduos específicos recolhidos, bem como no decréscimo de 50% do PEVs. Assim, as medidas de prevenção adotadas para reduzir a disseminação do vírus ocasionaram impactos no programa afetando a entrega e a coleta dos resíduos específicos, bem como reduzindo a adesão da população ao programa, devido o potencial de contaminação do COVID-19 pelos resíduos sólidos.

Ressalta-se que a gestão inadequada de resíduos sólidos apresenta riscos potenciais para o manuseio de resíduos e contribui na transmissão do vírus. Portanto, é

necessário a adoção de medidas preventivas visando o descarte e a coleta eficaz, abordagens de mitigação de risco, bem como políticas públicas eficientes e rígidas, a fim de prevenir a transmissão do COVID-19 por meio de resíduos sólidos. Assim, proporcionando a promoção da saúde e o bem-estar social.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, S.; SINGH, R. Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach. Resources, **Conservation and Recycling**, v. 150, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104448. Acesso: 20/10/2021.

ALBA, C. M. *et al*. The selective collection of municipal solid waste and other factors determining cost efficiency. An analysis of service provision by spanish municipalities. **Waste Management**, v. 134, p. 11-20, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.039. Acesso: 20/10/2021.

ASSUAH, A.; SINCLAIR, A. J. Solid waste management in western Canadian First Nations. **Waste Management**, v. 129, p. 54-61, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.007. Acesso: 20/10/2021.

BESEN, G. R. *et al*.; Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. **São Paulo: Faculdade de saúde pública/USP**, 2017. Acesso: 22/10/2021.

BRAGA, F. *et al*. COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice Lagoon. **Science of The Total Environment**, v. 736, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139612. Acesso: 06/10/2021.

BRASIL. **Lei Nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial [da] República do Brasil Brasília, DF. 03 de agosto de 2010. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso: 14/10/2021.

CHAVES, G. L. D. *et al*. Logística reversa: o estado da arte e perspectivas futuras. **Engenharia Sanitária e ambiental, SciELO**, v. 24, n. 4, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-41522019172051. Acesso: 20/10/2021.

CHEN, C. *et al*. What medical waste management system may cope With COVID-19 pandemic: Lessons from Wuhan. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 170, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105600. Acesso: 08/10/2021.

COSTA, L. N. et al. COVID-19: O isolamento social e a geração de resíduos sólidos na cidade de São Luís-MA**. Open Journal Systems**, v. 5, 2020. Disponível:

https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10786. Acesso: 12/10/2021.

CRUZ, G. V. *et al*. Gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos em São Tomé e Príncipe: contributos da educação ambiental. **Ambientalmente sustentável: Revista científica galego-lusófona de educación ambiental**, v. 23, n. 1, p. 47-62, 2017. DOI: https://doi.org/10.17979/ams.2017.23-24.1.3365. Acesso: 22/10/2021.

DAS, A. K. *et al.* COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review. **Science of The Total Environment,** v. 778, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220. Acesso: 07/10/2021.

DUTRA, R. M. S. *et al*. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**, v. 77, p. 50-58, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.009. Acesso: 25/10/2021.

FERREIRA, F. *et al*. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**, v. 59, p. 3-13, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.044. Acesso: 20/10/2021.

FERRONATO, N. *et al*. Selective collection of recyclable waste in Universities of low-middle income countries: Lessons learned in Bolivia. **Waste Management**, v. 105, p. 198-210, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.014. Acesso: 20/10/2021.

GANGULY, R. K.; CHAKRABORTY, S. K. Integrated approach in municipal solid waste management in COVID-19 pandemic: Perspectives of a developing country like India in a global scenario. **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**, v. 3, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100087. Acesso: 06/10/2021.

HANTOKO, D. et al. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. **Journal of Environmental Management**, v. 286, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140. Acesso: 20/10/2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico de Cerro Largo**: IBGE, 2021. Disponível: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cerro-largo/panorama. Acesso: 12/10/2021.

JIA, Y. *et al*. Decision-making behavior of rural residents' domestic waste classification in Northwestern of China ——analysis based on environmental responsibility and pollution perception. **Journal of Cleaner Production**, v. 326, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129374. Acesso: 24/10/2021.

KAMPF, G. et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agentes. **Journal of Hospital Infection**, v. 104, p. 246-

251, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022. Acesso: 10/10/2021.

KLEMES, J. J. *et al*. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 127, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883. Acesso: 10/10/2021.

KOERICH, M. S. *et al.* Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. **Revista eletrônica de enfermagem**, v. 11, n. 3, 2017. DOI: https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/47234. Acesso: 10/10/2021.

KULKARNI, B. N.; ANANTHARAMA, V. Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. **Science of The Total Environment**, V. 743, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693. Acesso: 07/10/2021.

KUNDARIYA, N. *et al*. A review on integrated approaches for municipal solid waste for environmental and economical relevance: Monitoring tools, technologies, and strategic innovations. **Bioresource Technology**, v. 342, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125982. Acesso: 20/10/2021.

MISHRA, B. et al. Engineering biocatalytic material for the remediation of pollutants: A comprehensive review. **Environmental Technology & Innovation**, v. 20, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101063. Acesso: 19/10/2021.

MONSERRATE, M. A. Z. *et al*. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of The Total Environment**, v. 728, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813. Acesso: 06/10/2021.

NEGASH, Y. T. et al. Engagement factors for household waste sorting in Ecuador: Improving perceived convenience and environmental attitudes enhances waste sorting capacity. **Resources, Conservation and Recycling,** v. 175, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105893. Acesso: 23/10/2021.

OLIVEIRA, E. F. *et al*. Logistica reversa: importância econômica, social e Ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 4325-4337, 2020. DOI: 10.34188/bjaerv3n4-135. Acesso: 20/10/2021.

PERALES, I. S. *et al*. Educating for the future: How higher education in environmental management affects pro-environmental behaviour. **Journal of Cleaner Production**, v. 321, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128972. Acesso: 22/10/2021.

PRAJAPATI, P. et al. Critical review on technological advancements for effective waste management of municipal solid waste — Updates and way forward. **Environmental Technology & Innovation,** v. 23, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101749. Acesso: 07/10/2021.

SAEIDA, S. et al. Environmental perspective of COVID-19. **Science of The Total Environment**, v. 728, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138870. Acesso: 05/10/2021.

SAHIB, F. S.; HADI, N. S. Truck route optimization in Karbala city for solid waste collection. **Materials today: proceedingss**, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.394. Acesso: 10/10/2021.

SALAM, M. *et al*. Exploring the role of Black Soldier Fly Larva technology for sustainable management of municipal solid waste in developing countries. **Environmental Technology & Innovation**, v. 24, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101934. Acesso: 20/10/2021.

SEWAK, A. et al. Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 298, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113455. Acesso: 19/10/2021.

SEWAK, A. *et al*. Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. Journal of **Environmental Management**, v. 298, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113455. Acesso: 20/10/2021.

SHARIF, N. *et al*. The positive impact of social media on health behavior towards the COVID-19 pandemic in Bangladesh: A web-based cross-sectional study. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 15, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.102206. Acesso: 05/10/2021.

SILVA, A. L. *et al.* Pesquisa em Educação por meio da pesquisa-ação**. Revista eletrônica Pesquisa Educa**, v. 13, n. 30, 2021. Disponível: https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/1060. Acesso: 10/10/2021.

SILVA, A. L. *et al.* Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. **Science of The Total Environment**, v. 742, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565. Acesso: 08/10/2021.

SINGH, E. *et al*. Solid waste management during COVID-19 pandemic: Recovery techniques and responses. **Chemosphere**, v. 288, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132451. Acesso: 05/10/2021.

SOARES, J. F. *et al*. Experiências do GT BU de Prevenção à COVID-19 da UFSC. **Revista informação & Universidade**, v. 2, 2020. Disponível: http://reviu.febab.org.br/index.php/reviu/article/view/41. Acesso: 25/10/2021.

SOMPLÁK, R. *et al*. Contribution to Global Warming Potential by waste producers: Identification by reverse logistic modelling. **Journal of Cleaner Production**, v.

208, p. 1294-1303, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.165. Acesso: 20/10/2021.

URBAN, R. C.; NAKABA, L. Y. K. COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 755, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142471. Acesso: 06/10/2021.

VALSAN, V. *et al.* Effects Of Service-Learning Education Among Engineering Undergraduates: A Scientific Perspective On Sustainable Waste Management**. Procedia Computer Science**, v. 172, p. 770-776, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.110. Acesso: 20/10/2021.

WANG, C. *et al.* A novel coronavirus outbreak of global health concern. **The Lancet**, v. 395, p. 470-473, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9. Acesso: 04/10/2021.

WANG, Q. *et al.* Coronavirus pandemic reduced China's CO2 emissions in short-term, while stimulus packages may lead to emissions growth in medium- and long-term. **Applied Energy**, v. 278, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115735. Acesso: 10/10/2021.

YANG, C. *et al*. Using contemplative photography in transformative sustainability management education: Pedagogical applications in the United States, Russia, and Germany. **The International Journal of Management Education**, v. 19, n. 3, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100568. Acesso: 22/10/2021.

YUNUS, A. P. *et al.* COVID-19 and surface water quality: Improved lake water quality during the lockdown. **Science of The Total Environment**, v. 731, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139012. Acesso: 07/10/2021.

ZEITOUNE, B. *et al*. Práticas sustentáveis: adoção de cultura institucional em IES. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 13, n. 1, 2019. DOI: https://doi.org/10.12712/rpca.v13i1.28165. Acesso: 25/10/2021.

ZHOU, J. *et al.* Changes in social support of pregnant and postnatal mothers during the COVID-19 pandemic. **Midwifery**, v. 103, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.midw.2021.103162. Acesso: 04/10/2021.

ZON, J. L. N. *et al*. Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators. **Waste Management**, v. 118, p. 219-231, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.023. Acesso: 25/10/2021.

NZEDIEGWU, C.; CHANG, S. X. Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 161, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104947. Acesso: 24/10/2021.

LYER, M. *et al*. Environmental survival of SARS-CoV-2 – A solid waste perspective. **Environmental Research**, v. 197, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111015. Acesso: 22/10/2021.

BRÍGIDA, M. M. S. *et al*. Os impactos sócio-econômicos e as consequências ambientais no combate ao covid-19: um estudo de caso. **Brazilian journal of developmente**, v.6, n.11, p.89390-89400, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-385. Acesso: 26/11/2021.

BABBITT, C. *et al*. Behavioral impacts on residential food provisioning, use, and waste during the COVID-19 pandemic. **Sustainable Production and Consumption**, v. 28, p. 315-325, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.04.012. Acesso: 26/11/2021.

BENSON, N. U. *et al*. COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint. **Heliyon**, v. 7, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06343. Acesso: 26/11/2021.

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ESPECÍFICOS: ESTUDO DE CASO DOS ECOPONTOS INSTALADOS NO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO/RS

REVERSE LOGISTICS OF SPECIFIC WASTE: CASE STUDY OF ECOPOINTS INSTALLED IN THE MUNICIPALITY OF CERRO LARGO/RS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-31

Jaqueline Steffler Leobett [1]
Clarice Cardozo de Avila [2]
Ingrid de Camargo Sofrer [3]
Maria Luisa Neubauer [4]
Matheus Araújo do Amaral [5]
Taise Zorzi [6]
Alcione Aparecida de Almeida Alves [7]
Aline Raquel Müller Tones [8]

[1] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul –UFFS
[2] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul –UFFS
[3] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul–UFFS
[4] Graduanda do curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[5] Graduado em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[6] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul –UFFS
[7] Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
[8] Professora Adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

RESUMO

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos (RSU) provoca impactos na sociedade, tanto econômicos, afetando o desenvolvimento econômico da cidade, impactos sociais, como a transmissão de doenças pela proliferação de vetores e impactos ambientais, com a possibilidade de contaminar a água, o solo e o ar. Aliados à crescente população e a rápida modernização, tem-se um aumento no consumo de produtos e serviços. Como consequências, há um aumento na geração de resíduos sólidos, fazendo-se necessário a adoção de medidas mitigadoras corretivas, na qual cita-se a instalação de Ecopontos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) a fim de contribuir para o amplo atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Deste modo, esse estudo tem por objetivo retratar a evolução dos Ecopontos instalados no município de Cerro Largo/RS para logística reversa de resíduos específicos, como materiais de escrita, embalagens plásticas de absorventes, fraldas e lenços umedecidos, esponjas de limpeza e suas embalagens e brinquedos, livre de pilhas e baterias, exceto os de pelúcias. O referido estudo é realizado por meio do programa de extensão “Amigos da Reciclagem” institucionalizado na Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo/RS. Para tanto, foram coletados dados sobre as características das instalações, número de ecopontos e sua distribuição espacial, bem como a quantidade e especificações dos resíduos recebidos, no período de 2018 à 2021. Os Ecopontos no município de Cerro Largo/RS proporcionaram a recolha de uma quantidade considerável de resíduos específicos, e com base nisso propõe-se a ampliação do referido projeto para a Região das Missões.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Ecopontos. Logística reversa.

ABSTRACT

The inadequate management of urban solid waste (USW) causes impacts on society, both economic, affecting the economic development of the city, social impacts, such as disease transmission by the proliferation of vectors, and environmental impacts, with the possibility of contaminating the water, soil and air. Along with the growing population and the rapid modernization, there is an increase in the consumption of products and services. As a consequence, the generation of solid waste also increases, making necessary the adoption of corrective mitigating measures, in which we mention the installation of Ecopoints or Voluntary Delivery Points (VDPs) in order to contribute to the broad attendance of the National Policy of Solid Waste (NPSW). Thus, this study aims to portray the evolution of the Ecopoints installed in the municipality of Cerro Largo/RS for reverse logistics of specific waste, such as writing materials, plastic packaging of sanitary napkins, diapers and wet wipes, cleaning sponges and their packaging and toys, free of batteries, except those of stuffed animals. This study is carried out through the extension program "Friends of Recycling" institutionalized at the Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo/RS. Aiming this, data were collected on the characteristics of the facilities, number of ecopoints and their spatial distribution, as well as the quantity and specifications of the waste received, in the period from 2018 to 2021. The Ecopoints in the municipality of Cerro Largo/RS provided the collection of a considerable amount of specific waste, and based on this, it is proposed to expand the referred project to the Region of Missões.

Keywords: Solid waste management. Eco-points. Reverse logistics.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna está em constante mudança, um dos maiores desafios é enfrentar a geração excessiva e a destinação ambientalmente segura de resíduos sólidos (JACOBI; BESEN, 2011), pois a não recolha dos resíduos, por exemplo, contribuem para a poluição do ar e solo, impactos na saúde pública como dengue e diarreia. (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012). A gestão inadequada dos RSU provoca demasiados impactos ambientais, em concordância com Kaza e colaboradores (2018) podem transmitir doenças por meio da criação de vetores, causar o entupimento de tubulações, proporcionar o aumento de problemas respiratórios provocados pelas partículas da queima de resíduos, sem contar que afeta diretamente o desenvolvimento econômico, a produtividade e a limpeza das comunidades, além de provocar o aumento dos custos da coleta e do tratamento do lixo.

Segundo a Lei Federal nº 12.305/2010 que instituiu a PNRS, os resíduos sólidos urbanos (RSU) englobam os resíduos domiciliares proveniente de atividades domésticas em residências urbanas, e resíduos de limpeza urbana, os quais originam-se da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas além de outros serviços de limpeza urbana.

No Brasil, praticamente todos os resíduos gerados provém de indústrias, comércios, e residências, e em sua grande maioria são descartados de forma errônea,

impossibilitando-os de receberem o correto tratamento antes do seu destino final. A disposição é uma das decisões cruciais que podem afetar muito o desempenho da logística reversa do ponto de vista da sustentabilidade (AGRAWAL; SINGH, 2019).

Uma das principais dificuldades encontradas na gerência dos RSU das pequenas e grandes cidades é a má distribuição bem como a falta de lixeiras dispostas em ruas, avenidas e bairros, especificamente lixeiras de coleta seletiva. Como consequência há o descarte impróprio dos resíduos, que na maioria das vezes encontram-se misturados, ou lançados no meio ambiente, contribuindo no aumento da poluição, além de proporcionar o desperdício de matéria prima.

Outra problemática enfrentada é a ausência de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) que façam o recolhimento de materiais específicos passíveis de reciclagem. Tais resíduos que poderiam ser reciclados muitas vezes são descartados como rejeito pelas cooperativas de reciclagem, com isso tem-se a perda de matéria prima, dado que poderiam ser reciclados, e tornarem-se uma fonte de renda para muitas cooperativas.

Frente a essas situações o interesse e a preocupação quanto à geração, segregação e disposição final dos RSU deu-se de forma mais frequente no meio social. Diante desse contexto, no ano de 2010, entrou em vigor a Lei Federal nº 12.305/2010, instaurando a PNRS com o objetivo de subsidiar na luta pela sustentabilidade, aliando os meios sociais e econômicos ao meio ambiente, a fim de viabilizar a gestão eficiente dos resíduos e contemplar sobre a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Dentro do contexto de gestão de resíduos sólidos tem-se a logística reversa, uma área da logística, voltada para o fluxo físico dos produtos, desde a etapa de geração, armazenamento, coleta, até a destinação final. Por meio da logística reversa os resíduos podem ser reintroduzidos na cadeia produtiva, reduzindo gastos e prejuízos à administração pública e à sociedade. (ALMEIDA, 2020).

Vale ressaltar que apesar de poucos, no Brasil existem Ecopontos destinados a coleta de resíduos específicos, a exemplo do projeto elaborado pelos “Amigos da Reciclagem”, o qual por meio da implementação dos Ecopontos, faz a recolha de materiais de escrita (lápis, borracha, apontador, caneta, canetinha, etc), embalagens de fraldas, lenço umedecidos, absorventes, esponjas de limpeza e sua respectiva embalagem, e brinquedos.

Neste contexto, a instalação de Ecopontos para recolha de resíduos específicos, surge como uma alternativa que objetiva contribuir, incentivar e prestar auxílio ao município no que tange a logística reversa e atendimento da PNRS. Diante do exposto, esse estudo consiste na análise dos Ecopontos instalados pelo programa de extensão "Amigos da reciclagem" vinculado a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) no município de Cerro Largo/RS.

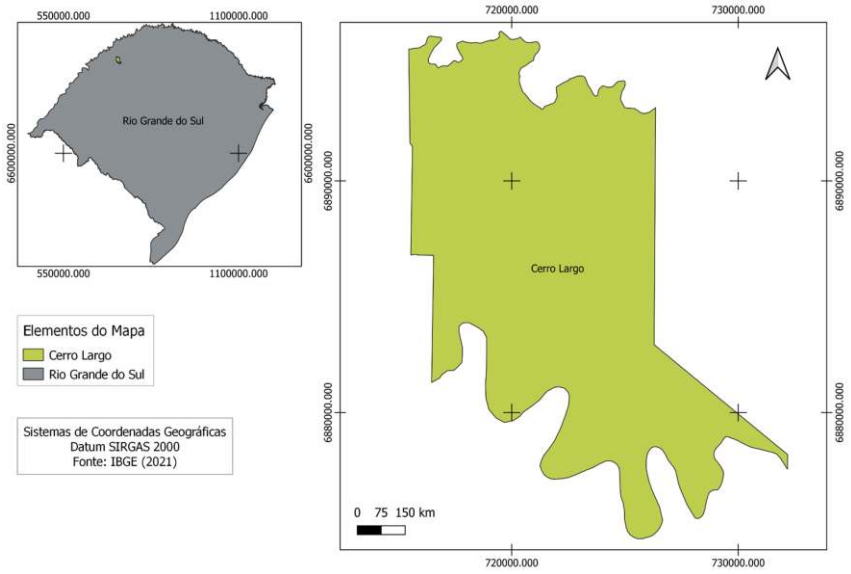
2. METODOLOGIA

Nesta secção serão discutidos assuntos acerca do local de estudo e população da amostra, o tipo estudo e o período de análise, e ainda a coleta e análise dos dados.

2.1. LOCAL DE ESTUDO E POPULAÇÃO DA AMOSTRA

O programa de extensão denominado "Amigos da Reciclagem" é vinculado a Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, localizado no município de Cerro Largo/RS, um município brasileiro, situado no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. O referido município possui uma área territorial de 176.643 km² e conta com uma população estimada de 14.243 habitantes (IBGE, 2021). Com uma densidade demográfica de 74,79 hab/km² (IBGE, 2010). A economia baseia-se na prestação de serviços, comércios, indústrias e no setor agrícola com a produção de milho, soja, trigo, suinocultura e gado de leite. Na Figura 1, é possível observar no mapa a localização do município.

Figura 1 - Localização do Município de Cerro Largo.



Fonte: Autoria própria (2022).

2.2. TIPO DE ESTUDO E PERÍODO DE ANÁLISE

A metodologia deste estudo fundamenta-se na pesquisa acerca das características e da evolução quantitativa das instalações dos Ecopontos, da distribuição espacial, como também a quantidade de resíduos coletados no período de 2018 à 2021.

Trata-se de um estudo classificado como pesquisa-ação, o qual segundo Koerich e colaboradores (2017) é um tipo de pesquisa que compreende a identificação do problema dentro de um contexto social, verifica-se a necessidade de mudança, faz-se o levantamento de possíveis soluções e por fim realiza-se a ação propriamente dita, no sentido de aliar a pesquisa e a ação simultaneamente.

2.3. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para a identificação da situação atual dos ecopontos instalados por meio do Programa de extensão "Amigos da Reciclagem" da UFFS *Campus* Cerro Largo, realizou-se um levantamento de todos os ecopontos instalados desde 2018 a 2021, para descrição qualitativa bem como quantitativa dos resíduos coletados durante esse período. Esse levantamento inclui ainda a descrição dos pontos que foram desativados durante esse período, bem como a distribuição espacial atual no município.

A análise dos dados supracitados, tem como intuito a realização de um diagnóstico da situação atual quanto ao desempenho da logística reversa dos resíduos específicos vinculados ao Programa de extensão, em âmbito municipal, buscando propor alternativas ou formas de minimizar os impactos provenientes de seu descarte inadequado, e auxiliar na identificação das fragilidades inerentes ao Programa, com a proposição de adequações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão abordadas questões pertinentes dos resíduos sólidos específicos, contemplando os Ecopontos no município de Cerro Largo/RS, a localização espacial dos Ecopontos, o histórico do programa de extensão "Amigos da Reciclagem", desde o ano de implantação dos ecopontos até os dias atuais, e ainda serão abordados os resíduos coletados ao decorrer do projeto.

3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS ESPECÍFICOS – ECOPONTOS EM CERRO LARGO/RS

Os Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) ou também denominados Ecopontos são locais destinados a receber resíduos específicos que posteriormente serão enviados para a reciclagem. A destinação dos resíduos nos Ecopontos é realizada de forma voluntária e gratuita através dos munícipes, com o objetivo de conscientizar e mobilizar a população, alunos e crianças a realizarem a correta segregação dos materiais.

Nos pontos de coleta instalados na cidade de Cerro Largo inicialmente (2018 a 2019) eram coletados instrumentos de higiene bucal como escovas de dentes, tubos de creme dental e as embalagens de ambos, contudo atualmente não há mais o recolhimento desses materiais. Até abril de 2022 eram coletados também embalagens de interior metalizado, como embalagens de chocolates, barra de cereal, salgadinhos, misturas para bolo, e embalagens de ovos de páscoa, entretanto no momento atual não são mais recolhidos tais resíduos, pois houve um cancelamento de contrato entre as empresas TerraCycle e a empresa que realizava a logística reversa.

Atualmente são coletados instrumentos de escrita pós-consumo, como canetas, pincel marcador permanente e marcador de quadro branco, lápis, grafite, lápis colorido, lapiseira, apontadores, borrachas e marca-texto.

São coletados ainda brinquedos que não apresentam condições de uso, livres de baterias ou pilhas, todos exceto os brinquedos de pelúcia, embalagens de fraldas, lenços umedecidos e absorventes, e ainda esponjas de uso doméstico devidamente limpas e secas, e sua respectiva embalagem. Vale ressaltar que é importante que os materiais descartados nos Ecopontos estejam limpos e secos, para facilitar o posterior manuseio.

Quanto ao recolhimento dos resíduos, é realizado através da equipe da Casa da Amizade, uma entidade que é parceira e beneficiada desta ação, que atua no município desde 1977, prestando trabalho de apoio cultural, social e beneficente, auxiliando pessoas com vulnerabilidade econômica, realiza arrecadação de equipamento de proteção individual (EPI) para a Cooperativa de Trabalho de Catadores Unidos Pela Natureza (COOPERCAUN), além de adquirir alimentos para escolas (TAUBE *et al.,* 2022). Após o recolhimento, os resíduos são encaminhados para o local de armazenamento, para serem contabilizados e empacotados, e posteriormente enviados para o TerraCycle.

Quanto a sua organização, os PEVs são constituídos de chapas de fibras de média densidade (MDF), com um tamanho de 120x80 cm, confeccionados com os materiais a serem recolhidos, possuem quatro divisórias para o depósito dos materiais, que se encontram descritos e estampados na caixa coletora. Nas Fotografias 1 e 2 a seguir é possível observar a estrutura inicial, e atualizada dos Ecopontos instalados na cidade.

Fotografia 1 - Modelo inicial da caixa coletora



Fonte: Autoria própria (2022).

Fotografia 2 - Modelo atualizado da caixa coletora



Fonte: Autoria própria (2022).

A adoção de estratégias para contribuir na gestão dos resíduos, como a instalação de Ecopontos, auxilia na implantação de sistemas de logística reversa, contribuindo para uma gestão ambientalmente adequada visto que são alternativas para descartar de forma correta resíduos sólidos específicos, promovendo a diminuição de despejos irregulares (OLIVEIRA, 2016).

3.2. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ECOPONTOS EM CERRO LARGO/RS

Quanto à distribuição dos Ecopontos no município, os mesmos encontram-se dispersos na cidade de Cerro Largo, tanto no Centro da cidade, como também em bairros, Escolas e lugares mais afastados, para que se tenha um maior alcance à comunidade, e a participação de crianças e alunos.

Figura 2 - Distribuição dos Ecopontos em funcionamento no Município de Cerro Largo



Fonte: Google Earth (2022).

Diante da Figura 2, é possível identificar os locais que estão dispostos no município, os Ecopontos que se encontram em funcionamento e observa-se que há a possibilidade de instalação de novos Ecopontos como forma de obter uma melhor distribuição espacial dos mesmos. As novas instalações podem ser efetuadas próximos a bairros e áreas mais afastadas, para contemplar uma maior parcela da população, visto que os Ecopontos existentes situam- se na área central do município, onde há uma maior circulação da população.

3.3. HISTÓRICO DO PROGRAMA DE EXTENSÃO "AMIGOS DA RECICLAGEM"

O programa de extensão "Amigos da reciclagem" iniciou as atividades em outubro de 2017, onde houve a instalação do primeiro Ecoponto, localizado no Colégio La Salle Medianeira.

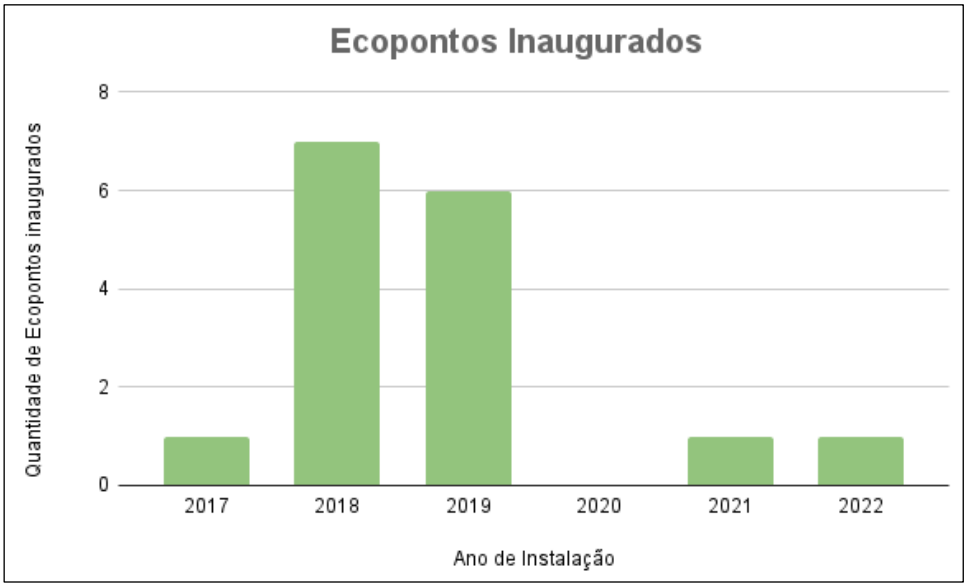
No ano seguinte, em 2018, foram instalados 7 novos Ecopontos, localizados no Supermercado Jaeschke Centro e Bairro; Escola Estadual de Ensino Fundamental Padre Traezel; Supermercado São Roque; Escola Estadual de Educação Fundamental Dr Otto Flach; Escola Municipal Padre José Schardong e UFFS- Bloco A.

Em 2019 realizou-se a instalação de 6 novos Ecopontos localizados no Banco do Brasil; Centro Administrativo Lojas Becker; Consultório de Fisioterapia Anelena Jaeschke e Bruna Wenzel; Loja da Iara; Livraria e Papelaria Central e Prefeitura Municipal de Cerro Largo.

No ano de 2020, em virtude da pandemia provocada pelo Coronavírus, não foram efetuadas novas instalações, entretanto o recolhimento dos resíduos prosseguiu nos Ecopontos já existentes. Em 2021 efetuou-se a instalação de um Ecoponto, situado na Sicredi. E em 2022, até o momento atual, instalou-se um Ecoponto, localizado na Tchê Farmácias.

No Gráfico 1 está demonstrado o crescimento das instalações dos Ecopontos no decorrer dos anos, desde 2017 até 2022.

Gráfico 1 - Quantitativo de Ecopontos instalados em cada ano.



Fonte: Autoria própria (2022).

Como evidenciado pelo Gráfico 1, durante os anos de 2020 e 2021 houve uma diminuição nas atividades de instalação devido a pandemia provocada pelo coronavírus, visto que muitos não estavam em funcionamento. Constatou-se também uma diminuição na recolha dos resíduos, pois houve o fechamento de diversos estabelecimentos da cidade, como também muitos deixaram de alocar os coletores, provocando uma diminuição no número de Ecopontos do município.

Em sua totalidade foram instalados 16 Ecopontos em pontos estratégicos na área urbana de Cerro Largo, o que possibilita o recolhimento de uma quantidade significativa de resíduos sólidos específicos, sendo uma ferramenta de grande valia para o município, uma vez que torna possível o correto tratamento e destino final para diversos tipos de resíduos. Entretanto, nem todos os PEVs permanecem em funcionamento atualmente.

Para que haja eficiência na execução do projeto, são necessários parceiros externos que disponham locais para a instalação dos Ecopontos, no presente momento encontram-se em funcionamento 07 Ecopontos distribuídos na cidade, promovendo a recolha de resíduos específicos, os quais podem ser citados a seguir.

Há um Ecoponto localizado na Prefeitura Municipal de Cerro Largo, em que a mesma se encontra situada no centro da cidade.

O Colégio La Salle Medianeira localiza-se no Centro da cidade, é uma escola privada que atende aproximadamente 380 alunos de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e conta com uma caixa coletora na área de circulação dos alunos.

O Supermercado Jaeschke Centro localiza-se no centro da cidade, e conta com uma caixa coletora no estacionamento. A Universidade Federal da Fronteira Sul é uma instituição de ensino superior pública, instalada próxima do Centro da cidade, é a instituição responsável pela criação do projeto, bem como pela execução do mesmo. O Campus de Cerro Largo/RS atende 1.195 estudantes de graduação, 114 alunos de mestrado, e 96 docentes. O Ecoponto foi instalado no Bloco-A, no saguão do prédio, uma vez que é o bloco onde encontram-se os estudantes, cantina, salas de aula e a biblioteca.

Fotografia 3 - Colégio La Salle Med. (esquerda)
Fotografia 4 – Supermercado (centro)
Fotografia 5 - UFFS – Bloco A (direita)







Fonte: Autoria própria (2022). Fonte: Autoria própria (2022). Fonte: Autoria própria (2022).

A Agência Sicredi é uma instituição bancária, situada no centro da cidade, e possui uma caixa coletora localizada dentro da agência, onde há a circulação da

população. O Consultório de Fisioterapia Anelena Jaeschke e Bruna Wenzel, encontra-se localizada no centro da cidade, e conta com uma caixa coletora situada na sala de espera do consultório. E por fim tem-se a Tchê Farmácias, uma rede de farmácias, localizada no centro da cidade, e possui uma caixa coletora situada dentro da farmácia, próximo da vitrine.

Fotografia 6 - Agência Sicredi (esquerda)
Fotografia 7 - Consultório de Fisioterapia Anelena J. e Bruna W. Fotografia (centro)
Fotografia 8 - Tchê Farmácias (direita)



Fonte: Autoria própria (2022).



Fonte: Autoria própria (2022).



Fonte: Autoria própria (2022).

3.4. QUANTITATIVO DOS RESÍDUOS COLETADOS

Com a implantação do projeto no ano de 2017, iniciaram-se as coletas nos Ecopontos instalados, e até a metade do ano de 2021, foi possível arrecadar uma quantidade significativa de alguns resíduos específicos. No Quadro 1 estão elencados os resíduos coletados entre os anos 2017 e 2021, bem como a respectiva quantidade.

Quadro 1 – Quantificação dos resíduos sólidos coletados desde a implementação.

Resíduos Sólidos Específicos	Unidade/kg	2017	2018	2019	2020	2021
Cápsulas de café	Unidades	-	1760	-	-	-
Escova dental e embalagens de creme dental	Unidades	5.270	486	-	-	-
Embalagens de fraldas, absorventes e de lenços umedecidos	Unidades /Kg	-	703	1.547	18	12
Esponjas/embalagens	Unidades	3122	4.085	3.322	2.384	868
Instrumentos de escrita	Unidades	6.648	5.614	4.935	2.870	-

Fonte: Taube *et al.,* (2022).

Conforme evidenciado no Quadro 1, desde o ano de 2017 os Ecopontos juntamente com os munícipes tornaram possíveis a recolha de uma grande quantidade de resíduos específicos no município de Cerro Largo/RS, totalizando 1.760 unidades de cápsulas de café; 5.756 unidades de escovas dental e embalagens de creme dental; 2.280 embalagens de fraldas, absorventes e de lenços umedecidos; 13.781 unidades de esponjas e embalagens de esponjas; e por fim 20.067 unidades de instrumentos de escrita. A coleta realizada até o momento atual foi de grande valia, visto que tornou possível a destinação adequada para mais de 43.600 unidades de resíduos específicos.

Conforme aborda Resch e colaboradores (2012) a reciclagem envolve alguns processos da logística reversa, a coleta, o processo combinado de inspeção, seleção e triagem, o reprocessamento, e a redistribuição.

Em suma, os Ecopontos possuem a finalidade de contribuir com a correta segregação de resíduos sólidos urbanos, auxiliando a logística reversa nas etapas de recolha e separação dos materiais, além de ser um instrumento de cunho educativo, permitindo o ensinamento da correta separação dos resíduos sólidos.

Atividades como estas realizadas pelo programa, em concordância com Besen e colaboradores (2017) promovem a economia dos recursos naturais e de insumos, o reuso de materiais, a ampliação do mercado da reciclagem, a educação para um consumo mais consciente e, a inclusão socioprodutiva de catadores de materiais recicláveis

4. CONCLUSÃO

É perceptível que as ações realizadas pelo projeto de extensão “Amigos da Reciclagem” têm contribuído na gerência dos RSU no município, auxiliando na segregação e reciclagem dos materiais. A instalação dos Ecopontos na cidade de Cerro Largo possui o intuito de auxiliar na gestão dos resíduos sólidos do município, estimular os cidadãos a realizarem a correta segregação de resíduos sólidos, e ainda auxilia na solução de problemáticas de pessoas em vulnerabilidade social e trabalhadores da COOPERCAUN, visto que são apoiados pela Casa da Amizade.

A inserção desses Ecopontos trouxe resultados positivos, uma vez que foi possível coletar uma quantidade considerável de resíduos específicos, com tratamento

e disposição final adequados. Os Ecopontos além de serem fundamentais para a preservação ambiental, tornam a coleta seletiva mais eficiente e o processo de reciclagem mais acessível, visto que os resíduos depositados nos coletores já estão previamente separados, e devidamente limpos.

Em vista disso propõe-se a ampliação dos Ecopontos para a Região das Missões, a fim de proporcionar aos resíduos o seu correto manejo, tratamento e destino final, como forma de preservar o meio ambiente e estimular os cidadãos a cooperarem. A ampliação desse projeto para as demais cidades promove a difusão da preservação e sustentabilidade, além de tornar possível o correto manejo e disposição final para diversos resíduos específicos.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, Saurabh; KR SINGH, Rajesh. Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 150. 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104448. Disponível:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919303490. Acesso: 27 abril. 2022.

AGUIAR, Leonardo dos Santos; VEIGA, Lilian Bechara Elabras. A problemática dos Resíduos Sólidos no Brasil: Uma análise dos Instrumentos de Gestão Ambiental em um Aterro Sanitário no município de Nova Friburgo. 2020. **XXI ENGEMA: Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente.** Disponível: http://engemausp.submissao.com.br/22/anais/arquivos/200.pdf?v=1653596083. Acesso: 18 abril. 2022.

ALMEIDA, Valéria Campos de. Coleta seletiva de resíduos sólidos em Fortaleza-CE: uma avaliação do ecoponto do bairro de Fátima. 2020. 147 f. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível: http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/51168. Acesso: 02/05/2022.

AMARAL, Matheus Araújo do et al. Planejamento e Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos: Desafios na Organização da Coleta Seletiva e Fomento de Cooperativa de Catadores no município de Cerro Largo/RS. 2017. Acesso: 02 maio. 2022.

BESEN, Gina Rizpah; GUNTHER, Wanda Maria Risso; RIBEIRO, Helena; JACOBI, Pedro Roberto; DIAS, Sonia Maria. Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. **São Paulo: Faculdade de saúde pública/USP**, 2017. Disponível:http://paineira.usp.br/pics/sites/default/files/anexos/livro_GestaoColetaSeletivaIEE-USP-edicao-pd-DOI-2020.pdf. Acesso: 05 maio. 2022.

BRASIL, **Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2010. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso: 03 abril. 2022.

HOORNWEG, Daniel; BHADA-TATA, Perinaz. **What a Waste**: A Global Review of Solid Waste Management. 2012. World Bank, Washington, DC. Disponível: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388. Acesso: 12 maio. 2022.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Censo demográfico**, 2010. Disponível: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama. Acesso: 18 abril. 2022.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rispa. Gestão de Resíduos Sólidos em São Paulo: os desafios da sustentabilidade. **Estud. Av.** São Paulo, v. 25, n. 71, pág. 135-158, abril de 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010. Disponível: http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142011000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso: 19 maio. 2022.

KAZA, Silpa; YAO, Lisa; BHADA-TATA, Perinaz; VAN WOERDEN, Frank. 2018. **What a Waste 2.0:** A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.World Bank, Washington, DC. Disponível: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317. Acesso: 20 abril. 2022.

KOERICH, Magda Santos et al. Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. Revista Eletrônica de Enfermagem. 2009. DOI: https://doi.org/10.5216/ree.v11.47234. Disponível: https://revistas.ufg.br/fen/article/view/47234. Acesso: 05 maio. 2022.

La Salle Medianeira. Disponível: https://lasalle.edu.br/medianeira/sobre-o-colegio/quem-somos. Acesso: 25 abril. 2022.

OLIVEIRA, Felipe Machado Rodrigues de. A importância dos ecopontos no município de Rio Claro – SP. 2016. Disponível: http://hdl.handle.net/11449/155117. Acesso: 25 maio. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CERRO LARGO. **Dados Gerais**. Cerro Largo/RS, 2017. Disponível: https://www.cerrolargo.rs.gov.br/site/conteudos/2040-dados-gerais. Acesso: 18 abril. 2022

RESCH, Sibelly: MATHEUS, Ricardo: Ferreira, Meire de Fátima. Logística Reversa: O caso dos Ecopontos do Município de São Paulo. 2012. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços.** DOI: http://dx.doi.org/10.15603/2177-7284/regs.v3n1p413-430. Acesso em: 07 jun. 2022.

TAUBE, Júlia et al. Ponto de Entrega Voluntária como Estratégia na Gestão de Resíduos Sólidos Específicos: caso do município de Cerro Largo/RS. 2021. Disponível: https://periodicos.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/13809/9515. Acesso: 27 abril. 2022.

PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO: UMA ALTERNATIVA PARA A DESTINAÇÃO CORRETA DE ÓLEOS RESIDUAIS DE FRITURAS NA CIDADE DE PEDREIRAS - MA

PRODUCTION OF ECOLOGICAL SOAP: AN ALTERNATIVE FOR THE CORRECT DESTINATION OF RESIDUAL OILS FROM FRYING IN THE CITY OF PEDREIRAS – MA

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-32

Rosany Machado de Melo [1]
Lucas Gabriel Póvoas Silva [2]
Cinthya Costa Lopes [3]
Alamgir Khan [4]
Raquel Maria Trindade Fernandes [5]

[1] Graduada pelo curso de Ciências com habilitação em Biologia pelo programa Darcy Ribeiro. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
[2] Graduando do curso de Química Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
[3] Graduanda do curso de Química Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
[4] Professor Adjunto do Departamento de Química. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
[4] Professora Adjunta do Departamento de Química. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

RESUMO

O referido trabalho trouxe uma proposta de metodologia pedagógica com ênfase em educação ambiental através da reciclagem de óleos de frituras residuais e sua utilização na produção de sabão ecológico, os mesmos foram oriundos de uma comunidade da cidade de Pedreiras no Estado do Maranhão. O objetivo foi que houvesse uma redução no descarte incorreto desta matéria-prima em um ambiente que já sofre com a falta de saneamento básico, além de preservar um dos maiores bens pertencentes a cidade que é o Rio Mearim. A significância deste trabalho perpassa sobre como pequenas atitudes podem gerar resultados positivos dentro de uma comunidade pequena, representada por uma associação sem fins lucrativos e de como esta prática educacional se torna fundamental para que a população realize ações sustentáveis, avaliando sobre os seus hábitos falhos que eventualmente são feitos por falta de conhecimento sobre a responsabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Educação ambiental. Reciclagem. Óleos residuais. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work brought a proposal for a pedagogical methodology with an emphasis on environmental education through the recycling of residual frying oils and their use in the production of ecological soap, they came from a community in the city of Pedreiras in the State of Maranhão. The objective was to reduce the incorrect disposal of this raw material in an environment that already suffers from a lack of basic sanitation, in addition to preserving one of the greatest assets belonging to the city, which is the Mearim River. The significance of this work pervades how small attitudes can generate positive results within a small community, represented by a non-profit association and how this educational practice becomes fundamental for the population to carry out sustainable actions, evaluating their flawed habits that they are eventually made due to lack of knowledge about socio-environmental responsibility.

Keywords: Environment education. Recycling. Residual oils. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Diversos foram os avanços em inovações tecnológicas por todo o mundo quando se fala em procura por alternativas para minimizar a degradação do meio ambiente. Vale destacar que estas ações são feitas de diversos modos como nos ambientes de trabalho, permeação de informações pela mídia e em muitos casos disseminação digital. No entanto, muitas cidades ainda não acompanham deste ritmo de propagação de conteúdos, tornando-se difícil criar medidas para a popularização de uma educação ambiental de qualidade.

Dentro de uma comunidade, todos devem participar efetivamente da preservação do seu meio ambiente, levando em conta sua realidade e seus meios de sobrevivências. Quando há alguma atividade que transpasse da rotina dos habitantes, pode ocorrer possíveis resultados positivos, sempre destacando a capacidade social de cada participante dentro dessa conscientização sobre os métodos de sustentabilidade, que infelizmente ainda são limitados.

Dentro da sociedade, há uma consciência de muito cidadãos e dos órgãos ambientais da falta de saneamento básico e de como a depreciação deste sistema resulta em atividades ecologicamente negligentes, além do descaso com os ecossistemas pertencentes aquela área. Com isso é importante a aplicação de metodologias pedagógicas que visem a elaboração de planos e posteriormente atividades ecológicas com consequências visíveis aos olhos de quem as pratica, permeando a ideia de que cada atitude serve como papel importante para que no futuro se possa ainda desfrutar do meio ambiente.

Algumas questões ambientais são frequentemente questionadas e a qualquer momento pode-se constatar que tais ações ofensivas ao meio ambiente devem ser problematizadas. No entanto, o consumo excessivo de produtos químicos, o uso excessivo de água e a poluição industrial não são os únicos fatores preocupantes que merecem questionamento social. Em consequência da alta presença de óleo em rios, lagos, riachos e oceanos, a poluição nestes locais cresce de forma exorbitante.

São utilizados diariamente óleos e gorduras nas cozinhas das pessoas durante a preparação de refeições. Ambos são substâncias insolúveis em água (caráter hidrofóbicas) de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas por um

processo de condensação entre glicerol e ácidos graxos (chamados triglicerídeos). Quando são utilizados, tornam-se inviáveis ao consumo humano pois há um aumento na acidez do produto, ocorrendo assim a modificação do odor e do sabor destes óleos.

Considerando as perspectivas abordadas até aqui, fomentou-se a realização deste trabalho com o enfoque relacionado a problemática ambiental, a reciclagem de óleos residuais de fritura como matéria-prima para a produção de sabão ecológico. De acordo com isso, principalmente quanto a procura por meios que visem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TRATAMENTO DE QUESTÕES AMBIENTAIS

O desenvolvimento tecnológico aliado ao avanço da industrialização por todo o mundo se tornou o fator mais alarmantes quando tratamos de questões e desastres ambientais. Estes sistemas de crescimento visam uma evolução financeira e a consequência ao meio ambiente são danos irreversíveis a natureza. O homem por si só já anseia por novas tecnologias e ações que visem uma sobrevivência, momentânea de prazer, e isso sempre causou resultados no ambiente ao seu redor. (LEITE, 2010).

A atividade industrial sempre buscou novos lucros e meios de geração que em que há o envolvimento de menos de energia, e que de certa forma, lhes fosse mais favorável economicamente. A satisfação humana, a geração de renda e lucro são os pontos definitivos para que haja novas formas de pesquisa e possivelmente novas alternativas que visam o acúmulo de riquezas. No entanto, há uma ambição que transcende os cenários de cuidados do homem com o meio ambiente e como consequência há os resultados negativos já conhecidos pela sociedade, como vários exemplos de degradação e agressões ambientais.

É notório que os impactos passaram de simples desmatamentos na época da pré-história para grandes tragédias que são resultados de ações diárias e sem controle, atingindo áreas terrestres e o ar como um todo em decorrência do agravamento do efeito estufa. Baseado nesta ideia, também deve-se levar em consideração que quanto mais problemas devido a poluição, mais ocorrerá problemas com a vida marinha e de diversos ambientes aquáticos.

A partir desta problemática, busca-se ideias alternativas e mais efetivas que numa escala mais global, possa se existir um monitoramento das condições ambientais. Utilizar dos avanços da tecnologia como um aliado na propagação de ações ambientais é de grande importância, ou seja, usar destes meios altamente difundidos para movimentos em relação ao desenvolvimento sustentável, gerando abordagens mais eficientes e recentes para a política de saúde do meio ambiente.

Alguns lugares observam estas ações como perspectivas mais exploratórios e que devem ser regidas por leis que realmente possam ser compridas como no Estado do Maranhão que instituiu a Política de Educação Ambiental do Estado que foram criados para ser um instrumento balizador das políticas e dos mais diversos intuitos educacionais em relação ao meio ambiente.

2.2. O ÓLEO DE FRITURA COMO MATÉRIA-PRIMA DE SABÃO

Como uma destas alternativas encontradas, levando em consideração saberes populares, busca-se a produção de sabão utilizando de óleos residuais de frituras oriundos de residências como meio para uma diminuição da poluição de ambientes aquáticos, descarte incorreto deste resíduo e crescimento econômico utilizando de matéria prima de baixo custo. Mesmo a produção de sabão ecológico sendo uma atividade amplamente trabalhada em diversas partes do mundo, em muitos ambientes não se tem um controle na produção, isso vale tanto para quantidade de reagentes – inferindo em possíveis danos à saúde, quando no armazenamento e modo de uso. A seleção da matéria-prima é fundamental para a produção do sabão, deve-se levar em conta aspectos que incluem custo, rendimento, composição e pureza. A região é um fator também muito decisivo.

Segundo a Oil Word (2018), o Brasil tem porte para produzir cerca de 9 bilhões de litros de óleos vegetais por ano. Com base nestes valores, quase 1/3 vai exclusivamente para a produção de óleos comestíveis para uso em ambientes domésticos. A difusão da fritura nas casas das pessoas é um hábito rotineiro, este processo de fritura por imersão (alimento submergido em óleo ou gordura, sob altas temperaturas) gera um alto volume diário de óleo residual que, em muitas ocasiões não são reciclados (DOBARGANES; MÁRQUEZ RUÍZ, 1998; MCSAVAGE; TREVISAN, 2001).

Existe uma diferença entre óleo e gordura, respectivamente um tem caráter líquido e o outro sólido. Para além disto, é pertinente falar que tais substâncias são compostas principalmente de triglicerídeos, existindo assim as proporções de grupos acila saturados e insaturados presentes nos respectivos, dos óleos as cadeias carbônicas são insaturadas, tornando-os líquidos à temperatura ambiente de 20ºC, ao passo que nas gorduras as cadeias carbônicas são saturadas, deixando-as sólidas à mesma temperatura ambiente. (MORETTO; FETT,1998).

A forma de descarte dos óleos de fritura vem sendo um dos principais pontos a se discutir dentro desta temática de reutilização deste material, a degradação do mesmo emite gás metano. Também pode ocorrer este mesmo processo no ambiente marítimo, as bactérias anaeróbicas mediam toda ação, isso por meio da ausência de oxigênio no local de atuação (D'AVIGNON, 2010). Não somente o ar e o ambiente marítimo podem ser contaminados pelo descarte irregular dos óleos. O solo também tem sua parcela danificada devido aos danos de contato direto, fazendo com que as preocupações sejam gigantescas em relação a contaminação de alimentos, morte da vegetação atingida e infertilidade do local, isso tudo atingindo o ser humano de forma direta.

O óleo vegetal é um dos poluentes orgânicos que está presente nas residências e sendo descartado indevidamente na natureza. Seu uso contínuo e intensificado deve-se as propriedades específicas para a alimentação humana. Para Silva et al:

> Os óleos vegetais são larga e universalmente consumidos para a preparação de alimentos nos domicílios e estabelecimentos industriais e comerciais de produção de alimentos. A importância da utilização de óleos no preparo de alimentos é, hoje, indiscutível. A fritura é uma operação de preparação rápida e confere aos alimentos fritos características únicas de saciedade, aroma, sabor e palatabilidade. (SILVA et al, 2007, p. 59).]

Além dos problemas anteriormente citados, o óleo tem propriedade impermeabilizante por ser menos denso que a água. Esta característica resulta em uma película sobrenadante e acarreta no impedimento da oxigenação do meio aquático, por isso fica evidente os grandes desastres pertinentes a mortes de peixes e outros seres vivos que necessitam do oxigênio para sua sobrevivência.

Pesquisas indicam que a contaminação de óleo com a água de rios e mares é alarmante, cada litro de óleo descartado de forma indevida é suficiente para contaminar

cerca de 1.000.000 litros de água (LUCENA; ALBUQUERQUE; MOURA; SOUZA, A. O; MORAIS, 2014).

Portanto, considerando esta informação, lançar este material diretamente na pia, nos ralos, solo e diretamente no ambiente aquático causa grandes impactos negativos nestes locais. Isso ocorre devido o óleo ser um alto contaminante, podendo atingir estações de tratamento de esgotos (ETE's) e poluindo até mesmo sistema de água potável.

2.3. APLICAÇÃO DA RECICLAGEM DE ÓLEO NO MUNICÍPIO DE PEDREIRAS

Trabalhar em pequenas comunidades como a cidade de Pedreiras, localizada no interior do Maranhão, procede na valorização dos cidadãos. Portanto, é importante a conscientização e a implantação da prática educacional não formal no âmbito da educação ambiental para que ela seja um meio de sensibilização dos indivíduos provocando o começo de uma série de mudanças de comportamento, contribuindo para um favorecimento ecológico e sustentável. A educação ambiental é um meio de construção social, gera compromisso e sabedoria com aquele objeto de estudo, através de ações conjuntas que visam uma melhoria.

> "A Educação Ambiental visa à construção de conhecimentos, ao desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores sociais, ao cuidado com a comunidade de vida, a justiça e a equidade socioambiental, e a proteção do meio ambiente natural e construído", Brasil (2012, p. 2).

Consoante a isto, são necessárias tais ações para que se tenham valores e informações sobre a cidade de Pedreiras, que ainda é um centro pouco desenvolvido. Aplicar ações que visem à inclusão da educação ambiental não formal a partir da reciclagem de óleos de cozinha para o uso em fabricação de sabão ecológico, fundamentando e apoiando as instituições associativas, estimulando o beneficiamento social e ambiental. Também deve-se mostrar através desta atividade, informar sobre os riscos do descarte irregular de óleos, considerando sua reutilização no processo alimentar e posteriormente a preparação do sabão ecológico.

3. METODOLOGIA

A proposta pedagógica aqui empregada, envolveu pesquisas desde a fabricação até o processo de poluição causada pelo descarte irregular dos óleos residuais. Também compreendeu o estudo das técnicas de transformação do óleo de cozinha em sabão ecológico através do processo de saponificação. Dentro desta atividade pedagógica, foram incluídas as sócias do Grupo de Representantes dos Moradores do Bairro Marly Boueres, de Pedreiras – MA, verificando na primeira fase de aplicação do projeto as ações praticadas pelas sócias em relação ao despejo do óleo de cozinha em suas residências, esta etapa ocorreu por meio de visitas para o convite da palestra e oficina de reciclagem, ao ponto que nesse mesmo momento realizou-se uma parte da sensibilização ambiental.

A segunda fase consistiu em um encontro com foco em uma aula de conscientização ecológica e um laboratório de reciclagem de óleo de cozinha para auxiliar na destinação correta do óleo residual. Nesta fase, os parceiros são treinados através da demonstração de experimentos para transformar óleos em sabão.

Os materiais e procedimentos adequados para o experimento, conforme apresentado na Figura 1A e 1B, foram utilizados para melhor compreensão das sócias. Alguns materiais escolhidos para o experimento são reutilizados e de baixo valor aquisitivo garantindo que o produto final seja sustentável e economicamente viável. O material produzido contendo a receita dos materiais e procedimentos foi entregue para cada uma das sócias, paras que as mesmas continuassem, em outros momentos, realizando a reciclagem do sabão ecológico em seus domicílios.

3.1. LOCAL E ADAPTAÇÃO DA PROPOSTA DE ENSINO

A localização utilizada para a intervenção pedagógica foi a associação do grupo de Representantes dos Moradores do Bairro Marly Boueres de Pedreiras – MA, a mesma situa-se na Avenida Boueres, nº 1715. Esta entidade não recebe fins lucrativos por ser autônoma de direito, oferece um erviço assistencial e de saúde educacional, com o intuito de ser inteiramente uma instituição que visa ações de benefícios para a comunidade local.

Diversos moradores que residem no bairro denominado de Mutirão são pessoas associadas à instituição, o bairro localiza-se em uma área periférica de pouca infraestrutura e sem ações de oferta de saneamento básico para a destinação correta do esgoto produzido pelos moradores. Esse fator permeia-se por quase todo o município. Partindo disso, a população precisa de atividades que melhorem estes índices e para que ocorra uma minimização dos impactos ambientais, esta associação se tornou um ponto de ligação entre a conscientização da comunidade sobre os perigos da contaminação de óleos residuais diretamente sobre o Rio Mearim e a população em geral.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro momento desta atividade pedagógica, as mulheres associadas ao Grupo de Moradores do Bairro Mutirão foram convidadas a participar da palestra sobre reciclagem do óleo de cozinha com ênfase além na atividade alternativa de fabricação de sabão ecológico. Durante todo o processo observou-se que havia um diálogo entre as integrantes e suas respostas quando eram questionadas sobre como ambas descartavam os seus óleos residuais de fritura. Muitas afirmaram que descartavam diretamente no solo próximo de suas residências, outras responderam que destinavam junto ao lixo doméstico. Outras levantaram a questão de não jogar na pia pois já haviam sofrido anteriormente com problemas em relação aos entupimentos da encanação. Outras afirmaram guardar o óleo para doar as pessoas que já produziam sabão naquela região.

Perante a tantas respostas sobre o descarte do resíduo, foi explicado sobre os efeitos ambientais dos derramamentos de óleo na pia e no solo, o compromisso socioambiental de cada um, os benefícios ao meio ambiente e econômicos da reciclagem do óleo para quem utiliza alguma forma de produção de sabão como meio de reutilização. Baseado nisso pode-se fazer uma relação com os cenários atuais dos resíduos potencialmente recicláveis, os resíduos de óleos e gorduras saturados dispõem de um bom valor agregado, podendo ser insumo para outros bens de consumo em momentos posteriores (DISCONZI, 2014).

Em alguns momentos era perceptivo a recepção das mulheres com o aprendizado da saponificação, no entanto, alguma relataram que não poderiam necessariamente manusear o produtor, por motivos pessoais. É importante destacar, que mesmo com estes impedimentos, ambas não deixaram de propagar a intenção do trabalho que justamente foi a diminuição do descarte incorreto dos óleos. Quando se fala em preservação ambiental, a falta de informação é um grande problema, visto que o governo não visa campanhas que incentivam a educação em escolas e bairros mais remotos, colocando o real problema na sociedade (BORTOLUZZI, 2011).

No segundo momento, quando houve não apenas as palestras, mas efetivamente a aplicação da proposta pedagógica (Figura 1) na associação do Grupo de Representantes dos Moradores do Bairro Marly Boueres, participou também a secretária da associação que teve o papel de auxiliar na aplicação do projeto além de ser a comunicação entre os pesquisadores e a comunidade.

Figura 1 – Etapas de reciclagem do óleo e produção do sabão



Fonte: Autoria própria.

Ressaltou-se que os resíduos de óleos que são despejados nas residências causam grande poluição para o meio ambiente, pois esses óleos ao serem jogados no ralo acabam indo para os igarapés e posteriormente no Rio Mearim, causando desequilíbrio ambiental aquático e que a poluição nesses ecossistemas extingue ou diminui a população de diversos organismos que dependem da água para viver. A explicação para isso se dar devido a diferença de densidade entre o óleo e a água e na capacidade de não se misturarem, resultando que o óleo fique superfície do rio, impedindo os raios solares de penetrem na água e dificultando a oxigenação da região. Relatou-se também que, a poluição do óleo no solo pode causar a proliferação de

animais como baratas e ratos que são provedores de algumas doenças para o ser humano.

Um outro fator trabalhado com a comunidade foi a da reutilização constate do óleo apenas em novas frituras, causando uma degradação deste material e aumentando os riscos à saúde. Através dessa informação, as participantes puderam perceber que utilizar o óleo de fritura diversas vezes causa problemas cardíacos e envelhecimento precoce por suas características nocivas que sofrem reações a partir do aquecimento durante a fritura. Por fim, explanou-se sobre os cuidados que devem ser seguidos na produção do sabão ecológico e que para o manuseio deste produto deve ser feito com um aparato de equipamentos de segurança como luvas e óculos para a proteção das mãos e dos olhos, isso tudo devido a presença da soda cáustica, que tem a capacidade de causar queimaduras ou irritação em contato direto com a pele.

Após todas as explicações da conferência, foi colocada a apostila e a receita do sabonete foi distribuída a cada participante para seguir os procedimentos experimentais. Com muita atenção e algumas dúvidas sobre reciclagem, os parceiros se envolveram ativamente na transformação do óleo em sabão. Uma das participantes perguntou se ela poderia fazer sabão a partir de óleo virgem, a mesma havia sido aconselhada a praticar a reciclagem idealmente, pois o custo de fazer sabão a partir de óleo usado fica mais barato além de duradouro. Outro parceiro perguntou o óleo usado para fazer sabonete líquido e a resposta foi sim, pois o produto é basicamente o mesmo, apenas diferente na quantidade e no processo.

A proposta pedagógica aplicada como forma alternativa de destinação correta do óleo de cozinha, pode diminuir a ação de degradação ambiental em pequenos povoados, a cidade de Pedreiras é um exemplo. Com isso, houve a modificação de hábitos negligentes da população escolhida para a aplicação do projeto, acarretando na diminuição do descarte irregular de óleos de cozinha e consequentemente a redução dos impactos ambientais da poluição do Rio Mearim. Porém a ausência de disposição em participar de um evento de caráter ambiental revela que a população é carente de ideais socioambientais no decorrer da vida social e escolar.

5. CONCLUSÃO

Com este trabalho então concluiu-se que, mesmo em presença de diversas leis demandarem posturas que tornam a sociedade mais igualitária e proporcional, a população nacional precisa de incentivos que permitam a modificação de seus costumes acerca do compromisso socioambiental. Deve-se então, trabalhar desde de muito cedo em escolas e implantar atividades em locais de fácil acesso a população mais remota, gera uma melhoria na questão ambiental, na limpeza do ambiente local, preservação dos recursos hídricos e economia que tanto se busca em regiões socialmente menos vantajosas, sempre lembrando de se adequar a realidade da comunidade em que se aplica a proposta pedagógica.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão para a comunidade em geral que nos recebeu de forma totalmente acolhedora por meio da Associação dedos Moradores do Bairro Marly Boueres e Mutirão. Também agradecer ao programa Darcy Ribeiro e a Universidade Estadual do Maranhão por todo o apoio neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BORTOLUZZI, Odete Roseli dos Santos. A poluição dos subsolos e águas pelos resíduos de óleo de cozinha. 2011.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 2, DE 15 DE JUNHO DE 2012, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. DOU nº 116, Seção 1, págs. 70-71 de 18/06/2012.

DISCONZI, Graciela Schmidt. COLETA SELETIVA DO ÓLEO RESIDUAL DOMÉSTICO: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA UM APROVEITAMENTO SOCIOAMBIENTAL E SUSTENTÁVEL. 2014.

DA COSTA, Daniela Alves; LOPES, Gilmeire Rulim; LOPES, José Roberto. Reutilização do óleo de fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 243-253, 2015.

D'AVIGNON, Alexandre. Energia, inovação tecnológica e mudanças climáticas. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**, v. 2, p. 221-243, 2010.

DE OLIVEIRA, Beatriz Araujo et al. Desenvolvimento de sabão líquido ecológico com propriedades coagulantes para purificação de águas residuais de manejo de suínos e sua aplicabilidade junto à comunidade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e406101018006-e406101018006, 2021.

IDALINO, Rosane Karine Tavares; COSTA, Josefa Betânia Vilela. Educação ambiental na prática: uso do óleo de cozinha para a produção de sabão ecológico. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 2084-2098, 2021.

MACEDO, Letícia Gabrielly Muniz de et al. Produção de sabão ecológico a partir de óleo reciclado.**EXPOTEC**, 2017.

MORETTO, E. Fett, r. Óleos e Gorduras Vegetais: Processamento e Análises. 2a. ed. Editora da UFSC, 1998.

DE LUCENA, Kaiane Pereira; DE ALBUQUERQUE, Walker Gomes; MOURA, Erika Fernandes. Alternativas ambientais: reciclagem do óleo de cozinha na fabricação de sabão. Revista INTESA, v. 8, n. 2, p. 08-14, 2014.

SOUZA, A. O; MORAIS, A. B. Fabricação de sabão artesanal a partir do óleo comestível usado, como alternativa para gerar empreendedorismo, renda, trabalho, inclusão social e sustentabilidade econômica na região do Mato Grande. 2014, Rio Grande do Norte: [s.n.], 2014. p.1126 – 1135.

CONSERVAÇÃO DE NASCENTES DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE TAUÁ, CEARÁ

CONSERVATION OF WATER SPRINGS IN THE MUNICIPALITY OF TAUÁ, CEARÁ

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-33

Fernanda Gonçalves de Sousa [1]
Selma Freire de Brito [2]

[1] Licenciada em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Ceará – UECE.
[2] Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Professora substituta em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Ceará – UECE.

RESUMO

As nascentes são caracterizadas pelo afloramento do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Os problemas relacionados à degradação ambiental causados pelas atividades antrópicas, são os principais fatores que afetam a qualidade das águas e principalmente os processos ecológicos destes ambientes. O objetivo desta pesquisa foi estudar a conservação de nascentes de água localizadas no município de Tauá, Ceará. Tratando-se de uma pesquisa exploratória descritiva e o diagnóstico foi realizado macroscopicamente. Foram estudadas três nascentes: nascente de Vera Cruz (N1), nascente de Guaribas (N2) e Nascente de Tauá (N3), localizadas em diferentes regiões do município. Com a aplicação do Índice de Impacto Ambiental em nascentes, foi possível a classificação das nascentes conforme seu estado de conservação para diversos parâmetros em: ruim, médio e bom. Os resultados mostraram que todas as nascentes estudadas são caracterizadas como perenes. As nascentes que apresentaram maior aspecto de degradação foram N1 e N3, sendo caracterizadas como estado ruim, e N2 com bom estado conservação. Os principais problemas encontrados que tornam as nascentes degradadas são as evidências frequentes de bovinos e caprinos, processos de urbanização muito próximos, a presença de vegetação exótica e a ação humana no despejo de resíduos sólidos no seu entorno. Desse modo, espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa possam estimular ações de proteção das nascentes encontradas no município de Tauá-Ce.

Palavras-chave: Conservação de água. Recursos hídricos. Preservação ambiental.

ABSTRACT

The springs are characterized by the outcrop of the water table that presents perenniality and gives rise to a watercourse. Problems related to environmental degradation caused by human activities are the main factors that affect water quality and especially the ecological processes of these environments. The objective of this research was to study the conservation of water sources located in the municipality of Tauá, Ceará. This is a descriptive exploratory research and the diagnosis was performed macroscopically. Three springs were studied: Vera Cruz spring (N1), Guaribas spring (N2) and Tauá spring (N3), located in different regions of the municipality. With the application of the Environmental Impact Index in springs, it was possible to classify the springs according to their state of conservation for different parameters: bad, medium and good. The results showed that all the springs studied are characterized as perennial. The springs that showed the greatest degradation aspect were N1 and N3, being characterized as bad, and N2 with good conservation status. The main problems found that make the springs degraded are the frequent evidence of cattle and goats, very close urbanization processes, the presence of exotic vegetation and human action in the dumping of solid waste in their surroundings. Thus, it is expected that the results obtained in this research can stimulate actions to protect the springs found in the city of Tauá-Ce.

Keywords: Water conservation. Water resources. Environmental preservation.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a conservação dos ecossistemas, desempenhando um papel econômico, social e ambiental na manutenção da vida (BARRETO *et al*., 2010). Embora seja classificada como recurso renovável, nem sempre é possível encontrá-la disponível com boa qualidade e as atividades desenvolvidas numa bacia hidrográfica influenciam diretamente na qualidade das águas dos corpos hídricos (CRISPIM, 2012).

A conservação das águas de maneira geral, encontram-se ameaçada pelo papel que o homem desempenha próximo a estas, poluindo com resíduos e removendo a cobertura vegetal (BARICHELLO *et al*., 2015). Isto acontece porque, as ações antrópicas levam muitas vezes a modificações nos ecossistemas naturais, o que pode ter efeito no ciclo hidrológico, reduzindo a quantidade e qualidade das águas (ALVARENGA *et al*., 2012). Uma maneira de gerir os recursos hídricos é a identificação dos impactos negativos presentes, pois assim formas de manejo podem ser implantadas para garantir a melhoria do ambiente. A ausência de proteção ao redor das nascentes também pode facilitar o fluxo de pessoas e animais, ocasionando o pisoteio e por consequência, alteração na vazão das nascentes (LEAL *et al.*, 2017).

Uma das fontes mais valorosas de água são as nascentes. As nascentes são responsáveis pela formação dos rios, que fazem parte das bacias hidrográficas. Conceitualmente, nascente é o afloramento na superfície do solo da água de um lençol freático (BARRETO *et al*., 2010). Definida pela a lei Federal nº12.651, de 25 de maio de 2012, artigo 3º, como "o afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água" e considera-se "olho d'água o afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente" (BRASIL, 2012).

As nascentes são recursos essenciais para o estabelecimento das populações humanas e demais espécies, pois além da água que fornecem contribuem para os processos ecológicos e biodiversidade (DAVIS *et al*., 2017). Segundo Barichello *et* al. (2015), estas desempenham um papel fundamental no fornecimento de água principalmente em pequenas comunidades rurais. As nascentes são importantes fontes de água para sobrevivência das famílias rurais, tanto em atividades domésticas quanto

agrícolas. Estas fontes possuem relevância para o desenvolvimento e dinâmica de áreas de produção e consumo humano (MACHADO; SELVA, 2018).

O processo de degradação das nascentes de água vem gerando preocupação nos mais variados segmentos da sociedade, contudo, pouco ainda é feito como medida de preservação e no geral permanece desconhecido a realidade de uso e conservação de muitas nascentes. Segundo Gomes *et al*. (2018, p 1-10): "O diagnóstico das condições in loco é o primeiro passo para o planejamento da restauração, possibilitando identificar os fatores que possam estar interferindo e provocando a degradação".

Tendo em vista a importância das nascentes de água para a conservação deste recurso natural e os impactos que as atividades humanas vêm causando aumentando os riscos de degradação de cursos d'água, o objetivo desta pesquisa foi estudar a conservação de nascentes de água localizadas no município de Tauá, Ceará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

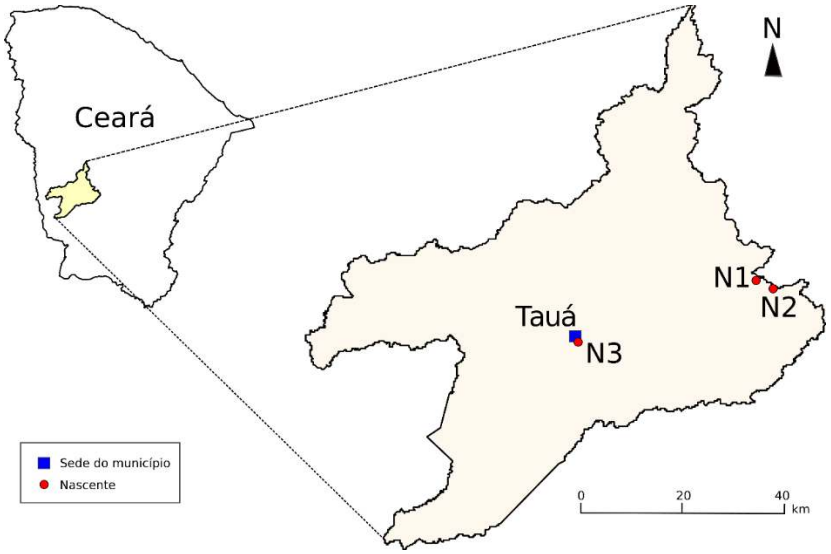
2.1. TIPOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa realizada, é classificada como uma pesquisa exploratória descritiva. As pesquisas exploratórias constituem-se de uma boa ferramenta quando o interesse da pesquisa é obter um volume de informações que explorem em profundidade como dado fenômeno ocorre (MALHOTRA, 2006). O diagnóstico ambiental deste estudo foi realizado através de uma avaliação macroscópica (visual), visando analisar as nascentes de acordo com as características atuais de conservação ao seu entorno, com fotos e diagnóstico da vegetação.

2.2. LOCAL DE ESTUDO

As nascentes que foram estudadas localizam-se no município de Tauá, na Região dos Inhamuns, Ceará, com unidade territorial de 4.018,162 km², apresentando características de clima semiárido. Os pontos de localização das nascentes foram marcados com o auxílio de um aparelho GPS. O estudo foi realizado em duas nascentes do interior e uma localizada na sede do município. As três nascentes foram encontradas através do conhecimento popular: nascente da vila de Vera Cruz (N1); nascente da vila de Guaribas (N2) e a terceira na sede da cidade de Tauá (N3) (Figura 1).

Figura 1 - Localização das nascentes de água estudadas no município de Tauá, Ceará.



Fonte: elaborado pelo autor

Na sede do município de Tauá, a nascente chama-se Olho d'água da Nanci, foi assim nomeada há muitos anos e fica no bairro Alto Brilhante, Centro. Esta fonte já foi considerada um importante reservatório de água, tendo em vista que em épocas passadas não haviam encanamentos para abastecer as residências, sendo que sua água não era somente utilizada em tempos de estiagem, mas durante todo o ano.

Os distritos de Vera cruz e Guaribas ficam entre serras, nessas áreas as nascentes são consideradas de médio porte com capacidade de abastecer a comunidade local em períodos de estiagem. Em Vera Cruz, a nascente ou Olho d'água, assim considerada pela comunidade, se encontra próximo a vila com topografia de declive acentuada, e por ser mais próxima da comunidade e mais conhecida pela população, já foi motivo suficiente para geração de movimentos conservacionistas pela população local e por projetos escolares. Populares mais antigos na comunidade afirmam que a vila foi povoada devido à esta fonte de água que tem sido perene desde quando o distrito foi criado em 1938. Quanto à nascente de Guaribas, fica mais distante da comunidade em terreno com relevo acentuado, é menos conhecida, mas a comunidade já foi bastante prestigiada com a água da fonte nas décadas de 80 e 90.

2.3. COLETA DE DADOS

Os impactos ambientais nas nascentes foram avaliados qualitativamente considerando os parâmetros propostos por Felippe e Magalhães Junior (2012) e adaptados de Leal *et al*. (2017). Os parâmetros foram classificados em bom, médio e ruim, a partir da distribuição dos valores de um a três, de acordo com a qualificação que cada uma recebeu. Assim, a pontuação varia de 11 pontos (quando os parâmetros são considerados ruins) a 33 pontos (quando todos os parâmetros forem bons) (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros utilizados na avaliação macroscópica de nascentes.

Parâmetros	Qualificação		
	Ruim (1 ponto)	Média (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Lixo	Muito	Pouco	Ausente
Espumas	Muito	Pouco	Ausente
Esgoto	Presença	Evidências	Ausente
Vegetação na APP	Ausente	Exótica	Nativa
Uso pela fauna	Presença	Evidências	Ausente
Uso antrópico	Presença	Evidências	Ausente
Proteção (cerca)	Ausente	Presente, mas com fácil acesso	Presente, mas com difícil acesso
Áreas construídas	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Acima de 100 metros

Fonte: Felippe e Magalhães Junior (2012) e Leal *et al*. (2017)

Durante as visitas de observação nas nascentes foram tiradas fotografias para mostrar variáveis que afetam a conservação das mesmas. Além disso, foram fotografadas espécies arbóreas com pelo menos 1m de altura no entorno das nascentes para realizar posterior identificação. Assim as espécies vegetais que ocorriam junto as nascentes foram identificadas através do conhecimento dos pesquisadores, das fotografias e do uso da literatura especializada.

2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Ao final do trabalho os pontos de cada nascente foram somados e o estado de conservação das nascentes denominados como: Ruim; Médio; e Bom. A vegetação no entrono das nascentes foram apresentadas em tabelas e classificadas como exóticas e

nativas. Dados quantitativos foram apresentados em tabelas e gráficos. Os gráficos foram confeccionados no programa SigmaPlot 12.5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As nascentes estudadas são perenes devido ao seu fluxo contínuo durante todo o ano. Os dados coletados mostram que na nascente N1, os resultados foram bons tratando-se dos parâmetros 'esgoto' e 'espumas'. Na N2 observa-se o maior número de parâmetros avaliados que estavam em bom estado de conservação, sendo que nenhum parâmetro foi avaliado como ruim. Na N3 foi encontrado o maior número de parâmetro com estado de conservação classificado como ruim. Sendo que apenas o parâmetro "Espuma" foi classificado como bom (Tabela 2).

Tabela 2- Valores atribuídos aos parâmetros avaliativos das nascentes. N1- Nascente de Vera Cruz; N2- Nascente do Distrito de Guaribas; N3- Nascente da sede de Tauá

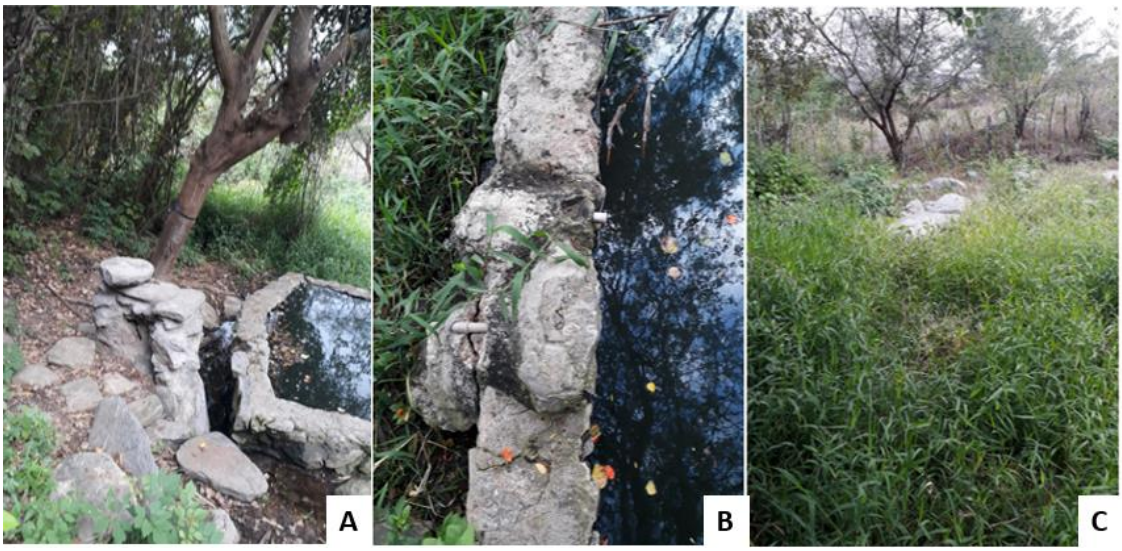
Parâmetros	Nascentes		
	N 1	N 2	N 3
Lixo	2	3	1
Espumas	3	2	3
Esgoto	3	3	1
Vegetação na APP	2	3	2
Uso pela fauna	2	2	2
Uso antrópico	1	2	1
Proteção (cerca)	2	2	1
Áreas construídas	2	3	1
Grau de Proteção	17	20	12

Fonte: elaborado pelo autor.

Na nascente N1, destaca-se como fatores que contribuem para a avaliação negativa do uso antrópico, o empilhamento de pedras para lavar roupas que popularmente é chamado de "batedor", e uma via de encanamento que transporta a água para uma propriedade particular (Figura 2 A-C). Destaca-se ainda evidências quanto ao uso pela fauna através do pisoteio pelo gado no entorno da nascente. O parâmetro "proteção", observou-se que a mesma possui fácil acesso, e, portanto, esse aspecto facilita a entrada tanto de animais como de pessoas. Segundo Leal *et al* (2017), em seus estudos sobre caracterização de nascentes, a proteção de cercas nestas áreas

é um fator importante para a conservação da área, que pode impedir o acesso por animais e pessoas, evitando que ocorra processos de degradação.

Figura 2- Aspectos de uso antrópico (A e B) e espécie de vegetação exótica (Algaroba) (C), na Nascente de Vera Cruz (N1).



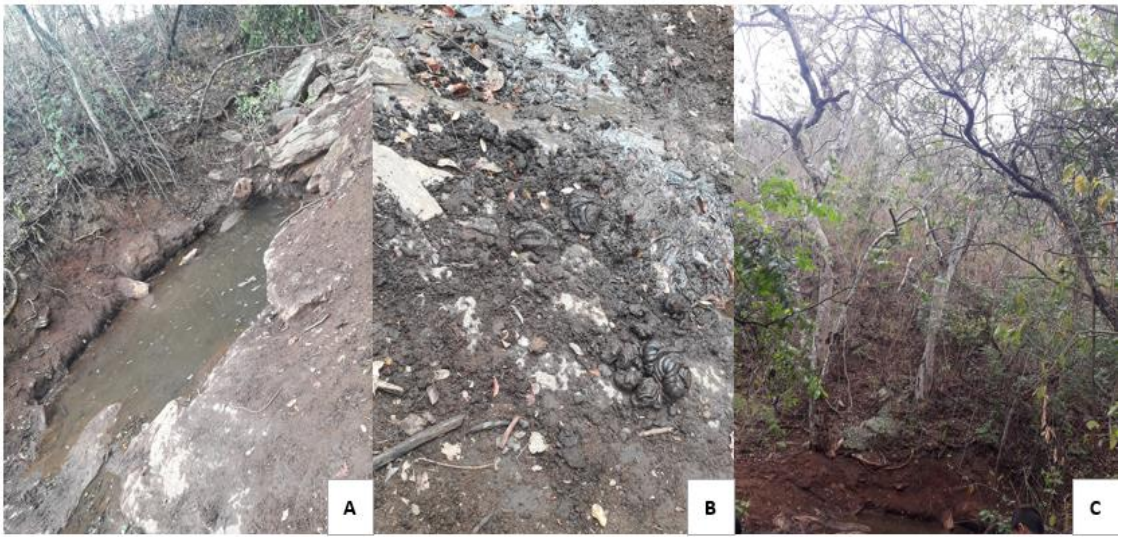
Fonte: elaborado pelo autor

Na nascente N2, nenhum dos parâmetros avaliados recebeu nota 1 (ruim). Destaca-se que foi observado a ausência de lixo, esgoto ausente e presença de espécies nativas, além de áreas construídas em uma distância adequada (Tabela 2). Dessa forma vale ressaltar que, a ausência de lixo é um aspecto importante dentro dos parâmetros avaliados, que indica boas práticas de manejo destes resíduos pela população. Segundo Golveia (2012), a decomposição da matéria orgânica presente no lixo resulta na formação do chorume, um líquido lixiviado, poluente originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos, que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas.

Sobre os demais parâmetros, N2 ainda apresentou evidências de "Uso pela Fauna", como por exemplo, a utilização por bovinos e caprinos. Isto porque, esta nascente parece funcionar como um bebedouro para esses animais. A frequência destes animais de grande porte, pode levar a compactação do solo, além da contaminação das águas pelas fezes (Figura 3 A-C). Além disso, destaca-se que a presença de animas em áreas de nascentes pode comprometer os processos de sucessão e regeneração destas áreas, devido ao pastoreio e quebra de plântulas pelos animais (PINTO, 2003). Pinto *et*

al. (2012), mencionam a presença de animais como um quesito importante para a avaliação negativa da conservação de nascentes.

Figura 3- Visualização da Nascente do Distrito de Guaribas (N2) (A), aspectos de uso pela fauna (B) e vegetação nativa (C).



Fonte: elaborado pelo autor

A nascente N3 foi caracterizada como fonte perturbada em diversos aspectos, apresenta áreas construídas com menos de 50m de distância (Figura 4), presença de lixo, além de esgoto muito próximo (Tabela 3), e que apesar de não ter sido elaborada nenhuma pesquisa para identificação de contaminação, não é descartada a possibilidade da água da nascente está contaminada.

Figura 4- Visualização da Nascente da sede de Tauá (N3) (A), Áreas construídas e esgoto (B), Vegetação (C).



Fonte: elaborado pelo autor

O Índice de Impactos em Nascentes foi aplicado por Oliveira *et al*. (2013) nas nascentes do Campus UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora), e na sua pesquisa os depósitos de lixo são os impactos ambientais mais observados, pois durante a precipitação são transportados pelas correntes de chuva até as proximidades da nascente. Tais considerações interferem diretamente na qualidade ambiental das nascentes.

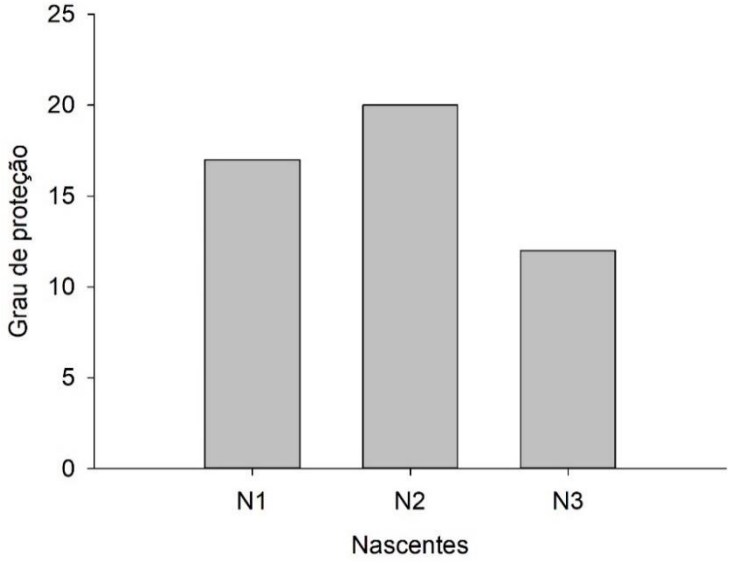
Além disso, próximo a esta nascente N3 foi observado uma elevada atividade humana, o que certamente contribui para o péssimo estado de conservação (Figura 4). Segundo Leal *et al*. (2017, p.6):

> A partir da análise dos dados pôde-se perceber, portanto, que os maiores impactos encontrados nas áreas das nascentes foram a presença de espécies exóticas, tanto animal, a qual pode provocar a contaminação da água (fezes e urina), pisoteio e revolvimento do solo, quanto a vegetal, por ocupar as áreas de preservação permanente destinadas à vegetação nativa e, assim, poder alterar o ciclo hidrológico e a regeneração natural no sub-bosque.

Em áreas rurais existentes no país a ocupação, a degradação e a destruição das nascentes são um dos principais problemas enfrentados se tratando de recursos hídricos. Observa-se, uma acentuada degradação, visto que o uso inadequado do solo, atividade desenvolvidas no entorno, como a pecuária e agricultura, a remoção da mata ciliar (vegetação que se encontra nas margens dos cursos d'água), ocasionam a diminuição de vasão e pode intensificar o assoreamento.

Desse modo, as nascentes estudadas apresentaram as seguintes pontuações: N1=17, N2=20 e N3=12 pontos, a partir dessa atribuição quanto maior a pontuação caracterizou-se as nascentes como bom estado de conservação (Figura 5).

Figura 5 - Grau de proteção das nascentes N1- Nascente do Distrito de Vera Cruz; N2- Nascente do Distrito de Guaribas; N3- Nascente da Cidade de Tauá, avaliadas quanto a sua conservação.



Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com Pieroni *et al*. (2019), estudos que buscam qualificar são importantes ferramentas para serem utilizadas em estudos diagnósticos que busquem uma maneira adequada de conservação os recursos hídricos, em especial de nascentes. Assim, como apresentado neste trabalho, onde buscou-se apresentar um diagnóstico sobre o estado de conservação de nascentes perenes do município de Tauá.

Quanto a vegetação no entorno das nascentes, na N1 foram observadas poucas espécies arbóreas sendo que das espécies observadas duas eram exóticas e três nativas (Tabela3). A presença de espécies exóticas também reflete um processo de degradação ambiental que pode prejudica a biodiversidade. De acordo com Paes (2016), as plantas exóticas são aquelas originárias de outra região e que rapidamente se dispersam de forma que ameaçam as espécies próprias de ecossistemas nativos, e essas espécies invasoras são consideradas a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, ficando atrás somente da destruição de habitats pela ação humana. Este dado implicou na caracterização do parâmetro “vegetação na APP” como exótica.

Tabela 3- Espécies vegetais encontradas na Nascente do Distrito de Vera Cruz (N1) com nome científico e popular, e origem (nativa ou exótica)

Espécie	Nome Popular	Nativa	Exótica
Mimosa caesalpiniaefolia	Sabiá	X	
Erythrina verna	Mulungu	X	
Mimosa tenuifloraret	Jurema	X	
Prosopis juliflora	Algaroba		X
Leucaena leucocephala	Leucena		X

Fonte: elaborado pelo autor.

O levantamento florístico da nascente N2 mostra a predominância de espécies nativas às margens da nascente, além de uma elevada diversidade quando comparada com as outras nascentes. Isto colabora com a proteção do curso d'água contra os processos erosivos, além de funções ambientais e ecológicas importantes (Tabela 4). Therelfall *et al*. (2016 *apud* SOUZA, 2018) indica que a vegetação nativa aumenta a diversidade de invertebrados, aves e morcegos. Assim, observou-se na N2, apenas a ocorrência de espécies nativas, ressaltando o bom estado de conservação desta nascente.

Tabela 4- Espécies vegetais encontradas na Nascente do Distrito de Guaribas (N2) com nome científico e popular, e origem (nativa ou exótica)

Espécie	Nome popular	Nativa	Exótica
Mimosa caesalpiniaefolia	Sabiá	X	-
Maclura tinctoria	Tatajuba	X	
Myracrodruon urundeuva	Aroeira	X	
Anadenanthera colubrina	Angico branco	X	
Anadenanthera macrocarpa	Angico preto		
Cordia goeldiana	Frei Jorge	X	
Croton sonderianus	Marmeleiro	X	
Piptadenia stipulacea	Jurema Branca	X	
Caesalpinia pyramidalis	Catingueira	X	
	Chá de cuã		
Caesalpinia leiostachya	Pau-Ferro	X	
Amburana cearensis	Umburana de Espinho		
Bauhini forficata	Mororó	X	
Combretum leprosum	Mufumbo	X	

Fonte: elaborado pelo autor.

Na vegetação da nascente N3, foi observado no entorno apenas a ocorrência de espécies exóticas destacando o estado precário de conservação desta (Tabela 5), mostrado também pelos outros parâmetros avaliados. As duas espécies exóticas encontradas são comuns na região e conforme a literatura apresentam potencial invasor. As espécies exóticas podem causar impactos aos ecossistemas, uma vez que modificam os ciclos hidrológicos naturais, afetando os serviços por eles prestados. *P. juliflora* introduzida na caatinga atinge o lençol freático profundo e pode exaurir reservas vitais de água (Andrade *et al*., 2008 *apud* PAES, 2016), interferindo no crescimento de culturas vizinhas, além de prejudicar o ecossistema como um todo.

Tabela 5 - Espécies vegetais encontradas na Nascente da Cidade de Tauá (N3) com nome científico e popular, e origem (nativa ou exótica)

Espécie	Nome popular	Nativa	Exótica
Prosopis juliflora	Algaroba		X
Azadirachta indica	Nim		X

Fonte: elaborado pelo autor.

Desse modo, enfocando nosso olhar para as cidades, uma das principais causas para a degradação ambiental é a expansão urbana, que gera ocupações sem prévio planejamento para suprir uma das necessidades básicas dos seres humanos, a moradia. O resultado da rápida urbanização sobre os ecossistemas é o de fragmentos florestais em mosaico, e cada vez menores, em demandas de áreas para construções, degradando os recursos naturais (CONSTANTINO; HIRATUKA, 2012; BECKER, 2013).

Deixa-se como sugestão que as autoridades municipais olhem com mais atenção para a conservação destes importantes ambientes que são as nascentes. Poder-se-ia planejar a criação de Unidades de Conservação (UC), que possam auxiliar nesse papel. As unidades de conservação (UC), tanto as de proteção integral quanto as de uso sustentável, têm como um de seus objetivos a proteção dos recursos hídricos e as áreas no seu entrono (BRASIL, 2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o estado de conservação das nascentes encontradas no Município de Tauá-Ce, duas das nascentes (N1 e N3) apresentam-se em um estágio de degradação

ruim, e mesmo que N2 tenha recebido a melhor qualificação dentre as demais, ainda apresenta vulnerabilidade em relação a alguns parâmetros avaliados. Destaca-se como fatores relevantes para a degradação das nascentes a ocorrência de espécies vegetais exótica, os processos de urbanização, a presença de resíduos, atividades antrópicas e a ausência de proteção. Os tipos de uso inadequados também se mostraram agravantes, como o uso pelo homem e por animais de criação da população local (caprinos e bovinos).

A metodologia utilizada para esses estudos nas nascentes do Município de Tauá-Ce mostrou adequada para trabalhos que demandem a caracterização, diagnóstico e ações de planejamento, para a conservação dos recursos hídricos das nascentes. Dentro dessa perspectiva, ressalta-se a importância de políticas que versem a proteção das nascentes de água do município, e como mais uma proposta, a realização de movimentos que visem a transmissão de conhecimentos acerca da importância de conservar e proteger os recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A. et al. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água, Taubaté**, SP, v.7, n.3, p.228-240, 2012.

BARICHELLO, D.E.; PINHEIRO, D. K.; RORATO, D.G. Ações práticas e de educação ambiental visando preservar nascentes, Dona Francisca, RS. **Revista Monografias Ambientais Santa Maria**, v. 14, n. 3, p. 64−75, 2015.

BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; BORBA, M. P (Coord.). **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas.** 1 ed. São Paulo: WWF – BRASIL, 2010.

BECKER, S. Has the world really survived the population bomb? (Commentary on “how the world survived the population bomb: lessons from 50 years of extraordinary demographic history”). **Demography**, v. 50, n. 6, p. 2173-2181, 2013.

BRASIL. Lei federal nº. 12.651, de 25 de maio de 2012**, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa;** altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Diário Oficial [da] União, Brasília, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 12 de Abril de 2019.

CONSTANTINO, R. B. M; HIRATUKA, M. 2012. **Análise do programa Município VerdeAzul na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do pontal do Paranapanema.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), UNESP, Presidente Prudente, 79p.

CRISPIM, J. Q.; Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica rio do campo no município de Campo Mourão – PR. **REVISTA GEONORTE, Edição Especial,** v.3, n.4, p. 781-790, 2012.

DAVIS, J. A.; KEREZSY, A.; NICOL, S. Springs: conserving perennial water is critical in arid landscapes. **Biological Conservation**, *211*, 30-35. 2017.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. **Geografias**, v. 8, n. 2, p. 8–23, 2012.

GOMES, E.C. et al. A nova legislação ambiental brasileira e seus efeitos sobre a reestruturação de nascentes e remanescentes florestais**. Pesq. flor. bras.,** v. 38, p. 1-10, 2018.

Gouveia, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. saúde coletiva**, v.17 n.6, 2012.

LEAL, M. S. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água,** v.12, n.1, p.146-155, 2017.

MACHADO, L. C.; SELVA, V. S. F. Avaliação do Potencial de Conservação de Nascentes na Zona da Mata Pernambucana. **Revista Geama,** v. 4. n. 1., 2018.

Malhotra, N. K. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. (4a ed.). Porto Alegre: Bookman. 2006.

PAES, M. P. Plantas exóticas invasoras no Brasil: uma ameaça às plantas nativas e ao ecossistema. **Revista Especialize On-line,** v.01. p. 1-14, 2016.

PIERONI, J. P. RODRIGUES BRANCO, K. G. VALLE DIAS, G. R. FERREIRA, G. C. Avaliação do estado de conservação de nascentes em microbacias hidrográficas. ***Geociências*****,** v. 38, n. 1, p. 185 - 193, 2019.

PINTO, L. V; ROMA, T. N; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Revista Cerne,** v.18. n.3, 2012.

PINTO, L.V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e propostas de recuperação de suas nascente**s. 2003. p.165.Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG.

SOUZA, S. R. **A proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão?** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sustentabilidade na Gestão Ambiental, Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba., Sorocaba, 2018.

O CULTIVO DE MICROALGAS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

USE OF MICROALGAE FOR WASTEWATER TREATMENT

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-34

Joana Paula de Souza Cornélio [1]

[1] Doutora em Ciência Animal. Engenheira de pesca e florestal. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

RESUMO

As possibilidades de aplicação das microalgas no tratamento de águas residuais são fundamentalmente remoção de nutrientes e metais pesados. O objetivo deste estudo foi analisar o panorama da aplicação de microalgas e sua relevância no tratamento de águas residuárias através de uma revisão exploratória da literatura. Para isto foi realizado um levantamento bibliográfico dos últimos 10 anos sobre o tema. O resultado da pesquisa demonstra que o tratamento de efluentes com microalgas está bem documentado e apresenta resultados eficientes para o tratamento de águas residuais. O uso de microalgas está em fase de expansão sendo o maior obstáculo à viabilidade econômica. Estudos com mais espécies de microalgas para aplicação no tratamento de águas residuais é recomendado. As espécies mais utilizadas e promissoras no tratamento de águas residuais, de acordo com a pesquisa foram *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tribonema minus*, *Chlorella thermophila*, *Phaeocystis globosa*, *Nannochloropsis oculata*, *Dunaliella salina* e *Platymonas subcordiformis*.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Resíduos líquidos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The application possibilities of microalgae in wastewater treatment are fundamentally the removal of nutrients and heavy metals. The objective of this study was to analyze the panorama of microalgae application and its relevance in wastewater treatment through an exploratory literature review. For this, a bibliographic survey of the last 10 years on the subject was carried out. The result of the research demonstrates that the treatment of effluents with microalgae is well documented and presents efficient results for the treatment of wastewater. The use of microalgae is expanding and is the biggest obstacle to economic viability. Studies with more microalgae species for application in wastewater treatment are recommended. The most used and promising species in wastewater treatment, according to the research, were *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas reinhardtii*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tribonema minus*, *Chlorella thermophila*, *Phaeocystis globosa*, *Nannochloropsis oculata*, *Dunaliella salina* and *Platymonas subcordiformis* .

Keywords: Phytoplankton. Liquid waste. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos países do mundo tem como realidade a escassez da água e mesmo aqueles que possuem um bom potencial hídrico, acabam enfrentando o problema devido à poluição dos mananciais, em virtude do lançamento inadequado e excessivo de águas residuais em corpos hídricos, reduzindo a sua qualidade e danificando os ecossistemas aquáticos (ABDEL-RAOUF; ALHOMAIDAN; IBRAHEEM, 2012).

A preocupação com a preservação do meio ambiente e com a saúde pública fez surgir os sistemas de tratamento de água residuárias (CASTRO et al., 2020). Existem processos convencionais de tratamento, no entanto, são ineficientes quando se trata de remoção de nitrogênio (N), fósforo (P), metais tóxicos, metais pesados (LAM et al., 2018), necessitando de um tratamento complementar, denominados terciários e acabam elevando o custo das instalações o que muitas vezes inviabiliza a sua implantação (WALLS et al., 2019).

Dentro desse contexto, a utilização de microalgas para tratamento de efluentes surge com o uma alternativa de estudo por seu potencial em remover algumas substâncias existentes nos efluentes e se constitui numa ferramenta eficaz, por ser natural e de baixo custo, para assimilação de nutrientes e outros compostos contaminantes do meio, como metais pesados e fármacos, podendo assim ser utilizado como alternativa viável para o tratamento terciário (SINGH; PAVANKUMAR; LAKSHMANAN, 2012; TIWARI et al., 2017; RUAN et al., 2019). Além disso, o potencial de assimilação dá-se por meio do processo de fotossíntese realizado pelas microalgas, que necessitam de compostos presentes nas águas residuais para o seu crescimento (RAJASULOCHANA; PREETHY, 2016).

Assim o objetivo deste estudo foi verificar o panorama sobre o uso de microalgas para o tratamento de águas residuais a partir dos avanços nas técnicas e perspectivas, através de um panorama mediante revisão de bibliográfica. Estas informações poderão proporcionar uma atualização sobre as técnicas e sistemas existentes, principais espécies utilizadas, bem com os avanços nos métodos de tratamento.

Tendo em vista verificar quais pesquisas abordava o tema nos últimos 10 anos, foi realizado um levantamento bibliográfico com buscas nas bases de dados Periódicos

Capes Scielo e Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave “microalgas e águas residuais”, “tratamento de efluentes”, “biotecnologia em microalgas”.

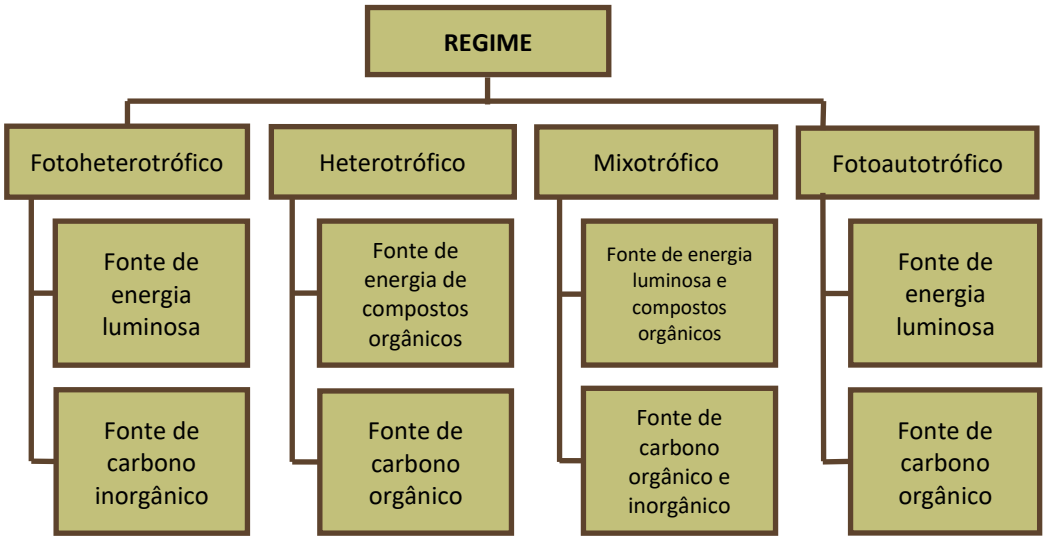
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O QUE SÃO AS MICROALGAS?

Segundo Luche et al. (2019, p.32) as microalgas são microrganismos procariotos ou eucariotos encontrados em ambientes marinhos e de água-doce, que possuem a capacidade de converter dióxido de carbono (CO_2) em energia química por meio do processo de fotossíntese, produzindo proteínas, carboidratos, hidrogênio, lipídeos e pigmentos (TAN et al., 2015; NASCIMENTO, 2016).

Conforme Dasgupta et al. (2010, p.12029), as microalgas podem ser cultivadas em sistemas abertos, como tanques aerados de alta taxa e de extremidades com curvas cilíndricas (raceway ponds, lagos, etc), e os sistemas fechados (tubular, reator em placa, cônico, piramidal, fermentador, etc.). Com relação ao regime de cultivo (Figura 1), as microalgas podem ser cultivadas em quatro diferentes tipos: (i) fotoautotrófico, (ii) fotoheterotrófico (iii) mixotrófico e (iv) heterotrófico (LUCHE et al., 2019).

Figura 1. Características dos cultivos de microalgas quanto ao seu metabolismo



Fonte: Adaptado de Luche et al. (2020)

2.2. ÁGUAS RESIDUAIS

As águas residuais que resultam das atividades humanas incluem detergentes, óleos, pesticidas, PCB's e metais pesados, entre outros constituintes que são substâncias consideradas perigosas, a cujas características de toxicidade se aliam muitas vezes um elevado potencial de persistência e bioacumulação (OSWALD, 1988).

Atualmente, a biotecnologia de microalgas recebeu grande destaque por se configurar em uma abordagem eficaz e de baixo custo para a remoção de nutrientes e outros contaminantes dos efluentes do tratamento de águas residuárias, como metais pesados e fármacos (VAN DEN HEND et al., 2011; ZHU et al., 2016). Este método verde está sendo desenvolvido para substituir os modelos de tratamento convencional de águas residuais (HENKANATTEGEDERA et al., 2015; RAJASULOCHANA; PREETHY, 2016).

2.3. UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Boelee et al. (2011, p. 5926), analisaram a capacidade de biofilmes microalgais como uma etapa de pós-tratamento para o efluente de estações de tratamento de águas residuais municipais e a análise da biomassa microalgal revelou um conteúdo crescente de N e P com taxas de carregamento crescentes até as capacidades máximas de absorção. A proporção interna de N: P diminuiu de 23:1 para 11:1 ao aumentar a taxa de carregamento. Esta combinação de resultados demonstrou que biofilmes microalgais podem ser usados para remover N e P de efluentes de águas residuais municipais.

Zhou et al. (2014, p. 2019), investigaram a remoção simultânea de vários contaminantes orgânicos e inorgânicos, incluindo nitrogênio total (NT), fósforo total (PT), metais, produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais, produtos químicos EDCs e atividade estrogênica em águas residuais por quatro espécies de microalgas verdes de água doce, *Chlamydomonas reinhardtii* (*C. reinhardtii*), *Scenedesmus obliquus* (S. obliquus), *Chlorella pyrenoidosa* e *Chlorella vulgaris* (*C. vulgaris*). Após o tratamento por 7 dias, 76,7-92,3% de NT e 67, 5-82,2% de PT foram removidos pelas microalgas. Segundo os autores, estas espécies de microalgas foram capazes de remover a maioria dos metais de forma eficiente (> 40%), no entanto mostram baixa eficiência na remoção de chumbo, níquel e cobalto. Além disso, as microalgas testadas foram eficientes na remoção da maioria (> 50%) dos compostos orgânicos selecionados e na atividade estrogênica com eficiências de remoção variando de 46,2 a 81,1% do efluente. Portanto,

foi verificado que as estas microalgas podem ser aproveitadas para remover simultaneamente vários contaminantes nas águas residuais.

Sukačová et al. (2015, p.58), avaliaram a capacidade de remoção de fósforo de um biofilme microalgal durante diferentes regimes de luz. O fotobiorreator foi operado por nove meses a cada ano ao longo de um período de dois anos, sem interrupção e sem qualquer necessidade de reinoculação. O biofilme de algas foi capaz de remover 97 ± 1% do fósforo total da água residuária durante 24 horas de iluminação artificial contínua. A taxa de produção de biomassa foi de 12,21 ± 10 g peso seco m 2 d 1 em experimentos com luz artificial contínua e 5,6 ± 1 g peso seco (PS) m 2 d 1 em experimentos com luz natural. Esses resultados indicaram o grande potencial dos biofilmes microalgais no tratamento terciário de águas residuárias.

Já Han et al. (2015, p.263) cultivaram a microalga Scenedesmus quadricaudaSDEC-13 utilizando água do esgoto do Campus da Universidade de Shandong e verificaram que os nutrientes foram removidos de forma eficiente principalmente a remoção de fósforo e nitrogênio de quase 100% e mais de 70%, respectivamente, no uso duplo de esgoto do campus. O amônio foi consumido rapidamente em cinco dias no primeiro uso. O teor de lipídios foi obtido em duas vezes o uso de esgoto do campus foi maior, 27%. Os nutrientes limitados no esgoto do campus não afetaram a qualidade da proteína e dos lipídios. O esgoto do campus sem consumir o pré-tratamento pode ser utilizado diretamente.

No estudo de Cheng et al. (2017, p.750) foi relatado que a microalga filamentosa oleaginosa *Tribonema minus* (*T. minus*) exibiu forte capacidade de remoção de fenol ambiental. Os autores afirmam que os filamentos desta microalga mostraram 449,46 mg g^{-1} de capacidade de captação de fenol. Além disso, os fenóis puderam ser removidos com eficiência na concentração inicial de fenol de até 700 mg L^{-1}. Simultaneamente, por meio do crescimento de T. minus, a concentração de fenol pôde ser diminuída de 100 mg L^{-1} para a faixa de 0,1- 0,5 mg L^{-1}, que atende às necessidades de descarte industrial de contaminantes de fenol na maioria dos países. Dessa forma, a T. minus é uma espécie de algas com potencial para a construção de um processo integrado de produção de biomassa oleaginosa e biorremediação de contaminantes fenólicos.

Gebremedhin et al. (2018 p.4) utilizou a microalga nativa *Chlorella thermophila* (MF179624) para otimizar águas residuais de esgoto de campus com baixo teor de

nutrientes (CSW) usando projeto composto central (CCD) seguido pelo método de subida mais íngreme (SAM), encontraram que a RSM seguido por SAM transformou o efluente CSTP em meio de crescimento de baixo custo ideal. A otimização resultou em 60% de aumento na produção de biomassa com remoção superior de nutrientes.

Já Xiong et al. (2019, p.552) avaliaram a capacidade de *S. obliquus* na biodegradação e remoção de uma mistura de sulfametazina (SMZ) e sulfametoxazol (SMX). A microalga demonstrou-se capaz de biodegradar os produtos químicos testados, bem como, eficiente ao remover da mistura 31,4-62,3% de SMZ (0,025-0,25 mg L^{-1}) e 27,7- 46,8% de SMX (0,025-0,25 mg L^{-1}), após 12 dias de cultivo. Além disso, foi observado que a biodegradação foi maior em concentrações mais altas de SMZ e SMX, indicando assim, que a biodegradação microalgal pode ser um mecanismo eficiente de adaptação de microalgas aos antibióticos.

Wang et al. (2019, p.2) investigaram a absorção intracelular, adsorção extracelular e biodegradação de NP por quatro espécies de microalgas marinhas (*Phaeocystis globosa, Nannochloropsis oculata*, *Dunaliella salina* e *Platymonas subcordiformis*) e constataram uma redução acentuada de NP em meio contendo as microalgas testadas durante as primeiras 24h de incubação, bem como, essas espécies exibiram a maior capacidade de adsorção e absorção em 24h de cultivo. Além disso, foi observado que após 120h de exposição, as espécies biodegradaram a maior parte de NP do meio, com eficiências variando de 43,43 a 90,94%. Dessa forma, foi demonstrado que as microalgas testadas possuem altas porcentagens de biodegradação e podem, assim, melhorar a biorremediação de água contaminada com NP.

Em estudo recente, Chen et al. (2020, p.2) relataram as mudanças fisiológicas de *Chlorella vulgaris* na presença de altas concentrações de três sulfonamidas (SAs) de estruturas semelhantes (sulfadiazina (SD), sulfamerazina (SM1) e sulfametazina (SM2) e determinaram a sua capacidade de remover as mesmas após exposição de 7 dias. SD, SM1 e SM2 inibiram o crescimento de C. vulgaris em 7,9-22,6%, 7,2-45,9% e 10,3-44%, respectivamente. A ultraestrutura e o DNA das células das microalgas tratadas com SAs foram afetados, como em mudanças consideráveis na parede celular, cloroplasto e mitocôndria e na migração de DNA. Além disso, a capacidade de C. vulgaris na remoção dos antibióticos testados foi de 29% para SD, 16% para SM1 e 15% para SM2. Os resultados encontrados sugerem que determinadas concentrações de antibióticos

específicos podem induzir o crescimento de algas, assim como, o processo de biodegradação mediado por algas pode acelerar na remoção destes contaminantes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo dos estudos relatados podemos inferir que o uso de microalgas para o tratamento de águas residuais tem sido amplamente testado e que os resultados são promissores principalmente com a remoção de nitrogênio (N), fósforo (P), metais tóxicos e metais pesados que na maioria das vezes quando tratados por processos convencionais necessitam de um tratamento complementar. Conforme o levantamento realizado, as espécies mais utilizadas e promissoras no tratamento de águas residuais foram Chlorella vulgaris, Chlamydomonas reinhardtii, *Scenedesmus obliquus*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tribonema minus*, *Chlorella thermophila*, *Phaeocystis globosa*, *Nannochloropsis oculata*, *Dunaliella salina* e *Platymonas subcordiformis*.

REFERÊNCIAS

ABDEL-RAOUF, N.; AL-HOMAIDAN, A.A.; IBRAHEEM, I.BM. Microalgae and wastewater treatment. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 19, n. 3, p. 257-275, 2012.

BECKER, W. **Microalgae in human and animal nutrition. Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology**, Amos Richmond, Ed. 2004.

BOELEE, N.C., TEMMINK, H., JANSSEN, M., BUISMAN, C.J.N., WIJFFELS, R.H. Nitrogen and phosphorus removal from municipal wastewater effluent using microalgal biofilms. **Water Res**. v.45, p. 5925 – 5933, 2011.

CASTRO, A.A.; KONRAD, O.; MARDER,M.; GUERINI-FILHO, M. Cultivo de microalgas para tratamento de águas residuais: revisão de literatura Revista GEAMA. **Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**, v. 6,n. 2, p.60-71,2020.

CHENG, T; ZHANG, W; ZHANG, W; YUAN, G; WANG, H; LIU, T.. An oleaginous filamentous microalgae Tribonema minus exhibits high removing potential of industrial phenol contaminants. **Bioresource Technology**, v. 238, p. 749-754, 2017.

CHEN, S.; WANG, L.; FENG, W.; YUAN, M.; LI, J.; XU, H.; ZHENG, X. ; ZHANG, W. Sulfonamides-induced oxidative stress in freshwater microalga Chlorella vulgaris: Evaluation of growth, photosynthesis, antioxidants, ultrastructure, and nucleic acids. **Scientific Reports**, v. 10, p. 8243, 2020.

DASGUPTA, C. N; GILBERT, J.; LINDBLAD, P; HEIDORN, T; BORGVANG, S; SKJÅNES, K; DAS, D. Recent trends on the development of photobiological processes and photobioreactors for the improvement of hydrogen production. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, n. 19, p. 10218-10238, 2010.

GEBREMEDHIN, G.; MISHRA, S.; MOHANTY, K. Augmentation of native microalgae based biofuel production through statistical optimization of campus sewage wastewater as low-cost growth media. **Journal Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 5, p. 6623-6632, 2018.

HAN, L.; PEI, H.; HU, W.; JIANG, L.; HAN, F. Integrated campus sewage treatment and biomass production by Scenedesmus quadricauda SDEC-13. **Bioresourse Technology**, v. 175, p. 262-268, 2015.

HENKANATTE-GEDERA, S.M; SELAVARATNAM, T.; KARBAKHSHRAVARI, M.; MYINT, M.; NIRMALAKHANDAN, N.; VAN VOORHIES, W.; LAMMERS, Peter J. Removal of dissolved organic carbon and nutrients from urban wastewaters by Galdieria sulphuraria: Laboratory to Field scale demonstration. **Algal Research**, v. 24, p. 450-456, 2017

LAM, T.P.; LEE, T..; CHEN, C.; CHENGS, J. Strategies to control biological contaminants during microalgal cultivation in open ponds. **Bioresource Technology**, v. 252, p. 180-187, 2018.

LUCHE, D.; GONÇALVES, B.; SILVA, M. Revisão de sistemas para cultivo de microalgas: uma alternativa sustentável para tratar efluentes e reduzir a poluição atmosférica. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 25, n. 1, p. 31-41, 2019.

NASCIMENTO, R. C. D. **Cultivo de microalgas em fotobiorreatores de placas planas para a produção de biomassa e biorremediação de efluente da agroindústria de óleo de palma**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016.

OSWALD, W.J. Microalgae and Waste-water treatment. In: Borowitzka, L.J. (Ed). Microalgal Biotechnology. **Cambridge University Press**, v.12, pp.305-328, 1988.

RAJASULOCHANA, P.; PREETHY, V. Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. **Resource-Efficient Technologies**, v. 2, n. 4, p. 175-184, 2016.

RODRIGUES, P. C. O.; PINHEIRO, S. L.; JUNGER, W.; IGNOTTI, E.; HACON, S. S. Variabilidade climática aumenta a mortalidade associada ao material particulado. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, n. 91, p. 1-9, 2017.

RUAN, Y.; WU, R.; LAM, J.C.W; ZHANG, K., LAM, P.K.S. Seasonal occurrence and fate of chiral pharmaceuticals in different sewage treatment systems in Hong Kong: Mass balance, enantiomeric profiling, and risk assessment. **Water Research**, v. 149, p.607-616, 2019.

SINGH, L.; PAVANKUMAR, A.R.; LAKSHMANAN, R.; RAJARAO, G.K. Effective removal of Cu 2+ ions from aqueous medium using alginate as biosorbent. **Ecol. Eng**., v. 38, p. 119- 124, 2012.

SUKACOVÁ, K.; TRTÍLEK, M.; RATAJ, T. Phosphorus removal using a microalgal biofilm in a new biofilm photobioreactor for tertiary wastewater treatment. **Water Research**, v. 71, p. 55-63, 2015.

TAN, C. H. Novel approaches of producing bioenergies from microalgae: A recent review. **Biotechnology advances**, v. 33, n. 6, p. 1219-1227, 2015.

TIWARI, B.; SELLAMUTHU, B.; OUARDA, Y.; DROGUI, P.; TYAGI, R.D.; BUELNA, G. Review on fate and mechanism of removal of pharmaceutical pollutants from wastewater using biological approach. **Bioresource Technolology**, v. 224, p. 1-12, 2017.

WALLS, L.E.; VELASQUEZ-ORTA, S.B.; ROMEROFRASCA, E.; LEARY, P.; NOGUEZ, I.Y.; LEDESMA, M.T.O. Non-sterile heterotrophic cultivation of native wastewater yeast and microalgae for integrated municipal wastewater treatment and bioethanol production. **Biochemical Engineering Journal**, v. 151, n. 15, p. 107319, 2019.

WANG, L.; XIAO, H.; HE, N.; SUN, D.; DUAN, S. Biosorption and Biodegradation of the Environmental Hormone Nonylphenol By Four Marine Microalgae. **Scientific reports**, v. 27, n. 1, e5277, 2019.

XIONG, J.; GOVINDWAR, S.; KURADE, M.; PAENG, K.; ROH, H.; KHAN, M.; JEON, B. Toxicity of sulfamethazine and sulfamethoxazole and their removal by a green microalga Scenedesmus obliquus. **Chemosphere**, v. 218, p. 551-558, 2019.

ZHOU, G; YING, G; LIU, S; ZHOU, L; CHEN, Z; PENG, F. Simultaneous removal of inorganic and organic compounds in wastewater by freshwater green microalgae. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 16, n. 8, p. 2018-2027, 2014.

ZHU, A.; GUO, J.; NI, B.J.; WANG, S.; YANG, Q.; PENG, Y. Um novo protocolo para calibração de modelo no tratamento biológico de águas residuais. **Science Rep**., v. 5, p. 84-93, 2015.

CAPÍTULO XXXV

REÚSO DA ÁGUA PARA O ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA

WATER REUSE TO FACE THE WATER CRISIS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-35

Lindomar Ribeiro Barbosa [1]
Camila Guerim Pieniz [2]
Aline Raquel Muller Tones [3]

[1] Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UFFS, campus Cerro Largo
[2] Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – UFFS, campus Cerro Largo
[3] Professora Doutora da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, campus Cerro Largo

RESUMO

A água doce é considerada um bem imprescindível para o desenvolvimento de todas as espécies. Entretanto, há registros de escassez de água potável em todo o planeta. A tendência é que ocorra um aumento de 55% na demanda de consumo de água nos próximos anos. Assim, a prática de reúso da água pode ser considerada uma alternativa para o enfrentamento das crises hídricas em todo planeta. Nesse sentido, esse artigo de revisão tem como objetivo elencar exemplos de países que aderiram a prática de reúso para gerenciar seus recursos hídricos e garantir as atividades humanas, incluindo os períodos de escassez de água, e dá luz a iniciativas desenvolvidas no Brasil. Neste estudo as pesquisas bibliográficas foram voltadas as definições e as finalidades da água de reúso tanto no contexto nacional quanto internacional. Através da revisão de estudos foi possivel observar uma variedade de iniciativas que contribuem para amenizar as crises hídricas no Brasil e em diversos países do mundo. Todavia, faz-se necessário a criação de legislação específica para reúso de água no Brasil, indicando padrões de qualidade de água para fins potáveis e não potáveis.

Palavras-chave: Escassez Hídrica. Reúso de Água. Gerenciamento de Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Fresh water is considered an essential asset for the development of all species. However, there are records of shortages of drinking water across the planet. The trend is for a 55% increase in the demand for water consumption in the coming years. Thus, the practice of water reuse can be considered an alternative to face water crises across the planet. In this sense, this review article aims to list examples of countries that have adhered to the practice of reuse to manage their water resources and ensure human activities, including periods of water scarcity, and gives light to initiatives developed in Brazil. In this study, the bibliographic research focused on the definitions and purposes of reused water both in the national and international context. Through the review of studies, it was possible to observe a variety of initiatives that contribute to alleviate the water crises in Brazil and in several countries around the world. However, it is necessary to create specific legislation for water reuse in Brazil, indicating water quality standards for potable and non-potable purposes.

Keywords: Water shortage. Water reuse. Water Resources Management.

1. INTRODUÇÃO

A água doce é considerada um bem imprescindível para o desenvolvimento de todas as espécies. Entretanto, vários são os cenários que fortalecem o número crescente de casos em que há registros de escassez de água potável em todo o planeta, como: as mudanças climáticas, o crescimento populacional, a má distribuição atrelada a ineficiência da gestão dos recursos hídricos e a poluição, que comprometem a sustentabilidade e garantia de acesso a água pela população. Estima-se que no mundo há 2,2 bilhões de pessoas que não tem acesso água potável de qualidade (UNICEF, 2019).

E esse número é ainda maior nas regiões onde há prevalência de secas severas, chegando a atingir 4 bilhões de pessoas, em pelo menos um mês por ano (MEKONNEN & HOEKSTRA, 2016). Cita-se ainda que cidades dos EUA e da África, que somam mais de 750.000 pessoas, já presenciaram alguma dificuldade relacionada a disponibilidade da água (PADOSKI *et al.,* 2016). Atualmente a escassez de água já afeta muitas pessoas e esse impacto tende a ser expandido. A tendência é que ocorra um aumento de 55% na demanda de consumo de água nos próximos anos (SCHLAMOVITZ & BECKER, 2021).

O Word Resources Institute (WRI, 2021) desenvolveu um atlas chamado de Aqueduct, que oferece informações de acesso livre sobre os recursos hídricos no mundo todo, tendo como principal foco o auxílio para governantes, empresas, população e investidores em relação a regiões com risco de escassez de água. Essa iniciativa reforça o fato de que no século XXI, o grande desafio é o acesso à água. Os registros avaliados apontam os países do Oriente Médio (Catar, Israel, Líbano, Irã e Jordânia) com maior incidência de crises de água, porém, devido a secas rigorosas países como a Índia, Chile, Bélgica e Portugal já sofrem estresse hídrico (WRI BRASIL, 2019).

O Brasil é considerado o país com maior disponibilidade de água doce do planeta, por causa dos rios amazônicos e os rios voadores, que geram chuvas para o Centro-Oeste e Sudeste, mesmo assim, alguns estados já sofrem com o acesso a água, a exemplo de São Paulo e do Rio de Janeiro (2014-2016), Distrito Federal (2017-2018) e região nordeste, sendo que essa região do Brasil sofreu com uma escassez de água severa durante cinco anos (2011-2016) devido a influência das mudanças climáticas e pela falta de gestão dos recursos hídricos (SUASSUNA, 2016).

A prática de reúso da água pode ser considerada uma alternativa para o enfrentamento das crises hídricas em todo planeta. Visto que há uma gama de possibilidade de técnicas de reúso da água que oferecem resultados significativos e que auxiliam no combate a escassez hídrica no Brasil e no mundo. Nesse sentido, esse artigo de revisão tem como objetivo relatar alguns exemplos nacionais e internacionais inerentes a prática de reúso de água como alternativa ao gerenciamento e ao aumento da disponibilidade hídrica, e assim, garantir a continuidade das atividades humanas, incluindo nos períodos de escassez de água, e dar luz a iniciativas da prática de reúso de água desenvolvidas no Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste estudo as pesquisas bibliográficas foram voltadas as definições e as finalidades da água de reúso tanto no contexto nacional quanto internacional, dando destaque as iniciativas de práticas feitas que auxiliam na solução de escassez de água e como os países estão lidando com esse desafio do gerenciamento da disponibilidade hídrica.

2.1. CRISE HÍDRICA GLOBAL

Atualmente vive-se em um mundo em que a escassez de recursos naturais se faz presente na vida das pessoas, um desses recursos é a água, indispensável para os ecossistemas. Estima-se que a humanidade tem acesso a apenas 0,26% de toda a água existente na Terra, e como a demanda é crescente e a oferta limitada, pode-se facilmente ocorrer uma grave crise hídrica (AN *et al*., 2021).

Segundo Salehi (2022), fatores como o rápido crescimento populacional, mudanças climáticas, secas cada vez mais intensas, aumento da demanda e a má gestão dos recursos hídricos contribuem para severas crises hídrica em muitos lugares do mundo, como por exemplo Israel, Catar e Cingapura. Ao longo do tempo, a demanda de água tende a aumentar, e esse aumento ocorre de maneira proporcional as necessidades de uso nos setores doméstico, agrícola e industrial (ROSHAN & KUMAR, 2020).

De acordo com Abou-Shady e El-Araby (2021), nas próximas décadas as mudanças climáticas relacionadas à interferência humana serão uma grande

problemática para os recursos hídricos, pois se esperam grandes mudanças na temperatura, pressão e precipitação, ocasionadas por condições climáticas adversas.

A água é indispensável para a vida, dessa forma a falta desse precioso recurso pode ocasionar conflitos locais. De acordo com estudos realizados por Unfried *et al*. (2022), na África e na América Central, no período 2002 a 2017, foram fornecidas evidências empíricas sobre a ligação entre conflitos locais e a falta de água. Os resultados apontaram que as estratégias de gestão dos recursos hídricos, por parte dos governantes, são de fundamental importância tanto para a redução de conflitos sociais, quanto para uma adaptação as mudanças climáticas.

A escassez hídrica é afetada tanto por condições hidroclimáticas, quanto por fatores socioeconômicos e políticas governamentais. Dessa forma, a escassez pode ser física ou econômica. A escassez física pode ser dividida em escassez de água verde, quando a umidade no solo não é suficiente para a produção agrícola, e azul, quando a água doce em corpos d'água superficiais e subterrâneos não atendem à demanda humana (LIU et al., 2017). Já a escassez econômica é entendida como a falta de capacidade institucional e socioeconômica para a utilização dessa água (HUANG *et al*., 2021).

Várias partes do mundo já enfrentaram grandes crises hídricas durante a história. Em 1996 devido a fatores climáticos e organizacionais, o aquífero Sparta no Arkansas teve suas águas subterrâneas impactadas devido ao consumo excessivo de água (CZARNECKI *et al.*, 2002).

Entre os anos de 2013 e 2015 o estado de São Paulo no Brasil, passou por uma grande seca, considerada a mais severa da história do Estado. Devido a essa seca, o maior reservatório de água potável (Sistema Cantareira) foi reduzido a 5% de sua capacidade, fazendo com que o governo do estado tomasse diversas medidas visando priorizar o abastecimento de água para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP (EMPINOTTI *et al*., 2019).

Para o enfrentamento da crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo foram tomadas várias medidas, tais como incentivos, campanhas de conscientização, bônus, punições, muitas obras, entre outras ações, afins de possibilitar o abastecimento de milhões de pessoas (BRAGA & KELMAN, 2016).

Diante de períodos de escassez hídrica ou visando a não ocorrência, existem diversas formas para amenizá-la ou evitá-la, sendo necessário o envolvimento de todos para o enfrentamento da mesma, uma delas é o reúso de água, a qual será abordada a seguir.

2.2. DEFINIÇÕES E FINALIDADE DE REÚSO

No ano de 1987, Lavrador Filho definiu reúso da água como sendo o aproveitamento da água que foi utilizada em alguma atividade humana, até mais de uma vez, para se atender a outro uso.

Contudo, existem vários tipos de definição e finalidade para o reúso da água e isso varia de acordo com as normas e diretrizes de cada país e estados, como é o caso da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), que desde o ano de 1980 desenvolve publicações sobre as "Diretrizes para Reutilização da Água" (EPA, 2012). Essas publicações trouxeram a definição de água de reúso, como sendo o uso de águas residuárias municipais tratadas (água recuperada), tendo como finalidade a garantia da gestão sustentável da água, garantindo a água para futuras gerações sem que seja comprometido o uso desta no presente.

Outro exemplo internacional é que trata com propriedade o assunto reúso da água é a Public Utilities Board (PUB, 2021) em Singapura, órgão público responsável pela distribuição de água e gerenciamento dos recursos hídricos do país. Desde 2003, a população passou a contar com uma avançada estação de tratamento de esgoto (ETE), a NEWater, com produção de água de reúso. Sua finalidade é a utilização de forma indireta para manutenção do nível dos reservatórios em épocas de seca e para utilizar nos sistemas de refrigeração entre outros usos na indústria (SMIDERLE, 2021).

No Brasil a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), n° 54/2005 contemplou o reúso da água como sendo a utilização de água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. Ou seja, a água passará por etapas de tratamento, de acordo com a finalidade para sua utilização.

A prática de reúso da água pode ser classificada de três maneiras, e o que determinará a escolha é o destino final. Nesse sentido, a Associação Brasileira de

Normas Técnicas (ABNT) nº 13.969/97 (ABNT, 1997) classifica como reúso local, reúso direto planejado e reúso indireto (planejado e não planejado):

(i) O reúso local, define-se como sendo a reutilização de efluentes domésticos, com qualidade para uso não potável, em atividades na própria residência.
(ii) No que diz respeito forma de reúso direto planejada, refere-se ao uso pré-definido da água de reúso, ou seja, a água é conduzida do local de produção até o ponto de utilização, sem lançamento em corpos hídricos.
(iii) Em contrapartida, a forma de reúso indireta é registrada quando a água residuária é lançada diretamente no corpo hídrico e pelo processo de autodepuração natural, é diluída e, a partir de determinado ponto do trecho do rio pode ser captada novamente para um novo uso.

Pensando numa classificação mais atualizada, Moura *et al.* (2020) propôs em seu estudo de revisão bibliográfica a reclassificação da água de reúso conforme a origem da água de reúso: reúso local e interno, reúso externo e reúso industrial.

(i) Reúso local e interno: reúso de águas cinzas (água de chuveiro, lavatórios, máquinas de lavar roupa e louça, tanques) provenientes das residências e comércios.
(ii) Reúso externo: reúso de águas negras (esgoto bruto: vasos sanitários) provenientes de estações de tratamento de efluentes (ETEs) que passam, na sequência, por estação de tratamento de água de reúso (ETAR).
(iii) Reúso industrial: reúso de águas utilizadas no processo da própria indústria (reúso direto interno e/ou externo).

Todavia, segundo Smiderle *et al.* (2021) o que irá garantir uma boa eficiência da prática de reúso no Brasil e no resto do mundo, será: incentivos governamentais, tanto econômico quanto em relação a formulação de uma legislação ambiental contemplativa, que garanta segurança sanitária para uma utilização segura do efluente tratado, além claro, de uma maior sensibilização social em relação a necessidade e a aceitação de utilizar água de reúso.

Tendo em vista o exposto, exemplos de sucesso em relação a prática de reúso de efluente tratados, tanto no cenário internacional quanto nacional, serão abordados no decorrer deste texto.

2.3. REÚSO DE ÁGUA COMO FERRAMENTA AO ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICO INTERNACIONAL

Muitas regiões são afetadas pela escassez de recursos hídricos, em alguns locais devido principalmente ao clima e em outros pela superpopulação. A seguir, serão abordados alguns países que enfrentam escassez e algumas soluções para amenizar tais problemas.

Quadro 1 – Exemplos de iniciativas de países para enfrentamento a crises hídrica

PAÍS	OBJETIVOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS
Egito	Dessalinização solar	A dessalinização solar através do processo de desumidificação foi a alternativa mais promissora para a obtenção de água doce.	El-Fakharany & Salem (2021)
China	Otimização de utilização de água recuperada	Água utilizada para recargas de aquíferos, fins paisagísticos, água recuperada gerada na cidade de Urumqi pode atender a demanda hídrica por sua paisagem urbana	LI *et al*. (2019)
EUA	Reutilização de Água Produzida em campos de Petróleo (OPW) para irrigação de culturas de biocombustíveis	O efluente OPW tratado tem potencial para reutilização benéfica e pode ajudar a minimizar o uso de água doce.	Samuel *et al*. (2022)
Israel	Reciclagem de águas residuais para irrigação agrícola	52–55% dos israelenses entrevistados no estudo concordaram em servir produtos (crus ou cozidos) irrigados com água reciclada.	Craddock et al. (2021)
UE	Reutilização de água tratada na agricultura europeia.	Através de modelagem agroeconômica, foi avaliado o potencial da água tratada para reduzir a captação de água doce e com isso reduzir o estresse hídrico.	Hristov (2021)

Fonte: Autoria própria.

Devido ao rápido crescimento populacional e industrial, há um grande aumento na demanda de água em diversos setores, porém a irrigação utiliza a maior quantidade de água, cerca de 70% de toda a água doce disponível para utilização (FAO, 2022). Nesse sentido, se faz necessário buscar alternativas para contornar esse problema e evitar ao máximo problemas de escassez.

Devido a urgente necessidade de utilização mais eficiente da água na agricultura, as fontes não convencionais acabam recebendo cada vez mais atenção, podendo contribuir para uma economia de água, bem como aliviar a escassez desse precioso recurso (CHEN *et al*., 2021). Fontes não convencionais de água são por exemplo águas pluviais, água do mar, águas residuais domésticas e descargas comerciais.

A China possui cerca de 6% de água doce de todos os recursos hídricos globais. Segundo o Anuário estatístico, entre 2001 e 2018 a China aumentou de 1,27 bilhão para 1,39 bilhão de pessoas, o seu PIB foi de 10,9 para 89,6 trilhões, isso fez com que a demanda por recursos hídricos aumentasse muito. Estudos apontam que até 2030 o consumo total do país mais populoso será em torno de 700 a 800 bilhões de m^3 por ano, chegando muito perto dos recursos hídricos reais disponíveis, que serão de 800 a 950 bilhões de m^3, atingindo um nível crítico entre a oferta e a demanda (AN *et al*., 2021).

A China para atender a sua demanda de água, tomou várias medidas com a intenção de usar de maneira mais eficiente as águas superficiais e subterrâneas, como a implantação de um sistema rigoroso de gestão o qual especifica metas de eficiência hídrica, também implantou o Projeto de Desvio de Água Sul-Norte trans-bacia em todo o pais, além de buscar novas alternativas para combater o preocupante conflito hídrico através de recursos hídricos alternativos como dessalinização da água do mar, coleta da água da chuva e uso de água recuperada (ZHU & DOU, 2018).

Os países do Oriente Médio e Norte da África (MENA), localizados em zonas áridas e semiáridas, são caracterizados pelas altas temperaturas, solos arenosos, baixa precipitação fazendo com que enfrentem muitas dificuldades em relação ao abastecimento de água para as culturas. Técnicas de dessalinização e tratamento de águas residuais são aplicadas nesses países, mas não são suficientes para suprir a demanda. Com isso surge a possibilidade de utilização da tecnologia eletro agrícola, que não possuem restrições ambientais por meio do reúso não convencional de água no MENA. Essa tecnologia pode ser muito apropriada para os países situados nas latitudes

35° N e 35° S, as quais abrigam sete dos principais desertos do planeta (ABOU-SHADY & EL-ARABY, 2021).

Israel possui um clima semiárido e a grande maioria do volume precipitado é evapotranspirado, apenas cerca de 5% é escoado superficialmente. Nesse país não é incomum longos períodos de seca, tornando-o um dos países com maior escassez hídrica do mundo (MARIN et al., 2017). O projeto Dan é um exemplo de grande esquema de reúso de água em Israel. Na cidade de Tel Aviv, em Israel, o volume de esgoto gerado é tratado e percolado em um aquífero onde recebe um tratamento adicional, após ele pode ser extraído para ser utilizado nas necessidades agrícolas na região de Dan (Anderson, 2003). No ano de 2005, Israel entrou na era da dessalinização e atualmente essa tecnologia é responsável pelo fornecimento de quase metade do consumo total de água doce do país, o que é equivalente a cerca de 1,3 bilhão de m^3 por ano (NAHUM *et al*., 2022).

Em 2007, a Comissão Europeia fez um comunicado, o qual foi mencionado que aproximadamente 11% da população e pelo menos 17% do território da União Europeia (UE) haviam sido afetadas pela escassez de água até aquele devido momento, com uma tendência de agravamento da situação (EC, 2007). Posterior a esse comunicado, foram especificadas várias estratégias visando uma otimização na eficiência hídrica e reúso de água. Somente em 2020 foi aprovado o regulamento (2020/741) relativo aos requisitos mínimos para a reutilização da água. As novas regras da regulamentação passarão a ser aplicadas a partir de junho de 2023 e é previsto que a Comissão Europeia avaliará até junho de 2028 a viabilidade de ampliação de aplicação do regulamento, como por exemplo aplicações industriais (SMIDERLE et al., 2021).

O Egito possui muitos lugares com grande quantidade de radiação solar, tais como Alto Egito, Owaynat, Sinai e Toshka, onde essa radiação já atingiu 5-8 Kwh/m^2dia. Dessa forma o uso da tecnologia de dessalinização solar tem um bom potencial nessas regiões. Essa dessalinização através do processo de desumidificação foi a alternativa mais promissora para a obtenção de água doce (EL-FAKHARANY & SALEM, 2021).

Percebe-se que cada país possui condições climáticas diferentes, logo são necessárias diferentes alternativas e tecnologias de enfrentamento a escassez desse precioso recurso, buscando a que melhor atende o suprimento da demanda hídrica

local. A seguir será abordado práticas de reúso no cenário nacional para enfrentamento a escassez hídrica.

2.4. REÚSO DE ÁGUA COMO FERRAMENTA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICO NACIONAL

Nesse tópico serão apresentados bons exemplos de iniciativas feitas em várias partes do Brasil, em vários seguimentos econômicos também, como na indústria, na produção de alimentos, construção civil, entre outros (Quadro 2). São exemplos da utilização da técnica de reúso de água com a finalidade de servir como uma alternativa para economia de água (recurso natural) e consequentemente auxílio na resolução da problemática de escassez hídrica.

Quadro 2 - Exemplos de iniciativas da prática de Reúso da Água no Brasil

INICIATIVAS	OBJETIVOS	RESULTADOS	REFERÊNCIAS
Potabilização da água da chuva	Dessedentação animal em propriedades rurais.	Mostrou-se economicamente mais viável que a utilização das águas subterrâneas.	Beati *et al*. (2019)
Uso de água recuperada da ETE na construção civil	Utilização de água recuperada no processo de amassamento do concreto.	Aplicação satisfatória, não causou interferência na qualidade do concreto quando comparado ao traço tradicional.	Brandão *et al*. (2019)
Aproveitamento de água cinza combinada a água pluvial num shopping Center	Direcionamento das águas combinadas para descarga de banheiros e rega de jardins.	O sistema atende parcialmente a demanda de água do estabelecimento, estimando uma economia de 9% a 26,4% para a empresa.	Sousa (2015)
Reaproveitamento da água em processos domésticos	Automatização do reúso da água cinza da máquina de lavar roupa na própria lavadora.	Economia de água potável de 33% a 66%.	Dallagnol *et al.* (2020)
Reúso de água na indústria	Reúso da água tratada para resfriamento das peças produzidas na fundição de ferro.	Redução de 12% da captação de águas e redução do no descarte de efluente de 56%.	CETESB (2010)

Cultivo hidropônico de alface com água de reúso	Utilização de fontes alternativas de água na agricultura.	Redução de custos com fertilizantes e aumento da qualidade do plantio durante o ano todo.	Demartelaere *et al.* (2020)
Recarga artificial de aquífero	Reúso de efluente tratado para recarga artificial de aquífero	Uma média de 27% da recarga atual, por infiltração de sumidouros.	Fernandes & Tavares (2018)

Fonte: Autoria própria.

No estudo feito por Beati *et al*. (2019) foi feito a demonstração da viabilidade econômica e ambiental de um sistema de captação e aproveitamento da água da chuva, no município de Itapetininga – SP, para dessedentação da criação de aves da propriedade, além de outras finalidades de uso não-potável para possibilitar uma expansão das atividades produtivas. Após a análise da água da chuva, o estudo concluiu ser uma proposta eficiente para a finalidade apresentada, uma vez que o reúso de águas pluviais corrobora com a menor exploração e evita possíveis contaminações dos recursos hídricos da região.

Brandão *et al.* (2019) testou de forma prática e técnica a substituição da água bruta por água de reúso, oriunda do processo de tratamento terciário da ETE Guadalajara - Ceará, no processo de amassamento do concreto, etapa necessária na construção civil. Os resultados atenderam os padrões estabelecidos pela NBR 15.900 e foi comprovado que a utilização de águas recuperadas pode ser utilizada para essa finalidade.

A utilização de águas pluviais combinadas a águas cinzas oriundas dos lavatórios de banheiros de um shopping center em Sergipe, é uma proposta feita por Sousa (2015) representa uma boa opção de economia e água potável para fins não-potáveis, como no caso específico, para descarga de banheiros e irrigação de jardins. Mesmo que o volume de água pluvial varie durante o ano de acordo com os períodos chuvosos do ano, as águas cinzas expressam um volume constante, desta forma, a incorporação do projeto de reúso de água pode ser vista com potencialidade.

O estudo feito por Dallagnol et al. (2020) sinalizou uma proposta de tratamento e reúso das águas cinzas oriundas das máquinas de lavar roupa, na própria lavadora. O equipamento proposto pelo autor funcionaria de forma automatizada através de um circuito eletrônico de fácil aquisição e baixo custo-benefício, com a finalidade de

incentivar a prática de reúso da água a fim de conservar o recurso natural para fins potáveis. Em seu trabalho é descrito o material necessário e quais as etapas de funcionamento do sistema para uso doméstico.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2010) relatou o estudo de caso relacionado ao reúso de água no processo industrial numa empresa de fabricação de peças e acessórios para o sistema de motores, em Mogi-Guaçu/SP. O projeto foi pensando na utilização de efluente tratado que passou a ser armazenado e reincorporado, na etapa de resfriamento das peças produzidas no processo de centrifugação na fundição de ferro. Anteriormente a água usada para o resfriamento das peças era totalmente oriunda dos 5 poços artesianos da empresa, após a aplicação do sistema de reúso, a empresa passou a captar 12% a menos de água dos poços e deixou de descartar 56% do efluente líquido gerado na indústria.

No estudo feito por Demartelaere *et al.* (2020), levou-se em consideração o uso de efluentes de esgotos domésticos tratados, na hidroponia, produção de alface. Essa utilização possibilita o uso de uma água de reúso com qualidade (de acordo com as normas e recomendações) e com alta concentração de micro e macro nutrientes, que substitui as fontes tradicionais de fertilizantes, poderá trazer um aumento na produtividade e alternativa de produção agrícola em locais onde há escassez de água. Sendo assim, essa alternativa surge como uma forma de gestão sustentável da água, pois favorece a disponibilidade do recurso natural para fins mais prioritários, e acaba contribuindo para assegurar água para as próximas gerações.

Fernandes e Tavares (2018) analisaram o uso de água de efluente tratado da ETE Dom Nivaldo Monte, em Natal – RN com finalidade de recarga de aquíferos para aumentar a disponibilidade hídrica na região. As análises do efluente demostraram valores abaixo do permitido pela Environmental Protection Agency (EPA), para os parâmetros pH e Nitrato. Porém, os valores de Coliformes Termotolerantes ficaram acimas do limite permitido, sendo necessário um pós-tratamento para readequação dos valores. Como o solo possui capacidade para remover organismos patogênicos, optou-se pela aplicação da técnica do Tratamento Solo-Aquífero (TSA), feita através da filtração por sumidouros. Verificou-se, assim, que a vazão da ETE possibilita recarregar, em média, 27% da recarga atual.

Assim, nota-se que o reúso de água no Brasil pode ser utilizado como ferramenta para o enfrentamento das crises hídricas, porém, há carência de legislações especificas para a utilização de efluentes tratados de acordo com seu destino final.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medida que a população cresce e a industrialização se desenvolve a demanda por água aumenta, gerando cada vez mais uma forte pressão sobre os recursos hídricos, nesse sentido surge o reúso de água como uma importante ferramenta para o enfrentamento da escassez desse precioso recurso. Através da revisão de estudos foi possivel observar uma variedade de iniciativas como a dessalinização da água do mar, captação de águas pluviais, reúso de efluentes e despejos domésticos, entre outros que contribuem para amenizar as crises hídricas no Brasil e em diversos países do mundo. São técnicas que estão ganhando espaço de aplicação visto a necessidade de medidas necessárias para combater a escassez de água. Todavia, faz-se necessário a criação de legislação específica para reúso de água no Brasil, indicando os padrões de qualidade da água com vista aos usos potáveis e não potáveis.

REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. Nbr 13969 - 1997 - Tanques Sépticos - Unidades De Tratamento Complementar. Disponível em: https://idoc.pub/documents/idocpub-34wmdrqkzyl7. Acesso em: 20 fev. 2022.

AN, Min; FAN, Lijuan; HUANG, Jin; YANG, Wenjing; WU, Hailin; WANG, Xiao; KHANAL, Ribesh. The gap of water supply—Demand and its driving factors: from water footprint view in huaihe river basin. **Plos One**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 0247604, 4 mar. 2021. Public Library of Science (PLoS). http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0247604.

BEATI, André Augusto Gutierrez Fernandes et al. POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA: aplicação em propriedades rurais. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 521-549, 3 out. 2019. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e32019521-549>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRAGA, B.; KELMAN, J. Facing the challenge of extreme climate: the case of Metropolitan São Paulo. **Water Policy**, [S. L.], v. 18, 52-69, dez. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.2166/wp.2016.113.

BRANDÃO, André Schramm et al. Estudo de caso: uso de água recuperada na construção civil. Revista Dae, [S.L.], v. 67, n. 217, p. 34-46, 2019. Revista DAE. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.021>. Acesso em: 19 mar. 2022.

CETESB. Reúso de Água Industrial. PRODUÇÃO MAIS LIMPA. Casos de Sucesso, nº 61, abril, 2010. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2015/01/caso61.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

CHEN, C. Y. et al. Non-conventional water reuse in agriculture: A circular water economy. **Water Research**, [S. L.], v. 199, jul. 2021. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117193.

Congresso da ABES, 31, 2021, Curitiba/PR. Comparação entre as políticas públicas de incentivo ao reúso da água residuária no Brasil e no cenário internacional. Curitiba/PR: FITABES, 2021. 11p.

CRADDOCK, H. A. et al. Percepções sobre o uso de água reciclada para irrigação de produção e tarefas domésticas: uma comparação entre consumidores israelenses e palestinos. Journal of Environmental Management, [S. L.], v. 297, nov. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113234.

CZARNECKI, J. B. et al. The Mississippi River Valley Alluvial Aquifer in Arkansas: A Sustainable Water Resource?. **USGS** (2002). https://doi.org/10.3133/fs04102.

DALL'AGNOL, Rodrigo *et al*. ECONOMIA DE ÁGUA NA LAVAGEM DOMÉSTICA DE ROUPAS: alternativas de tratamento do efluente para viabilização da recirculação e reúso / water and its various uses. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, n. 9, p. 67290-67306, 2020. Brazilian Journal of Development. http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n9-240.

DEMARTELAERE, Andréa Celina Ferreira *et al*. O cultivo hidropônico de alface com água de reúso. **Brazilian Journal Of Development.** Curitiba, p. 90206-90224. nov. 2020. Disponível em:<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/20199/16179>. Acesso em: 20 mar. 2022.

EL-FAKHARANY, Z. M.; SALEM, M. G. Mitigating climate change impacts on irrigation water shortage using brackish groundwater and solar energy. **Energy Reports**, [S. L.], v. 7, 608-62, nov. 2021. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.07.091.

EMPINOTTI, V. L.; BUDDS, J.; ADVERSA, M. Governance and water security: The role of the water institutional framework in the 2013–15 water crisis in São Paulo, Brazil. **Geoforum**, [S. L.], v. 98, 46-54, jan. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.09.022>. Acesso em: 10 mar. 2022.

EPA. Guidelines for Water Reuse. 2012. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-08/documents/2012-guidelines-water-reuse.pdf. Acesso em: 5 fev. 2022.

FERNANDES, A. C. A.; TAVARES, J. L. RECARGA DE AQUÍFEROS COM ÁGUA DE REÚSO: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE NATAL-RN. 2018. Disponível em: https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento40/TrabalhosCompletosPDF/II-112.pdf. Acesso em: 27 mar. 2022.

HRISTOV, J. et al. Reuse of treated water in European agriculture: Potential to address water scarcity under climate change. **Agricultural Water Management**, [S. L.], v. 251, mai. 2021. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106872.

HUANG, Z. et al. The key drivers for the changes in global water scarcity: Water withdrawal versus water availability. **Journal of Hydrology**, [S. L.], v. 601, out. 2021. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126658.

LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre a suas possibilidades no Brasil. 1987. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

LI, Q. et al. Optimizing the reuse of reclaimed water in arid urban regions: A case study in Urumqi, Northwest China. **Sustainable Cities and Society**, [S. L.], v. 51, nov. 2019. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101702.

LIU, Junguo et al. Water scarcity assessments in the past, present, and future. Earth'S Future, [S.L.], v. 5, n. 6, p. 545-559, jun. 2017. American Geophysical Union (AGU). http://dx.doi.org/10.1002/2016ef000518. Disponível em: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016EF000518. Acesso em: 12 jun. 2022.

MEKONNEN, M.M. & HOEKSTRA, A. Y. Quatro bilhões de pessoas enfrentando severa escassez de água. 2016. Avanços científicos, 2(2), 16. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

MOURA, P. G., *et al*. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 791-808, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-4152202020180201.

NAHUM, Z. B. et al. Centralized water management under lobbying: Economic analysis of desalination in Israel. **Ecological Economics**, [S. L.], v. 193, mar. 2022. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107320.

PADOWSKI, J.C., CARRERA, L. & JAWITZ, J.W. **Superando a Insegurança Urbana da Água com Infraestrutura e Instituições**. 2016 Resour Água Gerenciar 30, 4913-4926. https://doi.org/10.1007/s11269-016-1461-0.

PUB (2021). Water Price. Disponível em: https://www.pub.gov.sg/watersupply/waterprice. Acesso em: 10 mar. 2022.

ROSHAN, A.; KUMAR, M. Water end-use estimation can support the urban water crisis management: A critical review. **Journal of Environmental Management**, [S. L.], v. 268, ago. 2020. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110663.

SALEHI, M. Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. **Environment Intrnational**, [S. L.], v.158, jan.2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106936.

SAMUEL, O. et al. Oilfield-produced water treatment using conventional and membrane-based technologies for beneficial reuse: A critical review. **Journal of Environmental Management**, [S. L], v. 308, abr. 2022. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114556.

SCHLAMOVITZ & BECKER. **Vulnerabilidades e capacidades diferenciadas de adaptação à escassez de água em Gaborone, Botsuana.** Int. J. Water Resour. Dev., 37 (2) (2021), pp. 278-299.

SHADY, A. A.; ARABY, H. E. Electro-agric, a novel environmental engineering perspective to overcome the global water crisis via marginal water reuse. **Natural Hazards Research**, [S. L.], v.1, 202-226, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nhres.2021.10.004. Acesso em: 5 mar. 2022.

SOUZA, A. S; SOUZA, B S. **Avaliação do potencial para reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em um shopping center**. Disponível em: https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/05/IV-050-AVALIA%C3%87%C3%83O-DO-POTENCIAL-PARA-REÚSO-DE-%C3%81GUAS-CINZAS-E-APROVEITAMENTO-DE-%C3%81GUAS-PLUVIAIS-EM-UM-SHOPPING-CENTER.pdf. Acesso em: 19 mar. 2022.

SUASSUNA, J. A questão hídrica atual do Nordeste seco. Instituto Humanistas Unisinos. Revista IHU-ONLINE. 2016. Disponível em: A questão hídrica atual do Nordeste seco! - Instituto Humanitas Unisinos - IHU. Acesso em: 04 jun. 2022.

UNFRIED, K. et al. Water scarcity and social conflict. **Journal of Environmental Economics and Management**, [S. L.], v. 113, mar. 2022. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102633.

WRI BRASIL. **Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil e no mundo**. 2019. Disponível em: https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/08/ranking-mostra-onde-ha-maior-risco-de-faltar-agua-no-brasil-e-no-mundo. Acesso em: 13 mar. 2022.

ZHU, Z; DOU, J. Current status of reclaimed water in China: an overview. **Journal of Water Reuse and Desalination**, [S. L.], v. 8, 293-307, set. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.2166/wrd.2018.070.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PROVENIENTE DOS CONDICIONADORES DE AR E CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE FILTRO DE PRÉ-TRATAMENTO

USE OF WATER FROM AIR CONDITIONERS AND CONSTRUCTION OF PROTOTYPE OF PRE-TREATMENT FILTER

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-36

Yáscara Maia Araújo de Brito [1]
Francisco Miqueias Sousa Nunes [2]
Matheus Duarte de Araújo [3]
Luana Marques Souza Farias [4]
Lenilson Olinto Rocha [5]
Hewerton Agra Oliveira [6]

[1] Professora Substituta do Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[2] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[3] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[4] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal da Paraíba - UFPB
[5] Professor Assistente vinculado ao Colegiado Acadêmico de Engenharia de Produção - UNIVASF
[6] Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

RESUMO

A escassez de água faz a população buscar fontes alternativas para obtenção dos recursos, entre as quais pode-se citar o aproveitamento de água da chuva, o reuso de águas servidas e até a obtenção da água do gotejamento dos aparelhos de ar-condicionado. Diante disso, o artigo objetiva analisar a viabilidade do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado instalados em uma escola cidadã integral de ensino médio e técnico, localizada no município de Pombal, Paraíba. Para isso, produziu-se um sistema que consiste na construção de uma calha para captação da água e um filtro modelo de pré-tratamento, que visam a conscientização da sociedade civil quanto ao uso racional dos recursos hídricos em um município que convive com eventos de seca e consequente escassez de água. Possibilitou-se, assim, aos integrantes do projeto a capacidade de tornarem-se seres críticos e reflexivos e replicarem o conhecimento adquirido por meio de oficinas em outras turmas da referida escola, além de multiplicação do conhecimento nas suas residências e vizinhanças. Com a utilização do filtro piloto, é possível o reaproveitamento de água proveniente inclusive de cozinhas que, após filtrada, pode ser utilizada para fins menos nobres.

Palavras-chave: Reuso de água. Recursos hídricos. Educação ambiental. Escassez hídrica.

ABSTRACT

The scarcity of water makes the population look for alternative sources to obtain the resources, among which we can mention the use of rainwater, the reuse of wastewater and even securing water from the drip of air conditioning devices. Therefore, the article aims to analyze the feasibility of using water from air conditioning units installed in a full-time high school and technical school located in Pombal, Paraíba. For this, a system was produced that consists of constructing a gutter to capture water and a pre-treatment model filter, which aims to raise awareness of civil society regarding the rational use of water resources in a municipality that coexists with events of

drought and consequent water shortages. Thus, the project members could become critical and reflective beings and replicate the knowledge acquired through workshops in other classes of the school above, in addition to multiplying knowledge in their homes and neighbourhoods. With the pilot filter, it is possible to reuse water from kitchens, which, after being filtered, can be used for less noble purposes.

Keywords: Water reuse. Water resources. Environmental education. Water shortage.

1. INTRODUÇÃO

No decorrer dos últimos anos, o crescimento populacional aliado à intensificação do processo de industrialização tem exercido uma forte pressão sobre os recursos hídricos em todo o mundo, resultando em um aumento progressivo da demanda por água, provocando assim, muitos conflitos por uso da água em várias regiões, principalmente aquelas que sofrem com estresse hídrico. Contudo, mesmo em regiões com disponibilidade hídrica quantitativa, é possível perceber que diversos problemas de caráter qualitativo são notados, o que as tornam sujeitas a problemas hídricos (ASSIS; RIBEIRO; SILVA, 2020).

A água é um dos recursos naturais mais importantes e necessário a vida no planeta, no entanto, o seu uso de forma irracional tem quebrado o paradigma de que este recurso seria inesgotável. Ao longo do tempo tem-se percebido que a água se tornou um fator limitante para os seus diversos usos. Diante disso, os sistemas de planejamento de recursos hídricos, instrumentos legais e políticas públicas têm se tornado o melhor caminho para o enfrentamento dos problemas hídricos no Brasil (SANTOS JR., 2013).

Se não forem tomadas medidas adequadas para melhorar a eficiência do uso de água e conservar este recurso escasso, alcançar a segurança da água se torna mais difícil. A gestão dos recursos hídricos se apresenta como um processo capaz de reverter essa situação e garantir a multiplicidade dos usos da água para atendimento das demandas atuais e futuras, tendo em vista que considera os interesses sociais, econômicos e ambientais, tomando as decisões de alocação levando-se em conta as restrições relevantes e os múltiplos objetivos da sociedade (CAP-NET, 2008; ASSIS, 2013).

De acordo com Fortes, Jardim e Fernandes (2015), “o uso racional da água pode ser definido como as práticas, técnicas e tecnologias que propiciam a melhoria da eficiência do seu uso, e a procura por tecnologia de reaproveitamento tem crescido nos últimos anos”. Em busca desse uso racional, principalmente em cenários de escassez

dos recursos hídricos, os usuários de água estão cada vez buscando formas de otimizar o reuso da água em suas edificações.

A escassez de água faz a população buscar fontes alternativas para obtenção dos recursos, entre as quais pode-se citar o aproveitamento de água da chuva, o reuso de águas servidas e até a obtenção da água do gotejamento dos aparelhos de ar-condicionado. Este ganhou força com a instalação desses aparelhos em larga escala, tanto para uso residencial, quanto comercial e industrial (SOARES; SOUZA JR.; SILVA, 2021).

Os condicionadores de ar objetivam proporcionar condições de temperatura e umidade confortáveis para o ser humano e para o funcionamento de máquinas. Entretanto, de acordo com Fortes, Jardim e Fernandes (2015), eles trazem alguns problemas. A água que escoa dos condicionadores goteja nas calçadas ou sobre lajes/varandas de prédios, causando o acúmulo de lodo que pode deixar vias públicas de passagem de pedestres escorregadias ou causar infiltrações que originem problemas nas estruturas prediais.

Mediante o exposto, o artigo tem como objetivo analisar a viabilidade do aproveitamento de água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado instalados em uma escola cidadã integral de ensino médio e técnico, localizada no município de Pombal, Paraíba. Desenvolve-se esse projeto a partir da construção de uma calha para captação da água e um filtro modelo de pré-tratamento, que visam a conscientização da sociedade civil quanto ao uso racional dos recursos hídricos em um município que convive com eventos de seca e consequente escassez de água.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo desenvolveu-se no município de Pombal, Estado da Paraíba, localizado nas coordenadas geográficas 6°46'12"S e 37°48'07"W. O município tem uma área total de 894,099 km², uma população estimada de 32.803 habitantes para o ano de 2021 e tem um clima Semiárido. A municipalidade pertente à mesorregião do Sertão Paraibano (IBGE, 2022).

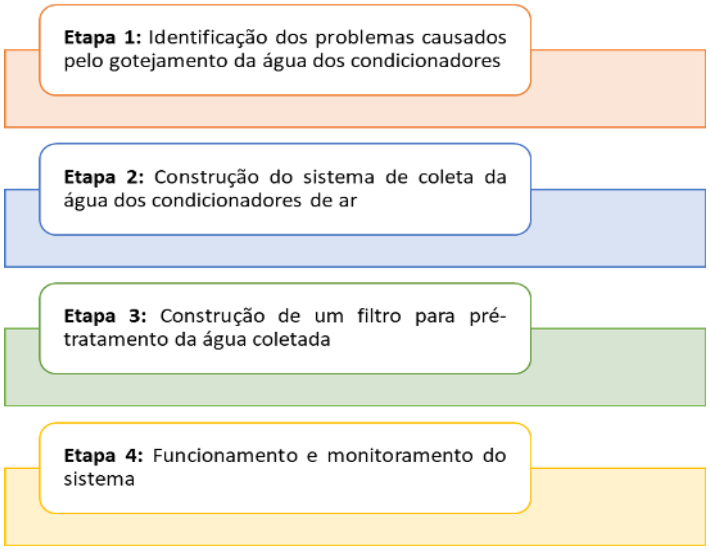
O desenvolvimento do projeto se deu na Escola Cidadã Integral Técnica Monsenhor Vicente Freitas, localizada na zona urbana do município de Pombal. O

Programa Escola Cidadã Integral consiste em um modelo de escolas públicas implantadas no Estado da Paraíba, a partir de 2016, que tem seu funcionamento em tempo integral, aliando o Ensino médio aos cursos técnicos.

O projeto de implantação da captação e pré-tratamento das águas provenientes do uso de condicionadores de na escola aconteceu entre o período de agosto a dezembro de 2019, com alunos do primeiro ano do curso técnico em Meio Ambiente. Além deste, outros projetos voltados à educação ambiental são desenvolvidos no local, entre os quais estão a construção de hortas sustentáveis e o incentivo à coleta seletiva e reciclagem em ambiente escolar.

O desenvolvimento do projeto sucedeu-se em quatro etapas (Figura 1), a saber: i. identificação dos problemas causados com o gotejamento da água dos condicionadores de ar; ii. Construção de um sistema de coleta da água dos ares-condicionados da escola; iii. Construção de um filtro voltado para o pré-tratamento das águas coletas; iv. Ação de colocar o sistema em funcionamento e fazer o seu monitoramento.

Figura 1 – Etapas metodológicas desenvolvidas ao longo da pesquisa



Fonte: Autoria própria.

A primeira etapa, além de identificar os problemas causados pelo gotejamento da água, consistiu também na realização de ações de conscientização da comunidade escolar a respeito do uso adequado e racional dos recursos hídricos, a fim de evitar

desperdício de água na Escola, tanto nos bebedouros, quanto no uso dos banheiros e cozinha.

A etapa seguinte contou com a idealização e construção de calhas de garrafas PET, a partir de uma ação de reciclagem, que objetivou coletar e conduzir a água dos condicionadores de ar para um reservatório de 1.000 litros. Posteriormente, realizou-se a construção e instalação de um filtro alternativo em escala piloto, produzido a partir de um cano de PVC rígido com camadas de base preparadas com algodão hidrofílico, carvão refinado, areia fina, carvão grosso e areia grossa.

A última etapa metodológica baseou-se no acompanhamento do funcionamento e monitoramento de todo o sistema instalado. Todo o trabalho foi desenvolvimento e posteriormente acompanhado pelos próprios alunos da escola, sob orientação e supervisão de docentes do curso técnico em meio ambiente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se observar os espaços da Escola, constatou-se uma grande degradação das condições estruturais. Isso remete a uma reflexão sobre os desafios de como conscientizar os alunos, servidores e ocupantes da escola sobre a necessidade de conscientização e mudanças no comportamento quanto ao uso dos recursos hídricos e do meio ambiente. Deve-se utilizar de palestras, panfletos e ações de educação ambiental voltadas a mudança do paradigma em questão ambiental dentro e fora da Escola. A Figura 2 ilustra os impactos causados nos espaços físicos da escola devido ao gotejamento indevido de água dos ares-condicionados.

Figura 2 – Depredação do ambiente proveniente do gotejamento indevido



Fonte: Autoria própria.

O sistema de captação de água através de calhas foi construção a partir da reciclagem de garrafas PET, como demonstra a Figura 3. O sistema consistiu em garrafas conectadas com angulações favoráveis para o escoamento de água, evitando perdas de energia no sistema, perdas de água por vazamento ou extravasamento da área de contato da água com a calha. As garrafas foram ligadas umas outras por material termoplástico (popularmente conhecida como cola quente) e posteriormente fixadas em uma ripa de madeira por meio de pregos. Vale ressaltar que o reaproveitamento das garrafas PET gera um ganho ambiental e econômico, através da reutilização. Destaca-se que a calha de PET é uma saída para minimizar a falta e/ou má administração d'água.

Figura 3 – Confecção de calha de garrafa PET



Fonte: Autoria própria.

A terceira etapa compreendeu a construção de um filtro alternativo em escala piloto. O sistema foi construído de canos de PVC rígido de 100 mm de diâmetro, com 50 cm de comprimento, fechado por uma tampa de PVC (CAP de PVC) e com a disposição de torneiras de passagem de ½ diâmetro, devidamente instrumentadas e adaptadas. As camadas de base do filtro foram preparadas com 40 g de algodão hidrofílico, e 4 cm de carvão refinado, areia fina, carvão grosso e areia grossa, devidamente lavados e esterilizados. A Figura 4 demonstra a confecção do filtro em escala piloto e o seu funcionamento em procedimento de teste.

Figura 4 – Construção do filtro piloto



Fonte: Autoria própria.

Por fim, o sistema de captação e pré-tratamento da água dos condicionadores de ar foi posto em funcionamento e monitorado semanalmente pelos alunos da escola. Verificou-se eficiência na implementação do processo de reuso da água, com uma taxa média de 168 litros de água por dia (valor estimado), levando em consideração todos os aparelhos de ar-condicionado existentes na escola. A Figura 5 demonstra o processo de

coleta e estimativa iniciais para a determinação do volume de água desperdiçado pelo gotejamento dos aparelhos.

Se existe uma produção de 168 litros de água por dia, ao final de um mês, considerado com 20 dias úteis (sábado e domingo não entram no cálculo, pois a escola não funciona), obtém-se uma soma de 3.360 litros de água por mês. Essa água passou a ser destinada para usos menos nobres como a lavagem de pisos, lavagem de banheiros, irrigação de grama, descargas. Destaca-se a importância desse projeto, em especial em períodos de seca, uma vez que o município está em uma região Semiárida que passa por escassez hídrica frequente, como a que aconteceu entre os anos de 2012 e 2018, como aponta Brito et al. (2021), registrando uma das maiores secas na região Nordeste.

Figura 5 – Cálculo estimado do volume de água desperdiçado



Fonte: Autoria própria.

O problema do desperdício de água é uma forte barreira para se chegar ao tão sonhado desenvolvimento sustentável, mas unindo uma forma racional de consumo com sistemas que mitiguem o desperdício, é viável e de grande importância a sua implantação. Nesta perspectiva, avaliamos a viabilidade de sistemas de reuso de água na Escola, o desperdício de água, a possibilidade de redução no consumo e no potencial de armazenamento de água dos ares-condicionados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações do projeto buscaram conscientizar os atores envolvidos quanto ao consumo consciente dos recursos hídricos, incentivando o uso racional para a convivência em um ambiente de escassez hídrica. O conhecimento adquirido quanto às contribuições e possibilidades de tais práticas, estabeleceram perspectivas para o aproveitamento de recursos, tendo em vista que a reciclagem e reutilização de materiais também foram incentivadas no âmbito do projeto.

Possibilitou-se, assim, aos integrantes do projeto a capacidade de tornarem-se seres críticos e reflexivos e replicarem o conhecimento adquirido por meio de oficinas em outras turmas da referida escola, além de multiplicação do conhecimento nas suas residências e vizinhanças. Com a utilização do filtro piloto, é possível o reaproveitamento de água proveniente inclusive de cozinhas que, após filtrada, pode ser utilizada para fins menos nobres.

Diante do exposto, destaca-se a relevância desse tipo de ação, que engloba os discentes, os docentes e toda a equipe que trabalha no local. Através dessas atividades, os alunos aprendem na prática como replicar os conhecimentos visto em sala de aula, o que possibilita o aprendizado através de práticas extensionistas que permitem, inclusive, que o conhecimento chegue até a sociedade civil.

REFERÊNCIAS

ASSIS, W. D., RIBEIRO, M. M. R. SILVA, S. R. Multi-level governance application to a shared river basin. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 25, e44, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbrh/a/HPh4c3dj33b9jjmx8KQkgcB/?format=pdf&lang=en

ASSIS, W. D. **Gestão de conflitos pelo uso da água em uma bacia Hidrográfica através da otimização da alocação da vazão excedente.** João Pessoa – PB: Anais do SINGA, 2013.

BRITO, Y. M. A.; RUFINO, I. A. A.; BRAGA, C. F. C.; MULLIGAN, K. The Brazilian drought monitoring in a multi-annual perspective. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 31, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-020-08839-5

CAP-NET - INTERNATIONAL NETWORK FOR CAPACITY BUILDING IN INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT. **Conflict Resolution and Negotiation Skills for Integrated Water Resources Management**. Training Manual. Rietfontein - South Africa: CAP-NET, 2008.

FORTES, P. da T.; JARDIM, P. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. Aproveitamento de Água Proveniente de Aparelhos de Ar-Condicionado. **XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: Otimização de Recursos e Desenvolvimento**, XII SEGeT. Porto Alegre/RS,2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 10 jun. 2020. Base de dado.

SANTOS JR., J. A.; BARROS JR.; G.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 263-271, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/hzB84kjVfTMwsxQrzgVnpRy/?format=pdf&lang=pt

SOARES, M. C. D. M.; SOUZA JR., G. D..; SILVA, S. R. da. Use of water from air conditioning appliances in public building in the state of Pernambuco. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, e85101623372, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23372/20746

DESENVOLVIMENTO DE HORTA SUSTENTÁVEL NO AMBIENTE ESCOLAR COMO PROPOSTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

DEVELOPMENT OF A SUSTAINABLE GARDEN IN THE SCHOOL ENVIRONMENT AS A PROPOSAL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-37

Francisco Miqueias Sousa Nunes [1]
Yáscara Maia Araújo de Brito [2]
Matheus Duarte de Araújo [3]
Lenilson Olinto Rocha [4]
Luana Marques Souza Farias [5]
Hewerton Agra Oliveira [6]

[1] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[2] Professora Substituta do Departamento de Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[3] Doutorando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
[4] Professor Assistente vinculado ao Colegiado Acadêmico de Engenharia de Produção - UNIVASF
[5] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal da Paraíba - UFPB
[6] Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

RESUMO

Inicialmente, apresentou-se para o corpo discente os objetivos da disciplina de Inovação Social e Cientifico, em seguida foi dividida as turmas em grupos, que escolheram temas a serem trabalhados no ambiente escolar. Desenvolvimento de Horta Sustentável no Ambiente Escolar como Proposta de Educação Ambiental, foi o tema escolhido pelos alunos do primeiro ano médio, que inicialmente realizaram um estudo bibliográfico sobre a temática e posteriormente colocaram em prática. De forma atuante, foi planejado um modelo de horta que teve a participação também da Gestão Escolar e de Professores que ajudaram no seu planejamento e execução. As atividades envolvidas tiveram como princípio norteador facilitar a construção do conhecimento, promover a integração de áreas e proporcionar a criação de um espaço de constante aprendizado. A horta foi eleita como uma estratégia para trabalhar conhecimentos científicos e populares, de modo a favorecer a participação dos alunos e promover um ensino interdisciplinar. Além disso, objetivou descrever uma proposta de Educação Ambiental através da implantação de um programa de desenvolvimento de hortas suspensas, bem como ensinar a comunidade estudantil os principais aspectos da produção de gêneros alimentícios. Esta proposta envolveu metodologias que podem ser adaptadas a necessidade escolar, incentivando o envolvimento de toda a equipe, e representando uma alternativa viável para a sustentabilidade, assim como promover a produção de alimentos típicos da agricultura familiar e subsidiar o ensino dos cuidados básicos à saúde e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Educação em tempo integral. Reutilização.

ABSTRACT

Initially, the objectives of the discipline of Social and Scientific Innovation were presented to the student body, then the classes were divided into groups, which chose themes to be worked on in the school environment. Development of a Sustainable Vegetable Garden in the School

Environment as a Proposal for Environmental Education, was the theme chosen by the students of the first year of high school, who initially carried out a bibliographic study on the subject and later put it into practice. In an active way, a garden model was planned, which also had the participation of the School Management and Teachers who helped in its planning and execution. The activities involved had as a guiding principle to facilitate the construction of knowledge, promote the integration of areas and provide the creation of a space for constant learning. The vegetable garden was chosen as a strategy to work with scientific and popular knowledge, in order to favor student participation and promote interdisciplinary teaching. In addition, it aimed to describe a proposal for Environmental Education through the implementation of a program for the development of suspended gardens, as well as teaching the student community the main aspects of food production. This proposal involved methodologies that can be adapted to school needs, encouraging the involvement of the entire team, and representing a viable alternative for sustainability, as well as promoting the production of typical foods from family farming and subsidizing the teaching of basic health care and to the environment.

Keywords: Sustainable development. Full time education. Reuse.

1. INTRODUÇÃO

A escola é um espaço privilegiado para implementação de atividades que proporcionam a reflexão sobre educação e desenvolvimento sustentável, pois para esse processo necessita-se de atividades de sala de aula e atividades de campo, com ações orientadas, levando à autoconfiança, a atitudes positivas e ao comprometimento pessoal com a proteção ambiental, implementados de modo interdisciplinar (VASCONCELLOS, 1997).

Com a introdução da disciplina Inovação Social e Científica na Grade Curricular do curso Técnico de Meio Ambiente da ECIT Monsenhor Vicente Freitas, estudantes por meio de debate, sentiram a necessidade de construir uma horta suspensa no pátio central da Escola.

No modelo social atual, práticas anteriormente essenciais à sobrevivência humana, como o cultivo da terra, produção de alimentos e proteção ambiental são limitadas a determinadas áreas e pessoas. A busca por conforto, principalmente o financeiro, ultrapassou o essencial: a preservação de um meio ambiente saudável que garanta a existência de futuras gerações. Hoje em dia, palavras como consumo sustentável e preservação de recursos naturais se fazem necessários nos mais remotos campos, que antes promoviam o consumo desassociado à reutilização. Fato é que há a necessidade, com urgência, da conscientização e da real mudança de hábitos em relação à questão ambiental (Souza e Fluminhan, 2017).

Sabe-se que o cultivo de hortaliças é uma iniciativa rentável, logo, os alunos do curso Técnico de Meio ambiente juntamente com os professores do curso técnico desenvolveram um protótipo de um canteiro para o plantio de hortaliças, nessa ação ficou evidente um aprendizado prático e teórico adquirido em sala de aula, e certamente, será uma alternativa viável por ser mais econômica, ecológica e saudável.

Segundo Carvalho et al. (2016) as hortas podem ser utilizadas como espaços de aprendizado, tornando o ambiente escolar mais agradável com a implantação de áreas verdes produtivas, além de possibilitar aos alunos uma interação com os alimentos em seu processo produtivo, além de as condições e recursos ambientais envolvidos na produção vegetal e reutilização de materiais.

Somado a este fato, a produção de gêneros alimentícios também envolve a questão dos resíduos não orgânicos, oriundos de práticas de reutilização e reciclagem de materiais que vêm sendo alternativas para mitigação dos impactos ambientais.

Entretanto, por tratar-se de um tema transversal, a Educação Ambiental não consta no quadro curricular formal das escolas, como ocorre com as demais disciplinas, sendo comumente trabalhada em atividades complementares como arborização no entorno da escola e plantios de mudas e construção de hortas educativas ou, ainda, em datas comemorativas, como Dia da Água, Dia da Árvore e Dia do Meio Ambiente (SOUZA e FLUMINHAN, 2015).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi despertar um olhar crítico, em relação ao cuidado com as plantas, despertar o interesse por uma alimentação mais saudável e natural, bem como desenvolver habilidades de cultivo de hortaliças e de reutilização e reciclagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que a educação ambiental se concretize, faz-se necessário a mudança de atitudes, mediante a um trabalho de construção de hábito que certamente resulta em ações que promovam reflexões, sensibilidade e implantação de atividades, a exemplo de projetos e, principalmente, a manutenção e a continuidade dos já existentes (VASCONCELLOS, 1997; ANDRADE, 2000).

Lembrando que o zelo pelo ambiente ocorre a partir da mudança de paradigmas que exige uma contínua reflexão e apropriação de valores que remetem a ele, mesmo sabendo que as dificuldades enfrentadas assumem características contundentes (ANDRADE, 2000).

Quando os valores voltados à sustentabilidade (no sentido amplo do termo) e à conservação da natureza são construídos em cada um, colabora-se para a manutenção de indivíduos e sociedade educados ambientalmente. Neste sentido, é compreensivo que diversas ações mitigadoras da atual situação global venham sendo tomadas e, dentre elas, a Educação Ambiental tem sido consolidada (SOUZA e FLUMINHAN, 2015).

A horta escolar é um componente que possibilita o desenvolvimento de temas transversais como: educação ambiental e sustentabilidade, relacionando conceitos teóricos e práticos, e dando suporte ao processo de ensino e aprendizagem, ela se constitui como uma estratégia capaz de auxiliar no desenvolvimento dos conteúdos de forma interdisciplinar, distribuídos em assuntos trabalhados por temas transversais (SERRANO, 2003). A horta implantada na escola tem diversas vantagens para todo corpo escolar, tais como um aprendizado que permite a colaboração dos alunos, enriquecendo o conhecimento e o estímulo para o desenvolvimento sustentável (JARDZWSKI, 2005).

2.1. HISTÓRICO SOBRE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Sabe-se que a EA (Educação Ambiental) surgiu como resposta às necessidades que não estavam sendo completamente correspondidas pela educação formal. Em outras palavras, a educação deveria incluir valores, capacidades, conhecimentos, responsabilidades e aspectos que promovam o progresso das relações éticas entre as pessoas, seres vivos e a vida no planeta. No entanto, o problema do descuido com o meio ambiente é uma das questões sociais que tem deixado a humanidade preocupada, por isso talvez, seja um dos fatores, mais significativos, a ser trabalhando nas escolas, pois relaciona-se ao desenvolvimento das presentes e futuras gerações. (Medeiros, et al., 2011).

Segundo a literatura, o desastre ocorrido em Londres em 1952, ficou conhecido como a primeira catástrofe ambiental do mundo, provocando a morte de 1600 pessoas, por meio da inalação de ar densamente poluído. Desencadeou-se assim a preocupação não só da Inglaterra, mas de vários países com relação à qualidade ambiental.

No Brasil, a constituição de 1988 introduziu, pela primeira vez na história do país, um capítulo específico sobre o meio ambiente, considerando-o como um bem comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao poder público e a coletividade o dever de preservá-lo para as gerações presentes e futuras. O Brasil não está alheio à importância da educação ambiental. No ano de 1992, foi realizado no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento (Unced ou Earth Sumit), também conhecida como Rio-92. E nesse período foi elaborado um documento chamado "Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global".

Neste documento ficou estabelecido que "a educação ambiental deve ter como base o pensamento crítico e inovador, em qualquer tempo e lugar em seu modo formal, não formal e informal, promovendo a transformação e a construção da sociedade". Além de reconhecer que a "Educação Ambiental deve ajudar a desenvolver uma consciência ética sobre todas as formas de" (WWF/ECOPRESS, 2000, p. 22 e 24).

2.2. SOLOS NA ESCOLA

De acordo com Muggler et al., (2006) a relação do homem com a natureza nas sociedades modernas ocorre a partir da concepção da natureza como dádiva: a natureza é provedora e encontra-se disponível para o usufruto da humanidade. Do ponto de vista histórico, a conexão com a natureza, embasada nessa concepção, ocasionou a degradação dos recursos naturais em uma escala admissível, até o início da Revolução Industrial, que introduz um modelo de produção baseado no uso intensivo de energia fóssil, na superexploração dos recursos naturais e no uso do ar, água e solo como depósito de rejeitos. A partir daí, o uso desordenado dos recursos naturais e o processo de urbanização deixam em evidencia o desequilíbrio característico a esta concepção da relação homem-natureza.

Em sua maioria, a população mundial não consegue enxergar que o meio ambiente é resultado de um conjunto de ações realizadas em seus vários componentes e, consequentemente, qualquer mudança feita, impactara no todo. Um exemplo claro disso é o solo, que tem uma visibilidade muito pequena, e uma grande importância para o meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico (Bridges & Van Baren, 1997). O solo não é compreendido à luz das interações ecológicas, como deveria (Bridges &

Catizzone, 1996), e menos ainda como um produto dinâmico das interações entre os grandes sistemas terrestres (Pipkin & Trent, 1997), refletindo, assim, as modificações que afetam o equilíbrio natural do planeta. Assim, o solo não é reconhecido pelo papel que desempenha na vida humana e na conservação da biodiversidade (Aparin & Suhacheva, 2002).

De modo geral, as pessoas têm uma atitude de pouca consciência e sensibilidade em relação ao solo, o que contribui para a sua degradação, seja pelo seu mau uso, seja pela sua ocupação desordenada. O crescimento sucessivo dos problemas ambientais associados à degradação do solo, tais como: erosão, poluição, deslizamentos, assoreamento de cursos de água, são os principais motivos de negligencia da população em torno da problemática de conservação do solo.

Dentre várias iniciativas, pode-se destacar o Projeto Solo na Escola, desenvolvido pela UFCG, Campus de Pombal, Paraíba, junto às escolas de ensino fundamental e médio, que tem como objetivo apoiar o desenvolvimento do tema solos por meio da elaboração de materiais didáticos, da criação de mecanismos que permitam a visitação de escolas à Universidade e a capacitação de professores.

A Educação em Solos busca conscientizar as pessoas da importância do solo em sua vida. Nesse processo educativo, o solo é entendido como componente essencial do meio ambiente, essencial à vida, que deve ser conservado e protegido da degradação. A Educação em Solos tem como objetivo geral criar, desenvolver e consolidar a sensibilização de todos em relação ao solo e promover o interesse para sua conservação, uso e ocupação sustentáveis. Nessa perspectiva, a abordagem pedológica apresenta os seguintes objetivos específicos: - ampliar a compreensão do solo como componente essencial do meio ambiente; - sensibilizar as pessoas, individual e coletivamente, para a degradação do solo, considerando suas várias formas; - desenvolver a conscientização acerca da importância da conservação do solo; - popularizar o conhecimento científico acerca do solo (Muggler et al., 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Embora inicialmente caracterizado como “ação extensiva”, tal iniciativa piloto possibilitou a realização de pesquisas sobre diversos modelos de montagem, tipos de

recipientes, visando ao melhor enraizamento/cultivo das espécies a serem cultivadas. Desta forma, foram coletadas embalagens recicláveis, tais como potes e garrafas plásticas, madeira, entre outros, as quais foram pintadas e preparadas para o plantio das espécies. A seleção de sementes e mudas foi realizada por meio de pesquisa sobre o ciclo vegetativo e arquitetura de cada espécie escolhida. O plantio era realizado pelos alunos participantes do projeto, que acompanhavam todas as etapas de crescimento das plantas, desde o preparo do substrato e semeadura até a fase final.

A presente pesquisa foi realizada na ECIT Monsenhor Vicente Freitas no município de Pombal – PB, no período de agosto a dezembro de 2019, com alunos do primeiro ano do ensino médio técnico do curso de Meio Ambiente.

Inicialmente, foi realizada uma análise total na instituição, onde se percebeu diversos infortúnios, de forma atuante, foi planejado o projeto que teve a participação da Gestão Escolar e professores que ajudaram na definição e escolha do projeto.

A referida etapa concretizou-se ainda no começo do segundo semestre de 2019, a atividade se propunha a confeccionar hortas com o emprego de materiais recicláveis, em áreas especificas da ECIT Monsenhor Vicente Freitas, como forma de sugerir aos educadores uma alternativa de atividade voltada à Educação Ambiental.

Utilizaram-se canos de PVC de tamanho 100 milímetros de diâmetro e CAP de esgoto – no mesmo tamanho do cano para as extremidades. A Figura 1 ilustra as atividades iniciais de confecção do canteiro e da horta suspensa. Os alunos lixaram todos os canos e CAPs de esgoto e pintaram com tintas de cor azul, amarelo, verde e laranja. Também fora feito cortes horizontais por toda a extensão do cano, com largura suficiente para um bom crescimento das hortaliças.

Figura 1 – Elaboração do canteiro e recorte dos canos de PVC



Fonte: Autoria própria.

Além disso, foi realizada a construção de um canteiro utilizando restos de madeira e garrafas pet, ao lado da cozinha da escola. A confecção da horta exigiu um material de baixo custo como garrafas PET de dois litros. Essas garrafas foram escolhidas para demonstrar possibilidades de reutilização de resíduos de e por favorecer um modelo de fácil implantação em escola (Tavares et al., 2014).

Para a construção das jardineiras suspensas, foi feito um corte frontal em um formato de retângulo no corpo da garrafa, deixando um pequeno espaço para o solo. Para evitar o acúmulo de água no fundo da garrafa, foram feitos furos em sua base, o que permitiu o escoamento do líquido retido pelo solo.

As ferramentas usadas nessa etapa foram lixas de tamanho 280 e 120, furadeira, serra tico-tico, tinta óleo nas cores azul, amarelo, verde e laranja, ferro de solda, adubo, sementes de hortaliças, corda de tamanho 0,25 centímetro, buchas e parafusos. Foram necessárias oito aulas, em duas semanas, para a confecção de quatro desses canos, em múltiplos tamanhos que variam entre 30 e 55 centímetros. Bem como a restauração do espaço de madeira para recepcionar a horta. A Figura 2 mostra a pintura das madeiras e dos canos de PVC, assim como a implantação das garrafas PET.

Figura 2 – Pintura dos PVC's e madeiras



Fonte: Autoria própria.

A Segunda etapa consistiu na realização de levantamento bibliográfico, por meio do qual foi possível explorar e compreender melhor o assunto e colocar em prática a parte teórica vista em sala de aula. Nessa etapa, materializou-se ainda no segundo semestre do ano de 2019, a procura de adubo e sementes mais prováveis de germinar. Com a procura concluída, o adubo foi inserido nos canos de PVC e garrafas Pet's. A Figura 3 ilustra a preparação do adubo e introdução nas garrafas, associado ao plantio das sementes.

Figura 3 – Preparação de adubo e plantio de sementes



Fonte: Autoria própria.

A Terceira etapa é referente à apresentação do projeto, na qual foi dada início o desenvolvimento da horta. As garrafas PETs foram levadas pelos próprios alunos, cortadas e furadas de forma adequada para receber a muda. Logo em seguida, cada aluno encheu sua garrafa PET adaptada com terra e substrato, e transplantou suas mudas em algumas garrafas e em outras se colocou a própria semente.

A última etapa corresponde ao cuidado com as hortas, atividade esta que foi dividida entre duplas de alunos e foram formadas a partir de um cronograma organizado e exposto para os participantes. Assim, todos os cuidados adequados para a manutenção das hortas durante o período da manhã e da tarde foram executados como regar diariamente com água, manter as mudas em ambiente arejado e ensolarado, observando o crescimento delas. A Figura 4 mostra os cuidados rotineiros com o canteiro.

Figura 4 – Cuidados diários com a horta



Fonte: Autoria própria.

Além do exposto, e em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande foi realizado um trabalho de conscientização e cuidados com o solo. A Figura 5 ilustra a construção de uma pintura utilizando geotinta como atividade do projeto Solo na Escola.

Figura 5 – Pintura utilizando geotinta



Fonte: Autoria Própria, 2019.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através deste projeto foram estimulados o senso de exploração, a criatividade, a participação e a interação social dos alunos, permitindo assim, um maior esforço no processo de reutilização ambiental. Além dessa metodologia, os alunos tiveram contato direto com o ambiente de uma forma sustentável, a ECIT transmite o conhecimento e, também, valores adquiridos por gerações no decorrer dos anos, onde o espaço físico da Escola Monsenhor Vicente Freitas teve impacto sobre os alunos, professores e funcionários, facilitando de forma clara, um melhor aproveitamento das competências para o século XXI e valores ambientais que impactam as distintas dimensões da vida humana, no âmbito pessoal, social ou produtivo.

No decorrer das ações, algumas culturas germinaram mais rápido, outras germinaram mais devagar, outras ainda não germinaram, o que requer um estudo aprofundado e um questionamento mais fecundo a respeito daquilo que não foi de êxito.

Figura 6 – Processo de crescimento das mudas



Fonte: Autoria própria.

O trabalho foi realizado com 10 alunos, dentre eles 7 mulheres e 3 homens. A viabilidade do projeto foi atestada por 100% dos alunos que foram estimulados a multiplicar este projeto. Outros projetos estão sendo desenvolvidos na Escola com reutilização da Garrafa PET, tendo este como pioneiro e estimulador. E como principal resultado teve o trabalho de educação ambiental, por meio da reutilização das garrafas PET's. Sabemos que atualmente, a sociedade enfrenta um quadro de carências múltiplas como a falta de contanto com o meio-ambiente e a falta de tempo livre. Com o projeto conseguimos uma aproximação maior com o ambiente, aprendemos a dar mais valor à reutilização de materiais sem utilidades e percebemos a sustentabilidade em tudo o que foi feito. A Figura 6 mostra um comparativo entre a fase inicial do projeto e o aparecimento das primeiras mudas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as ações, de caráter sustentável, trouxeram para toda comunidade escolar um novo comportamento, visto que é uma preocupação coletiva, pois o ambiente é de todos. A Escola não pode fechar os olhos para as questões ambientais, pois é da natureza que depende a persistência da vida na Terra. Nesse aspecto, em todas as atividades

desenvolvidas alinharam-se aos benefícios financeiros, pois foram utilizados materiais recicláveis mesmo que não saindo totalmente gratuito, pois se faz necessário um pequeno investimento, principalmente nas sementes, o plantio pode ser feito em potes de plástico como garrafas PETs e como na atual amostra, em canos de PVC. Já por parte dos resultados saudáveis e educativos, as hortaliças ficam assim, no alcance de suas mãos, e com uma procedência mais confiável por ser livre de agrotóxicos e fertilizante, na parte educativa, os alunos têm um contato maior com a natureza, e tendo uma maior aprendizagem sobre reprodução, crescimento, colheita, fragilidade e da força daquilo que comemos, como uma nova experiência.

Devido a essa maneira mais dinâmica e prática de ensinar, foi notório a melhoria no processo de aprendizagem dos conteúdos programados envolvidos, que refletiu na melhoria do comportamento e das notas dos alunos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F. **Implementação da educação ambiental em escolas: uma reflexão**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande, v. 4, out./dez. 2000. Disponível em:<http://www.remea.furg.br/mea/remea/vol4c/daniel.htm>. Acesso em: 04 Dezembro 2019.

APARIN, B. & SUHACHEVA, E. **Methodology of uninterrupted ecological education and soil science**. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 17., Thailand, 2002. Abstracts. Bangkok, IUSS, 2002. p.1685.

BRIDGES, E.M. & CATIZZONE, M. **Soil science in a holistic framework**: Discussion of an improved integrated approach. Geoderma, 71:275-287, 1996.

BRIDGES, E.M. & van BAREN, J.H.V. Soil: An overlooked undervalued and vital part of the human environment. Environ., 17:15-20, 1997.

CARVALHO, B. da S.; SILVA, M. R. da.; SILVA, M. V. C. da. **Programa de Incentivo à Construção de Hortas Orgânicas e Suspensas na Rede Municipal de Ensino com Alunos do Nível Fundamental como Forma de Intervenção Socioambiental (Pró-Horta, Cp.2016.Pj.0271).** Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, 2016.

JARDZWSKI, K.. **Projeto Horta**. 2005. Disponível em:<http://www.portaleducacao.com.br/ensinando/principal/conteudo.asp?id=1357>. Acesso em: 04 Dezembros 2019.

MEDEIROS, A. B. de.; MENDONÇA, M. J. da S.; SOUSA, G. L. de.; OLIVEIRA, I. P. de. **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais.** Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011.

MUGGLER, C. C.; ARAÚJO, P. S.; FÁBIO DE ARAÚJO; AZEVEDO, M. V. **Educação em solos: princípios, teoria e métodos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 30, núm. 4, agosto, 2006, pp. 733-740 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil.

PIPKIN, B.W. & TRENT, D.D. **Geology and the environment. New York,** John Wiley & Sons, 1997. 473p.

SERRANO, C. M. L. **Educação ambiental e consumerismo em unidades de Ensino Fundamental de Viçosa-MG**. 2003. 91 f. Tese (Doutorado em Magister Scientiae) – Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SOUZA, G. P. O. de; FLUMINHAN, A. **A História Ambiental no processo de Educação Ambiental**. Colloquium Humanarum, v. 12, n.1, p.21-29, jan/mar 2015.

SOUZA, G. P. O. de; FLUMINHAN, A. **Proposta de Educação Ambiental em unidade escolar através de um programa de desenvolvimento de hortas suspensas.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 13, n.5, p.01-16, 2017.

TAVARES, B. V.; FERNANDES, L.; SILVA, F. A. R. e.; MOREIRA, L. M. **Os Desafios na Implantação de um Projeto de Horta Escolar**. Revista da SBEnBIO, n° 7, Out, 2014. VEnebio e IIErebio Regional.

VASCONCELLOS, H. S. R. **A pesquisa-ação em projetos de educação ambiental.** In: PEDRINI, A. G. (Org.). Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas. Petrópolis: Vozes, 1997.

WWW/ECOPRESS**. A Importância da EA na Proteção da Biodiversidade no Brasil.pdf** Proteção da Biodiversidade no Brasil.pdf Disponível em http://www.ebah.com.br/a-importancia-da-ea-na-protecao-da-biodiversidade-no-brasil-pdf-pdf-a6515.html. Acesso em 08 Dezembro. 2019.

MACHO ESTERILIDADE: ABORDAGEM DIDÁTICA UTILIZANDO JOGO DA MEMÓRIA PARA ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO E SUPERIOR

MALE STERILITY: DIDACTIC APPROACH USING MEMORY GAME FOR HIGH SCHOOL AND COLLEGE STUDENTS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-38

Marry Suelly Ferreira de Jesus [1]
Zélia Marques da Silva Radons Prestes [2]
Jaqueline de Oliveira [2]
Janaina Barros de Jesus [1]
Thalyson Ade Siqueira [1]
Sebastião Marcos Silva Valentim [2]
Isane Vera Karsburg [3]

[1] Mestrandos em Melhoramento Genético Vegetal. Programa de Pós-Graduação em genética e Melhoramento de Plantas – PGMP.
[2] Mestrandos de Biotecnologia e Recursos Genéticos Vegetais. Programa de Pós-Graduação em genética e Melhoramento de Plantas - PGMP.
[3] Docente da Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Campus Universitário de Alta Floresta-MT.

RESUMO

A macho esterilidade é uma ferramenta valiosa utilizada na produção comercial de sementes, com grande capacidade para aumentar os rendimentos e produtividade das linguagens, aumentar a pureza, maior uniformidade da cultura, resistência a fatores bióticos e abióticos, facilitando o manejo da cultura e explorando o seu potencial de produção e minimizando os custos da produção de sementes, podendo ser empregados em diversas culturas por meio do melhoramento e da biotecnologia. O melhoramento trouxe benefícios para maior produtividade de diversos alimentos. Mas a forma que isso acontece é bem complexa e de difícil entendimento, fazendo com que os professores busquem novas técnicas para expor o tema. O presente trabalho tem como objetivo contribuir no processo de ensino/aprendizagem de alunos de ensino médio e superior inserindo novas didáticas como o jogo para maior fixação e compreendimento do conteúdo de macho esterilidade. O jogo da memória contém 24 cartas, dentre elas temos cartas que representam a esterilidade e a fertilidade de algumas plantas que frequentemente apresentam essas características, os jogadores tem como objetivo encontrar as cartas que correspondam ao seu par. Para um melhor entendimento dos alunos em relação ao tema Macho Esterilidade fez-se necessário a elaboração de um jogo da memória de fácil confecção e baixo custo, uma melhor assimilação e fixação do conteúdo exposto em sala de aula.

Palavras-chave: Jogo. Aprendizagem. Ensino. Cartas. Melhoramento.

ABSTRACT

Male sterility is a valuable tool used in commercial seed production, with great capacity to increase the yields and productivity of languages, increase purity, greater uniformity of the crop, resistance to biotic and abiotic factors, facilitating the management of the crop

and exploiting its production potential and minimizing the costs of seed production, and can be employed in various crops through breeding and biotechnology. Breeding has brought benefits for greater productivity of various foods. But the way in which this happens is very complex and difficult to understand, making teachers search for new techniques to expose the subject. The present work aims to contribute to the teaching/learning process of high school and college students by introducing new didactics such as the game for a better fixation and understanding of the male sterility content. The memory game contains 24 cards, among them we have cards that represent the sterility and fertility of some plants that often have these characteristics. For a better understanding of the students in relation to the male sterility theme, it was necessary to develop a memory game that is easy to make and low cost, for a better assimilation and fixation of the content presented in the classroom.

Keywords: Play. Learning. Teaching. Letters. Improvement.

1. INTRODUÇÃO

A macho esterilidade é uma ferramenta valiosa utilizada na produção comercial de sementes, a sua disponibilidade é estratégica para a produção comercial de híbridos em muitas culturas, como sorgo (XU *et al*., 1995), triticale (OETTLER, 2005), milho (PATERNIANI & CAMPOS, 1999) onde os melhoristas utilizam apenas o condicionamento de fatores nucleares e citoplasmáticos (BIUDES, 2012) e girassol (YUE *et al*., 2009), sendo empregada para evitar que ocorram autofecundações nas linhas onde estão sendo produzidas as sementes (linhas fêmeas).

Existem três tipos de macho esterilidade: Nuclear, citoplasmática e a gênico citoplasmática. Sendo a macho esterilidade citoplasmática a mais utilizada na qual a esterilidade masculina causada por genes mitocondriais localizados no citoplasma afiliados a alelos recessivos presentes nos núcleos seguindo os padrões da herança mendeliana (RODRIGUES, 2017).

O sistema macho esterilidade é um instrumento promissor na produção de sementes híbridas, com grande capacidade para aumentar os rendimentos e produtividade das linguagens, aumentar a pureza, maior uniformidade da cultura, melhor qualidade e tolerância ou resistência a fatores bióticos e abióticos, facilitando o manejo da cultura e explorando o seu potencial de produção (BIUDES, 2012) e minimizar os custos da produção de sementes (KASER-SCHNEIDER, 2002; MACKENZIE, 2004), que podem ser empregados em diversos alimentos por meio do melhoramento e a biotecnologia.

O melhoramento trouxe beneficios aumentando a produtividade de diversos alimentos. Mas a forma como isso acontece é bem complexa e de difícil entendimento,

fazendo com que os professores busquem novas técnicas para expor o tema (MASCARENHAS *et al*., 2016).

Muitas vezes não é possível despertar o interesse do aluno ou muito menos fazê-lo entender, sendo as práticas de suma importância para que os alunos possam interagir e aprender em sala de aula. Os jogos são uma alternativa superatrativa e simples que fazem o aluno ter maior interesse pelo tema.

O presente trabalho tem como objetivo contribuir no processo de ensino/aprendizagem de alunos de ensino médio e superior inserindo novas didáticas como o jogo para maior fixação e compreendimento do conteúdo de macho esterilidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MACHO ESTERILIDADE

A macho esterilidade ocorre quando o indivíduo é incapaz de produzir pólens viáveis, não afetando o desenvolvimento dos orgãos florais femininos (GUERRA, 2008), uma vez que as principais causas da macho esterilidade é a ausência ou degeneração dos grãos de pólen, falta de pólen viável no indivíduo ou indeiscência da antera quando o estigma está receptivo (REDDY *et al*., 2003).

A macho esterilidade foi citada por Koelreuter em 1763, onde ele observou o aborto de anteras em alguns híbridos (BIUDES, 2012), mostrando-se muito importante para a produção comercial de sementes, principalmente em culturas de interesse agrícola, como arroz, soja e outros (BELICUAS, GUIMARÃES, 2010).

Pode-se dividir a macho esterilidade em três tipos: Nuclear, citoplasmática e a gênico citoplasmática, sendo a citoplasmática a mais utilizada. A macho esterilidade citoplasmática é determinada pela forma do indivíduo produzir macho estéril, nesse tipo é o gene mitocondrial herdado pela mãe que é o responsável (DA SILVA et al, 2016). A herança deste tipo de macho esterilidade não obedece às leis de Mendel.

A macho esterilidade nuclear está envolvida por alelos recessivos que em homozigose são as causas dessa condição no indivíduo, portanto ocasionando à ausência e degeneração dos grãos de pólen e a não abertura da antera quando o estigma está viável, (COLOMBO; GALMARINI, 2017). A herança deste tipo de macho esterilidade obedece às leis de Mendel.

A macho esterilidade gênico citoplasmática é a junção dos genes nucleares e genes mitocondriais. Neste caso, para uma planta ser macho estéril, é necessário que ela contenha o citoplasma estéril (S) e os genes nucleares rfrf (DA SILVA et al, 2016).

Indivíduos macho estéreis contém algumas interações com o meio ambiente onde está localizado, como a temperatura do ar, disponibilidade de água, reversão parcial da esterilidade independente dos genes citoplasmáticos e nucleares (SIMÕES, 2017).

2.2. PRÁTICAS CURRICULARES

O ensino dentro de sala de aula pode ser massante quando utilizado apenas o quadro, tornando necessário o uso de novas didáticas tornando assim a disciplina atrativa. Para alguns educadores aulas mais dinâmicas com práticas tornam-se muito trabalhosa e precisa de um tempo maior que o habitual para o planejamento, elaboração e execução (INTERAMINENSE, 2019).

O docente dentro de sala de aula consegue perceber que cada aluno tem suas especificidade permitindo que cada um aprenda dentre as diferentes formas de ensino que o professor pode estar abordando (DURÉ *et al*., 2018). Existem vários tipos de práticas didáticas, como jogos didáticos, maquetes e outros. O jogo de memória é um jogo interativo onde os alunos ao mesmo tempo que jogam aprendem o conteúdo. A utilização de brincadeiras com objetivos pedagógicos aumentou, pois os professores estão reconhecendo o valor e benefícios para o processo de ensino e aprendizagem, ajudando no desenvolvimento das áreas sócio afetivo, cognitivo e motora dos alunos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para um melhor entendimento dos alunos em relação ao tema macho esterilidade fez- se necessário a elaboração de materiais didáticos de fácil confecção e baixo custo, possibilitando aos professores novas alternativas de atividades dentro de sala que sejam mais viáveis de acordo com a realidade que eles se encontram.

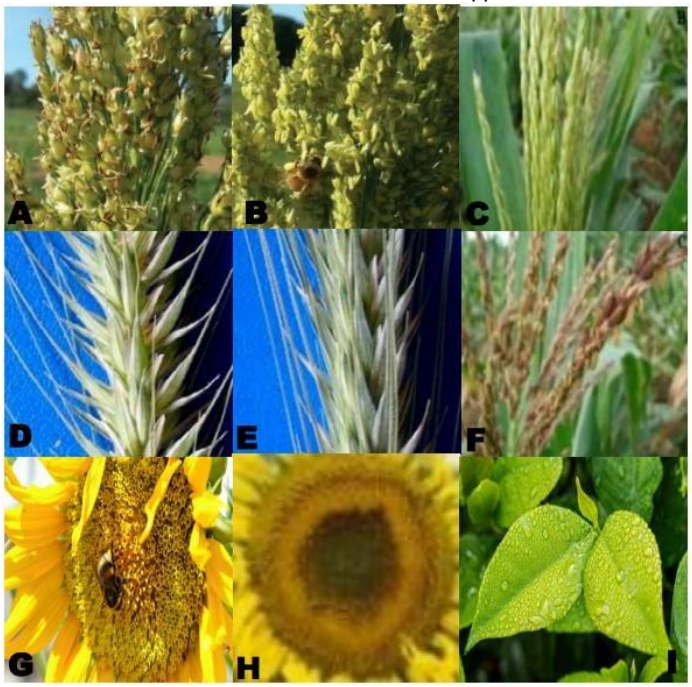
Recomenda-se ao professor explanar o conteúdo em sala de aula antes de aplicar a atividade. Esse jogo servirá como ferramenta para a fixação do conteúdo proposto, expondo aos alunos os conceitos básicos, acompanhado com as diferentes formas de macho esterilidade que podem ser encontradas em diferentes espécies de plantas presentes no

ambiente e a importância que a mesma tem dentro do melhoramento e na biotecnologia, além de chamar a atenção e a curiosidade dos alunos para conteúdos da área da genética.

3.1. CONFECÇÃO DO JOGO

As cartas do jogo de memória foram feitas a partir de imagens presentes em sites, artigos e blogs (Figura 1) que representavam as diferentes formas de macho esterilidade, utilizando o programa Microsoft Power Point, após ser feita toda a elaboração, montagem e estruturação das cartas as mesmas foram organizadas em documento pdf e posteriormente impressas e plastificadas.

Figura 1 - Conjunto de imagens retiradas de sites, artigos e blogs que mostram a presença e ausência de esterilidade presente em algumas plantas. Estrutura floral do sorgo macho estéril (A); Estrutura floral do sorgo fértil (B); Pendões de milho estéreis (C); Espiga da triticale macho estéril (D); Espiga da triticale fértil (E); Pendões de milho férteis (F); Girassol fértil (G); Girassol macho estéril (H); Figura de folhas utilizada atrás das cartas (I).



Fonte: Menezes et al., 2019 (A,B); Belicuas & Guimarães, 2010. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/artigo/avaliacao-molecular-da-macho-esterilidade-citoplasmatica-em-milho_116507.html> Acesso em: 20 de mar. 2022 (C-F); Divanilde Guerra, 2008 (D-E); Educação agrícola, 2017. Disponível em:< https://sitioduascachoeiras.org.br/girassol-importancia-e-utilizacao/> Acesso em: 20 de mar. 2022 (G); Cláudio Guilherme Portela de Carvalho, 2010 (H); Pixabay, 2015. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/folha-verde-folhagem- folhas-verdes-1001679/> Acesso em: 20 de mar. 2022 (I).

3.2. COMO JOGAR

O jogo da memória contém 24 cartas, dentre elas temos cartas que representam a esterilidade e a fertilidade de algumas plantas que comumente apresentam essas características, juntamente com cartas que representam as três diferentes formas que a macho esterilidade podem ser encontradas, sendo elas nuclear, citoplasmática e gênico- citoplasmática.

As cartas são organizadas em pares, cada par tem a numeração que complementa, onde a primeira carta apresenta a imagem do indivíduo representando a esterilidade ou a fertilidade da planta ou da imagem fictícia que represente um tipo de macho esterilidade, já a segunda carta é complementar a primeira na qual estará descrito em qual processo a planta está, (Figura 2).

Figura 2 - Organização de cada par de carta sobre o tema macho esterilidade.



Fonte: Educação agrícola, 2017. Disponível em:< https://sitioduascachoeiras.org.br/girassol-importancia-e-utilizacao/> Acesso em: 20 de mar. 2022.

O jogo deve ser realizado com 2 ou mais jogadores. Em primeiro momento as cartas serão embaralhadas e espalhadas sobre a mesa, em seguida será feito um sorteio (definido pelos jogadores) para ver qual dos jogadores irá começar o jogo. O jogador

terá que escolher duas cartas, uma de cada vez virando e observando se as mesmas são compatíveis, caso não seja o jogador passa para o próximo que seguirá o mesmo processo do anterior. Quando o jogador encontrar a carta complementar ele irá ler a informação que uma das cartas trás e o professor fará uma breve explicação. Após o aluno pode jogar novamente até que não ache a carta complementar em suas jogadas passando assim a vez para o próximo.

3.3. SIGLAS PRESENTES NAS CARTAS

- **S:** Estéril;
- **F:** Fértil;
- **rf rf:** Alelos recessivos;
- **CMS:** Macho Esterilidade Citoplasmática;
- **1,2,3……:** Representa a complementaridade das cartas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes problemas enfrentados dentro das escolas é que nem todas elas têm materiais disponíveis para que seja possível a elaboração de práticas e atividades diferenciadas. Acredita-se que o jogo da memória é de fácil acesso e com baixo custo possibilitando uma melhor assimilação e fixação do conteúdo exposto em sala de aula.

O jogo pode sofrer modificações caso o professor veja a necessidade pode utilizar o mesmo para abordar outros temas.

REFERÊNCIAS

BELICUAS, S. N. J.; GUIMARÃES, L. M. **Avaliação molecular da macho-esterilidade citoplasmática em milho. Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas-MG. Ano, v. 4, 2010.

BIUDES, G. B. Efficiency ant stability from male-sterile in bred linesin corn. 2012.

COLOMBO, N.; GALMARINI, C. R. **The use of genetic, manual and chemical methods tocontrol pollination in vegetable hybrid seed production: a review**. Plant Breed, v. 136, n. 3, pág. 287-299, 2017.

DA SILVA, R. A.; PARRELLA, R. da C.; DA SILVA, M. J. **Desenvolvimento de linhagens macho- estéreis (A) e mantenedoras (B) de sorgo sacarino**. In: Embrapa Milho e

Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). **In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR,** 10., 2016, Sete Lagoas. [Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: Quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?. **Experiência em Ensino de Ciências**. v.13, n.1, p.259-272, 2018.

GUERRA, Divanilde. **Caracterização fenotípica e citogenética da macho-esterilidade em triticale**. 2008. Dissertação. Curso de Fitotecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2008.

INTERAMINENSE, B. K. S. A importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma metodologia interativa. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**. v.13, n.45, p.342-354, 2019.

KASER-SCHNEIDER,O. Physiological and agronomic traits of cytoplasmisc male sterility in maize (Zea mays L.) and its molecular discrimination. Zurich, 89 p 2002

OETTLER, G. The fortune of a botanical curiosity. Triticale: past, present and future. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 143, 2005.

MASCARENHAS, M. J. O. *et al*. Estratégias Metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em Foco**. v. 21, n.2, p.05-24, 2016.

MACKENZIE, S. Plant Breeding Review, v.25 p 115-138, 2004.

PATERNIANI, E; CAMPOS,M.S. Melhoramento de espécies cultivadas. 2º edição, Viçosa: UFV, p.817, 1999.

REDDY, B. V. S.; SANJANA, P.; RAMAIAH, B. Strategies for improving post-rainy season sorghum: a case study for landrace hybrid breeding approach. In: WORKSHOP ON HETEROSIS IN GUINEA SORGHUM, 2003, Sotuba, Mali. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 2003. p. 10-14.

RORIGUES, Luis Augusto. **Consequência da utilização da macho esterelidade genético citoplasmática no desempenho de híbridos de milho**. 2017. Disertação. Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2017.

SIMÕES, Mateus Geraldo. **Uso da macho-esterilidade na produção de sementes de milho híbrido**. 2017. Monografia. Engenharia agronômica. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2017.

XU, G. W.; CUI, Y. X.; SCHERTZ, K. F.; HART, G. E. Isolation of mitochondrial DNA sequences that distinguish male-sterility-inducing cytoplasms in Sorghum bicolor (L.) Moench.

Theoretical and Applied Genetics, New York, v. 90, 1995.

YUE, B.; VICK, B. A.; CAI, X.; HU, J. Genetic mapping for the Rf1 (fertility restoration) gene in sunflower (Helianthus annuus L.) by SSR and TRAP markers. **Plantbreeding**, 2009.

ANEXOS



1



2

Planta macho esterilidade do sorgo, apresenta anteras finas sem produção de pólen e estigma plumoso.

1

Planta férteis do sorgo que apresentam anteras com produção de pólen.

2



3

Detalhe do pendão fértil do milho (pendão com anteras liberando pólen).

3



4

Detalhe do pendão macho estéril do milho (pendão fechado, sem pólen).

4



5

Espiga de uma triticale fértil.

5



6

Espiga de uma triticale macho estéril.

6



7

Girassol com anteras férteis.

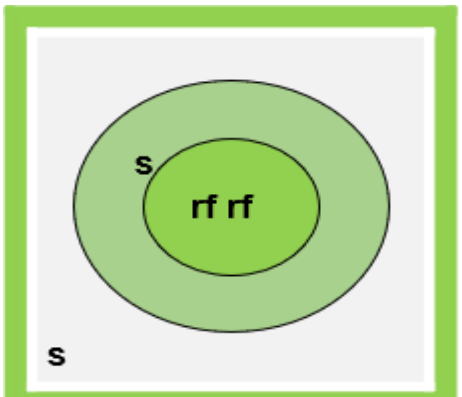
7



8

Girassol macho estéril (não apresenta pólen).

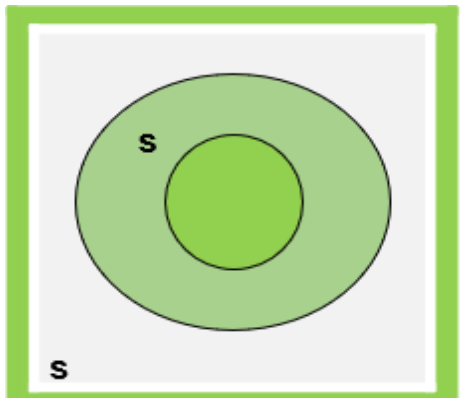
8



9

Macho esterilidade gênico citoplasmática.

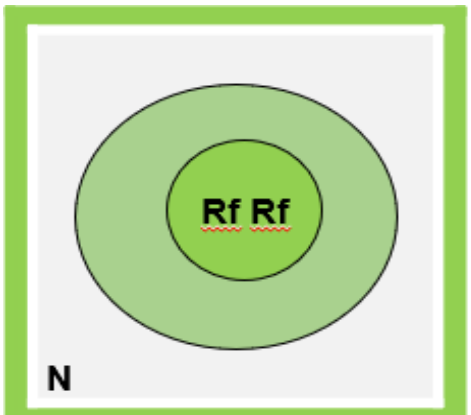
9



10

Macho esterilidade citoplasmático (CMS).

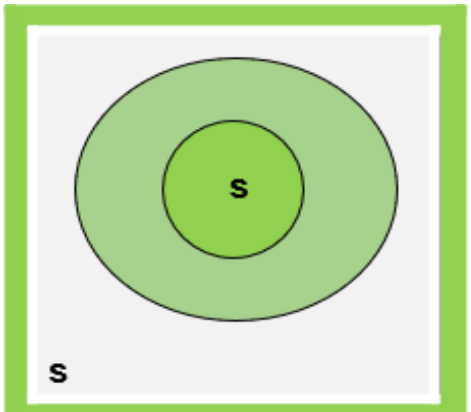
10



11

Grão de pólen fértil

11



12

Macho esterilidade nuclear.

12



JOGO DO MAPA DE LIGAÇÕES: UM APRENDIZADO UTILIZANDO O MÉTODO DE ENSINO COMPLEMENTAR

CONNECTIONS MAP GAME: A LEARNING USING THE COMPLEMENTARY TEACHING METHOD

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-39

Sebastião Marcos Silva Valentim [1]
Thalyson Ade Siqueira [2]
Janaina Barros de Jesus [3]
Marry Suelly Ferreira de Jesus [4]
Zélia Marques da Silva Radons Prestes [5]
Jaqueline de Oliveira [6]
Isane Vera Karsburg [7]

[1] Engenheiro Florestal. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[2] Engenheiro Agrônomo. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[3] Engenheira Agrônoma. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[4] Bióloga. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[5] Bióloga. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[6] Bióloga. Estudante de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.
[7] Professora Doutora do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas. Universidade do Estado do Mato Grosso-Unemat.

RESUMO

A genética é um campo estudado há muitos séculos, tendo como primeiros estudiosos sobre a área Charles Darwin, com a genética de evolução e Gregor Johann Mendel com a lei da segregação dos fatores e a lei da Segregação Independente, porém mesmo sendo estes os principais nomes em relação aos estudos genéticos, pesquisadores como Alfred Sturtevant e Thomas Morgan apresentaram grande importância para descobertas que possuem papel fundamental para os dias atuais. Sturtevant e Morgan notaram que por meio da taxa de recombinação entre os genes, era capaz de estimar suas relativas distâncias. Com esta descoberta, foi possível criar os chamados mapas de ligações, sendo eles, representações gráficas das posições e distâncias entre genes localizados em determinado cromossomo,. Mapas de ligações são fundamentais para a realização do mapeamento de locos de características quantitativas, além disso, é muito importante na localização e organização de genes presentes no cromossomo. Os conhecimentos e estudos relacionados à genética são interdisciplinares e possuem relação com o contexto social, no qual, devido a dificuldade dos professores em ministrar disciplinas da área, há a necessidade de novos métodos de ensino nas escolas e universidades. Sendo assim, a proposta do presente trabalho foi desenvolver um método prático e lúdico de aprendizado, gerando um maior conhecimento entre os estudantes sobre a genética, mais especificamente de mapas de ligações.

Palavras-chave: Mapeamento genético. Genética. Aprendizado prático.

ABSTRACT

Genetics is a field that has been studied for many centuries, with the first scholars in the area being Charles Darwin with the genetics of evolution and Gregor Johann Mendel with the law of segregation of factors and the law of independent segregation, but even though

these are the main names in relation to genetic studies, researchers such as Alfred Sturtevant and Thomas Morgan presented great importance for discoveries that have a fundamental role for the current days. Sturtevant and Morgan noticed that by means of the recombination rate between genes, it was possible to estimate their relative distances. With this discovery, it was possible to create the so-called linkage maps, which are graphical representations of the positions and distances between genes located on a given chromosome. Linkage maps are fundamental for the mapping of loci of quantitative traits, besides, it is very important in the location and organization of genes present in the chromosome. The knowledge and studies related to genetics are interdisciplinary and are related to the social context, in which, due to the difficulty of teachers to teach subjects in the area, there is a need for new teaching methods in schools and universities. Thus, the proposal of this work was to develop a practical and playful method of learning, generating greater knowledge among students about genetics, more specifically of linkage maps.

Keywords: Genetic mapping. Genetics. Practical learning.

1. INTRODUÇÃO

Através dos trabalhos desenvolvidos por Mendel, inúmeras pesquisas foram realizadas principalmente por Carl Correns, Hugo de Vries, e Erick von Tschermak-Seysenegg, em diferentes períodos cronológicos, a fim de esclarecer os mecanismos básicos da herança (CARNEIRO; VIEIRA, 2002).

Em 1910, Thomas Hunt Morgan, analisando genes autossômicos em *Drosophila*, constatou que nem todos os genes estudados tinham segregação independente (STURTEVANT, 1913). De acordo com Sugita (2014), os cromossomos podem gerar uma segregação dependente e não apenas independente, não havendo separação durante a meiose, no qual, os genes são enviados para um mesmo gameta.

Para aprofundar os estudos sobre a genética, principalmente sobre a segregação dos genes, foram desenvolvidos os mapas genéticos ou mapas de ligações, sendo este, representações gráficas das posições e distâncias entre genes localizados em determinado cromossomo (LARENTIS; AMANCIO; GHISI, 2020).

Segundo Salgado (2008), os mapas genéticos são ferramentas muito úteis nos campos que envolvem pesquisas genéticas, pois contribuem para a visualização da organização dos genes nos cromossomos, possibilitando o mapeando da localização de cada um.

Através desses novos métodos de estudos, é possível entender melhor como ocorre a divisão celular e distribuição dos genes nos cromossomos, propiciando também o maior entendimento de estudantes de vários graus de escolaridade sobre o assunto.

Tratando-se de educação em escolas e universidades, os métodos convencionais nem sempre surtem efeitos como o esperado, pois o maçante conteúdo exposto em lousas ou retroprojetores não consegue sozinhos gerar um alto grau de conhecimento entre os estudantes, dessa forma, a busca por diferentes alternativas de ensino vem ganhando espaço na educação.

De acordo com Lima et al. (2016), atividades práticas e lúdicas são uma das melhores alternativas metodológicos para facilitar o processo de ensino-aprendizagem, no qual, através delas é possível despertar um maior interesse e ganho de conhecimento.

Pensando nisto, a proposta do presente trabalho foi desenvolver um método prático e lúdico de aprendizado, gerando um maior conhecimento entre os estudantes sobre a genética, mais especificamente de mapas de ligações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. HISTÓRIA DA GENÉTICA

Sabemos que Gregor Johann Mendel (1822-1884) é considerado o pai da genética. Por ele foram realizados vários estudos e criadas várias teorias defendidas e utilizadas em estudos até hoje, sendo as principais a Lei da Segregação dos Fatores e Lei da Segregação Independente (FRIDMAN).

Porém, mesmo Mendel sendo considerado o pai da genética, vários outros estudiosos tiveram importante participação nos estudos sobre o campo. Segundo Santos e Moreira (2020), no final do século XIX, ocorreu uma das principais descobertas envolvendo a genética e evolução, desencadeando a criação de várias teorias importantes para os dias atuais, sendo Charles Darwin um dos personagens mais fundamentais para o estudo na época.

A teoria evolucionista proposta por Darwin para explicar a origem das espécies apresenta grande relevância para os estudos atuais sobre seleção natural, embasada a partir de estudos realizados durante sua viagem ao redor do mundo (SANTOS; MOREIRA, 2020).

A teoria Cromossômica da Herança proposta por W. Suton e T. Boveri (1902) foi outra teoria essencial para os estudos sobre genética, que estabeleceram a ligação entre

cromossomos e genes, determinando que os cromossomos são elementos celulares portadores dos genes (CARNEIRO; VIEIRA, 2002).

Também no ano de 1902, W. Bateson, E.R. Saunders e R.C. Punnet concluíram que as segregações dos caracteres cor da flor e formato do pólen não ocorriam de forma independente em ervilha-doce, constituindo o famoso quadro de Punnet (CARNEIRO; VIEIRA, 2002), utilizado para a determinação dos genótipos esperados em um cruzamento.

Já Morgan e colaboradores, em 1910, encontraram distorções referente a Segunda Lei de Mendel, onde analisando genes autossômicos em *Drosophila*, constou que nem todos os genes estudados tinham segregação independente (STURTEVANT, 1913), sugerindo que durante a meiose, alguns genes poderiam estar presentes em um mesmo cromossomo, gerando trocas de segmentos denominadas *crossing-over* entre os homólogos (CARNEIRO; VIEIRA, 2002).

2.1.1. MAPAS DE LIGAÇÃO

Mapeamento genético ou mapas de ligação tornou-se uma importante ferramenta para os geneticistas ao decorrer dos anos, porém a associação conclusiva entre mapas de ligação e cromossomos tornaram-se fortes através dos estudos realizados por B. McClintock em cromossomos de milho e por Creighton e McClintock em 1931, que descreveram o *crossing-over* como um resultado de troca entre segmentos cromossômicos (CARNEIRO; VIEIRA, 2002).

De acordo com Larentis, Amancio e Ghisi (2020), o primeiro mapa de ligação genético foi formulado para o estudo com mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster*) por Alfred Sturtevant (1913). A equipe de Thomas Morgan, que incluía Sturtevant, notou que por meio da taxa de recombinação (a troca de regiões homólogas no decorrer do *crossing-over*) entre os genes era capaz de estimar suas relativas distâncias, onde quanto maior ela for maior a chance de ocorrer a troca (MORGAN et al., 1915).

Já quando os genes estão muito próximos em um mesmo cromossomo, a recombinação até ocorre, mas ao contrário da segregação independente, os genes tendem a permanecer juntos durante a meiose, tornando os genes ligados (KHAN ACADEMY, 2022).

Mapas de ligação são representações gráficas das posições e distâncias entre genes localizados em determinado cromossomo, onde a distância entre eles pode ser dada pela frequência de recombinação representada por centiMorgans (cM) (LARENTS; AMANCIO; GHISI, 2020). Eles são fundamentais para a realização do mapeamento de *locos* de características quantitativas, além disto, é muito importante na localização e organização de genes presentes no cromossomo (AMBO et al., 2008).

Para a criação dos mapas de ligações, ou seja, um mapa do cromossomo é preciso calcular a frequências de recombinação, o chamado "linkage", onde pode ser calculada pela seguinte fórmula (figura 1), no qual, o valor de recombinantes corresponde ao número de recombinações em um determinado local e a prole total ao número de descendentes.

Figura 1 - Fórmula para calcular a frequência de recombinação

$$\text{Frequência de recombinação (FR)} = \frac{\text{Recombinantes}}{\text{Prole total}} \text{ X } 100$$

Fonte: Autores, 2022.

Para identificar a ligação entre os *locos*, é preciso ter a existência de desequilíbrio de ligação, sendo essencial a prática de um cruzamento entre genótipos contrastante e o estudo da progênie advinda desse cruzamento (VIEIRA et al., 2006).

Então pode-se dizer que os mapas de ligação ou mapeamento genético constitui-se na definição da distância entre marcadores genéticos e na posição dos genes em um cromossomo (VIEIRA et al., 2006).

2.1.2. ATIVIDADE UTILIZADA PARA A EDUCAÇÃO LÚDICA

Os conhecimentos e estudos relacionados à genética são interdisciplinares e possuem relação de forma direta com o contexto social da atualidade, no qual, devido a dificuldade dos professores em ministrar disciplinas da área, novos métodos de ensino estão ganhando espaço nas escolas e universidades (JANN; LEITE, 2010), tornando as aulas mais eficazes. De acordo com Lima et al. (2016), atividades práticas e lúdicas são uma das melhores alternativas metodológicos para facilitar o processo de ensino-

aprendizagem, no qual, através delas é possível despertar um maior interesse e ganho de conhecimento.

Pensando neste contexto e na importância de estudos voltados para a genética e os mapas de ligação, a atividade teve como proposito desenvolver uma educação mais eficaz e prazerosa para os estudantes sobre o tema.

Foi elaborada uma maneira de contribuir para o ensino sobre a genética e os mapas de ligação através de um jogo, podendo ser utilizado em universidades e escolas, pois apresenta linguagem de fácil entendimento.

O jogo trata-se de um tabuleiro (figura 5), onde estão envolvidas informações sobre o tema já abordado, o conhecimento dos estudantes e sorte.

Como na maioria dos jogos de tabuleiro, para jogar é utilizado um dado, onde cada lance irá determinar a quantidade de casas que o presente arremessador deverá avançar. Durante o decorrer do jogo, os jogadores pegarão cartas (em anexo) contendo informações sobre genética e mapas de ligação, que irão colaborar para o aprendizado dos estudantes/jogadores.

Além disto, os jogadores terão que identificar quais são os genes presentes nas casas do tabuleiro através de dicas já apresentadas. Ganha quem chegar primeiro no final do cromossomo/caminho.

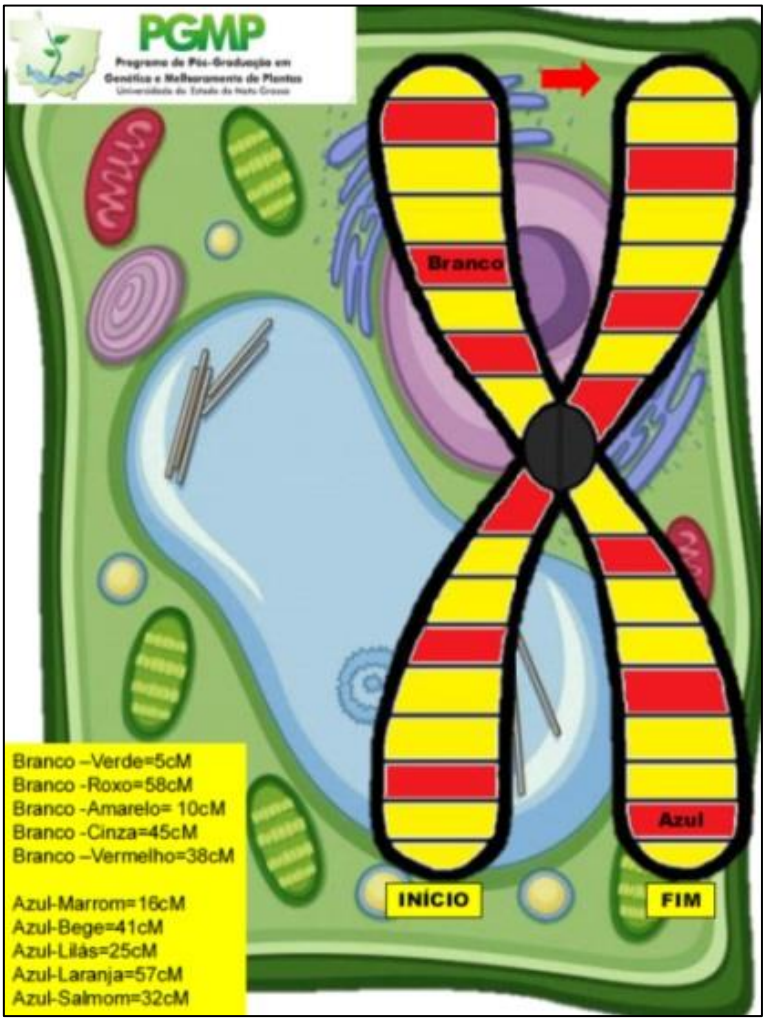
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas de ligação apresentam importante papel para o estudo da genética e para o entendimento sobre a integração entre os cromossomos, podendo determinar o local onde cada gene se encontra e como irá ocorrer o *crossing-over* na recombinação, contribuindo para a geração de informações para a prática do melhoramento genético.

Tendo conhecimento sobre a importância de estudos voltados para a área, é crucial a elaboração de métodos de ensino alternativo, que possa contribuir para o melhor aprendizado em escolas e universidades, provocando o envolvimento dos estudantes sobre o tema abordado e gerando maior índice de ensino nestes locais.

Além disto, a realização da atividade contribuiu para os estudos dos estudantes de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas sobre os mapas de ligação, gerando ganho de informações e instigando a criatividade dos mesmos.

Figura 5 - Tabuleiro para o desenvolvimento de aulas sobre genética e mapas de ligação



Fonte: Autores.

REFERÊNCIAS

AMBO, M.; CAMPOS, R. de L. R.; MOURA, A. S. M. T.; BOSCHIERO C.; ROSÁRIO, M. F. do; LEDUR, M. C.; NONES, K.; COUTINHO, L. L.; Genetic linkage maps of chicken

chromosomes 6, 7, 8, 11 and 13 from a Brazilian. Sci. Agric. Piracicaba-Braz., v.65, n.5, p.447-452, September/October 2008.

CARNEIRO, M. S.; VIEIRA, M. L. C.; Mapas genéticos em plantas. Artigo de revisão, Bragantia, Campinas-SP, v. 61, n. 2, 89-100, 2002.

FERREIRA, K. E.; SOUZA, H. T. de A.; RIBEIRO, P. A. de C.; COSTA, F. de

J.; SANTOS, N. da S.; MARTINS, É. M.; Ensino e aprendizagem de genética: estudo em uma escola da rede pública na região metropolitana de Belo Horizonte – MG. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia-SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

FRIDMAN, C.; As 1ª e 2ª leis de Mendel e conceitos básicos de citogenética. Evolução das ciências II, USP/UNIVESP.

JANN, P. N.; LEITE, M de F.; Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. Ciências & Cognição, v. 15, n. 1, p. 282-29, 2010.

KHAN ACADEMY. **Ligação genética e mapeamento.** Disponível em:< https://pt.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/chromosomal-basis-of-genetics/a/linkage-mapping> Acesso em 23 de Março de 2022.

LARENTS, T. L.; AMANCIO, J. da S.; GHISI, N. de C.; Uma abordagem prática para o ensino de genética: mapas genéticos. Arquivos do Mudi, v. 24, n. 1, p. 96-106, ano 2020.

LIMA, G. H. de; SILVA, R. S. da; ARANDAS, M. J. G.; JUNIOR, N. B. de L.; CÂNDIDO, J. H. B.; SANTOS, K. R. P. dos; O uso de atividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão – PE. Revista Ciência em Extensão, UNESP, v.12, n.1, p.19-27, 2016.

MORGAN, T. H. et al. **The Mechanism of Mendelian Heredity**. Disponível em: <http://www.columbia.edu/cu/lweb/digital/collections/cul/texts/ldpd_5998129_000/pages/ldpd_5998129_000_00000010.html?toggle=image&menu=maximize&top=&left=> Acesso em 20 de Março de 2022.

SANTOS, C. C.; MOREIRA, L. M.; Resgatando a história da genética no Brasil. 2020.

SALGADO, C. C.; Integração de mapas genéticos. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Viçosa-MG, 2008.

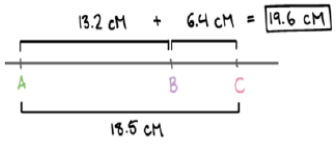
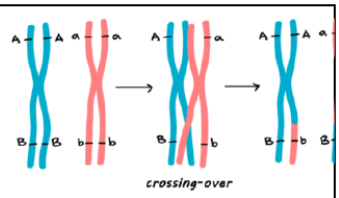
STURTEVANT, A. H. The linear arrangement of six sex-linked factors in *Drosophila*, as shown by their mode of association. Journal of Experimental Zoology, 14: 43-59, 1913.

SUGITA, B. M.; Ligação gênica: segregação dependente. XII Encontro Paranaense de Genética. Curitiba-PN, 2014.

VIEIRA, E. A.; NODARI, R. O.; CARVALHO, F. I. F. de.; FIALHO, J. de F.; Mapeamento Genético de Caracteres Quantitativos e sua interação com o Ambiente. Embrapa, Planaltina-DF, 2006

ANEXOS

3.1. CARTAS

Você sabe o que é um mapa de ligação? **É uma representação gráfica das distâncias entre genes e de suas posições relativas em um cromossomo.** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**Você sabia que:** **Em mapas de ligação, a unidade de medida usada para medir a distâncias entre um gene e outro é centimorgan (cM).** **QUE PENA...** **NÃO TEM BÔNUS...**	**Você sabia que:** **Ao Medir as frequências de recombinação de pares de genes que estão mais próximos e somando-os, obtém a localização dele no cromossomo!**  **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**
Você sabia que: **Quando dois genes estão no mesmo cromossomo, mas muito distantes entre si, eles segregam de forma independentemente devido ao Crossing Over (recombinação homóloga).** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**Você sabia que:** **Os alelos dos genes que já estão juntos em um cromossomo tenderão a passar como uma unidade para os gametas. Nesse caso, os genes estão ligados.** **QUE PENA...** **NÃO TEM BÔNUS...**	 **O Crossing-over é uma troca de genes entre as cromátides homólogas que ocorre de forma natural e recíproca.** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**

Você sabia que: **O Crossing-over é uma relação de troca entre cromossomos que se dá durante a meiose I da divisão celular, na fase de prófase I, mais especificamente na subfase paquíteno!** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**Você sabia que:** **A freqüência de recombinação pode ser usada como um indicador da distância entre dois genes.** **Ex: A frequência de recombinação de 1% equivale a 1 centimorgan.** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**CARTA PEGADINHA!!!** **VOLTE 2 GENES!**
SORTE!!! **TROQUE DE POSIÇÃO COM O JOGADOR QUE ESTÁ EM 1° LUGAR!**	**SORTE!!!** **ANDE 3 GENES!**	**SORTE!!!** **ANDE 3 GENES!**
Você sabia que: **Na fase Paquíteno ocorre a troca de pedaços entre cromossomos homólogos, onde alguns genes que se encontravam no cromossomo paterno passam para o cromossomo materno e vice-versa.** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**Você sabia que:** **O processo de crossing-over é o responsável pela variabilidade genética característica da reprodução sexuada? Sim, sem ele, n haveria as características herdáveis!** **QUE PENA...** **NÃO TEM BÔNUS...**	**Você sabia que:** **Se o processo de crossing over for inibido, possibilitará a redução drástica da variabilidade genética na geração filial!** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**

CARTA PEGADINHA!!! **VOLTE 1 GENE!**	**CARTA PEGADINHA!!!** **VOLTE 2 GENES!**	**CARTA PEGADINHA!!!** **VOLTE 1 GENE!**
CARTA PEGADINHA!!! **Que pena....** **Permaneça no mesmo gene!**	**Como exemplo de ligação gênica:** **Quando se tem um gene x e gene y, e tivermos uma taxa de crossing-over muito alta, consequentemente, eles estarão bem distantes um do outro.** **BÔNUS!!** **ANDE 1 GENE!**	**Sabe da importância de realizar o mapeamento genético?** **Realizar o mapeamento genético, possibilita entender o surgimento de doenças de origem genética, fazer a investigação da hereditariedade, ou seja, a transmissão dos genes dos pais para os filhos.** **QUE PENA...** **NÃO TEM BÔNUS...**
Você sabia que: **A construção de mapas genéticos tem sido utilizada para várias espécies vegetais por permitir localizar genes que controlam características de importância econômica!** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**	**Qual a diferença entre ligação completa e parcial?** **A ligação completa ocorre quando não há recombinação gênica, caso haja recombinação gênica, a ligação gênica é denominada parcial.** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**	**E como se calcula a frequência de recombinação?** **Dividimos o número de recombinantes pelo número total de indivíduos descendentes, e depois devemos dividir por 100 para obter a porcentagem de recombinantes** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**

Como é elaborado um mapa de ligação? **São considerados os seguintes fatores: a incidência de recombinações gênicas (quanto maior a taxa de recombinação ↔ maior a distância entre os genes), e a linearidade dos genes no filamento cromossômico.** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**	**Curiosidade:** **Encontrando as frequências de recombinação para muitos pares de genes, podemos formar mapas de ligação que mostram a ordem e as distâncias relativas dos genes nos cromossomos.** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**	**Curiosidade:** **Podemos ver se dois genes estão ligados, e quão próximos estão, usando informação de cruzamentos genéticos para calcular a frequência de recombinação.** **BÔNUS!!** **ANDE 2 GENES!**

Genes ligados: **Quando os genes estão bem próximos no mesmo cromossomo, diz-se que estão ligados. Isso significa que os alelos, ou as versões gênicas, juntas em um cromossomo serão mais frequentemente herdadas como uma unidade do que separadamente.**	**Genes não ligados:** **Quando os genes são encontrados em cromossomos diferentes ou bem distantes mas no mesmo cromossomo, eles ordenam-se independentemente e são ditos ser não ligados.**

3.2. MANUAL DO JOGO

Tabela 1: Gabarito das distâncias entre os genes

Tabela Informativa	
A tabela auxiliará na representação gráfica da localização das ligações gênicas dentro do cromossomo, abordando informações referentes a distância entre genes, em função da taxa de crossing-over que ocorre entre eles.	
CROMÁTIDE SOPERIOR	
Branco--------Verde	**5cM**
Branco-------Amarelo	**10cM**
Branco--------Vermelho	**38cM**
Branco--------Cinza	**45cM**
Branco--------Roxo	**58cM**

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 2: Gabarito das distâncias entre os genes

CROMÁTIDE INFERIOR	
Azul--------Marrom	16cM
Azul--------Lilás	25cM
Azul--------Salmão	32cM
Azul--------Bege	41cM
Azul--------Laranja	57cM

Fonte: Autores, 2022.

No presente tabuleiro, expõe-se uma ilustração que representa um cromossomo heterozigoto, onde estão assinaladas as posições de 10 genes (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J);

O jogo tem por objetivo principal, expor informações didáticas referentes ao assunto Linkege (Mapa de ligação), propondo aos jogadores um entretenimento, junto a fixação do conteúdo.

Como objetivos específicos, o jogador em que, chegar na linha de chegada (andar todos os alelos) do tabuleiro e possuir maior quantidade de alelos descobertos, vencerá a partida.

3.3. INSTRUÇÕES DO JOGO

O presente jogo possui a representação de um tabuleiro em formato de um cromossomo heterozigoto, onde permite-se a participação de 2 á 3 jogadores. Cada jogador ao início da partida, deverão fazer a escolha de 1 peão;

Deverá haver um sorteio entre os jogadores com o auxílio de um dado, para designar a ordem de jogadores durante o desenvolvimento do jogo;

O jogo dispõe de cartões, onde os jogadores deverão efetuar a compra de um cartão por vez;

Os cartões apresentam características importantes sobre o conteúdo de Mapas de ligação, além de dispor da quantidade de **Alelos** a serem percorridos;

No jogo, o conjunto de cartões também dispõe de **CARTAS PEGADINHA**, onde tem por finalidade, representar dificuldade ao jogador em que adquiri-la;

O jogador seguirá o caminho expresso no tabuleiro de acordo com as informações dos cartões e, ao posicionar-se sobre os genes sem identificação **(?)**, deverão fazer a observação das informações contidas na tabela expressa no tabuleiro, afim de expor um palpite opcional com o objetivo de descobrir sua composição.

Caso o jogador apresente um palpite incorreto, receberá penalidade de voltar 1 gene.

No conjunto de cartões, existe apenas 1 carta Coringa, onde possui como finalidade apresentar ao jogador, a vantagem de prosseguir 2 genes a frente.

3.4. COMPOSIÇÃO DO JOGO:

1 Tabuleiro;

1 Tabela de informações;

1 Conjunto de cartas;

1 Carta coringa;

Cartas pegadinha;

Cartas informativas.

1 Guia informativo do jogo.

CAPÍTULO XL

CIÊNCIAS NATURAIS E MINERAÇÃO: HISTÓRIA, AVANÇOS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

NATURAL SCIENCES AND MINING: HISTORY, ADVANCES AND ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM2256-40

Eunice de Oliveira Rios [1]
Vandervilson Alves Carneiro [2]
Jean Carlos Vieira Santos [3]
Edevaldo Aparecido Souza [4]
Ricardo Junior de Assis Fernandes Gonçalves [5]

[1] Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis / Go. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5915-9222. E-mail: eunicer@uol.com.br
[2] Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Anápolis / GO. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7286-0806. E-mail: profvandervilson@yahoo.com.br
[3] Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Caldas Novas / GO. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5746-1217. E-mail: svcjean@yahoo.com.br.
[4] Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Quirinópolis / GO. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2307-6257. E-mail: ediueg@gmail.com
[5] Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Iporá / GO. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8033-0426. E-mail: ricardo.goncalves@ueg.br

RESUMO

Os diversos momentos da economia aurífera em Goiás foram descritas em diferentes temporalidades geohistóricas, assim como a interação entre o homem e os recursos naturais por uma gama de pesquisadores da Geografia, da História e da Economia e por naturalistas-viajantes europeus. Adotou-se uma metodologia analítica teórica, onde os valores conceituais, científicos e a percepção de diferentes autores que partilharam suas experiências acerca do estudo das Ciências Naturais e da mineração. Também cabe pontuar o caminho da perspectiva geohistórica, onde foi abordada a institucionalização da ciência geológica e a sua contribuição para o desenvolvimento econômico do império português, vias José Bonifácio de Andrada e Silva e dos naturalistas-viajantes, na tentativa de se compreender as transformações ambientais vivenciadas pelo território goiano ao longo dos tempos. Considera-se que o processo de constituição das Ciências Naturais foi longo e atabalhoado por questões de interesses econômicos, políticos, sociais e científicos no transcorrer na geohistória nacional e goiana. A ocupação do território goiano deu-se por causa dos recursos naturais (minas auríferas) e que consequentemente geraram graves problemas socioambientais. No caminho percorrido, notou-se que ainda há meandros para exploração em termos de continuidade de pesquisas futuras a respeito da mineração em Goiás pelo prisma geohistórico atrelado às Ciências Naturais.

Palavras-chave: Prisma geohistórico. Território goiano. Lavras de ouro. Impactos socioambientais.

ABSTRACT

The diverse moments of the gold economy in Goiás had been described in different geohistorical temporalities, as well as the interaction between the man and the natural resources for a gamma of researchers of Geography, History and the Economy and for european naturalist-travellers. A theoretical analytical methodology was adopted, where the conceptual, scientific values and the perception

of different authors who shared their experiences about the study of Natural Sciences and mining. It is also worth accentuating the path of geohistorical perspective, which was aimed at the institutionalization of geological science and its contribution to the economic development of the portuguese empire, paths of José Bonifácio de Andrada e Silva and naturalist-travelers, in an attempt to understand the environmental changes experienced by the goiano territory throughout the ages. It is considered that the process of constitution of the Natural Sciences was long and approached by questions of economic, political, social and scientific interests in the course of the national and goiano geohistory. The occupation of the goiano territory was due to natural resources (gold mining) and consequently generated serious social and environmental impacts. Along the way, it was noted that there are still meanders for exploitation in terms of continuity of future research on mining in Goiás by the geohistorical prism tied to the Natural Sciences.

Keywords: Geohistoric Prism. Goiano territory. Gold mining. Social and environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de sua história o homem acumulou experiências e criou outras, em um constante processo de inovação que pode ocorrer de forma lenta ou rápida, ser restrito ou amplo, mas sempre gerando transformações que implicam na organização do trabalho e nos usos da natureza. Nessa dinâmica, a natureza registra e incorpora "a ação do homem, dele adquirindo diferentes feições que correspondem às [fisionomias] do respectivo momento histórico" (SANTOS, 1997, p.88-89).

Santos (1997, p. 67-68) arrazoa que ao inovar, o homem cria novas técnicas que tornam o seu trabalho diferenciado e mais complexo que o anterior. Desta forma, cada período histórico caracteriza-se pelo "conjunto próprio de técnicas e de objetos correspondentes", modificando a paisagem e tornando-a "um conjunto de formas heterogêneas, de idades diferentes, pedaços de tempos históricos representativos das diversas maneiras de produzir as coisas, de construir o espaço". Ademais, as técnicas não possuem "existência histórica fora das relações sociais", o que significa dizer que elas se desenvolvem de conformidade com as condições políticas, econômicas e culturais de uma determinada época (SANTOS, 1997, p. 67-68).

A história das Ciências Naturais permite constatar os diversos períodos em que o conhecimento sobre a natureza e a relação dos homens com a mesma e entre si, foram se constituindo e se transformando, de acordo com os interesses de cada época e conforme o desenvolvimento das forças produtivas de cada região ou país.

Na presente pesquisa busca-se relacionar as Ciências Naturais, de forma especial a Geologia, com as atividades minerárias desenvolvidas entre os séculos XVII e XIX. Norteado por uma perspectiva geohistórica, analisa-se a institucionalização da ciência

geológica e a sua contribuição para o desenvolvimento econômico do império português, a trajetória de José Bonifácio de Andrada e Silva[1], cuja atuação foi determinante nesse processo, e a dos naturalistas-viajantes, na tentativa de se compreender as transformações ambientais vivenciadas pelo território goiano ao longo dos tempos.

Nesse caso, destaca-se que o artigo buscou apresentar os valores conceituais, científicos e a percepção de diferentes autores que partilham suas vivências e experiências acerca do estudo das Ciências Naturais e mineração, expressando fecundas análises de natureza teórica e metodológica, ao longo do tempo e diferentes territórios. Portanto, a pesquisa adotou uma metodologia analítica teórica que, de acordo com Silva (2018), pretende valer-se do conhecimento e da sabedoria de vários autores, objetivando uma aproximação cuja qualidade do pensamento auxiliou na trajetória de compreensão que aqui se pretendeu.

Esta proposta "jamais teria como objetivo esgotar um tema complexo como o em foco, ou mesmo produzir um documento que analise toda essa questão. Ele se propõe a simplificar o seu entendimento e oferecer certas reflexões para a pesquisa teórica" (SILVA, 2018, p. 287). A estratégia adotada baseia-se na construção de um texto trazendo os contributos de autores que versam sobre as ciências naturais e mineração, expondo contextos pretéritos e hodiernos.

De acordo com Gonçalves (2018, p. 83), atualmente a análise da territorialização dos grandes projetos de extrativismo mineral "é expressiva da longa geografia histórica do capitalismo, subserviente aos interesses do capital e garantindo intermitentemente as condições de sua expansão produtiva, resultando no controle dos povos, dos territórios e dos seus recursos territoriais". Não se pode negar que ao longo da história e nos dias atuais, a mineração impactou e impacta tanto ambientes e como os sujeitos cujas práticas diárias eram e são voltadas para a vida e o trabalho na terra.

[1] [...] José Bonifácio [, naturalista e metalurgista,] notabilizou-se não apenas como homem público, mas também como um estudioso e pesquisador do mundo natural. Ele participou de viagens científicas, foi sócio de inúmeras sociedades científicas europeias, publicou diversas Memórias no âmbito da história natural e administrou espaços governamentais portugueses ligados diretamente à mineração e à agricultura (VARELA; LOPES; FONSECA, 2002, p. 406).

2. CIÊNCIAS NATURAIS: CONTEXTOS E INSTITUCIONALIZAÇÃO

O século XVIII é conhecido pela grandiosidade e brilhantismo de filosofias modernas. É considerado "refletivo, amplamente visado para as especulações do espírito", e presenciou o início das "grandes manufaturas", a invenção da máquina a vapor e o desenvolvimento das artes e das técnicas (ASSUNÇÃO, 1980, p. 3).

Assunção (1980, p. 4-5) destaca que a revolução científica moderna, cujas origens remontam ao século XVI, despontou no XVIII, marcando-o como a "época dos enciclopedistas que tudo querem conhecer, que tudo querem explicar", inventando e racionalizando os conhecimentos humanos, na crença de que as ciências e as técnicas libertam e dignificam o Homem. Na Europa, a atividade científica despontava durante os primeiros anos setecentistas. Em Portugal, esse movimento ocorreu posteriormente, com o aparecimento das academias culturais, fora da esfera oficial. O reinado de D. João V é marcado pela reação contra a mentalidade escolástica e a busca de uma cultura afinada às novas tendências europeias.

Nesse contexto, no qual imperou a diversidade e a inovação temática, as noções das Ciências da Terra foram discutidas e, a Geologia, a Mineralogia e a Cristalografia se firmaram como ramos individualizados do conhecimento no final do século XVIII (ASSUNÇÃO, 1980, p. 4-5).

Lopes (1999, p. 1) diz que a transição da "ciência aristotélica" para a "ciência moderna", em meados do século XVIII, ocorreu "fundamentalmente através das reformas educacionais pombalinas", período marcado pela adesão portuguesa à Ilustração europeia. A fundação da Academia Real das Ciências (1779) provocou um movimento intelectual de suma importância, implicando no "levantamento exaustivo das condições naturais e econômicas do Reino e do Ultramar", preocupação explícita do governo metropolitano com suas possessões coloniais, dentre elas destacava-se o Brasil.

Como consequência desse processo, incentivos de todas as formas foram constituídos objetivando o "aumento da quantidade e melhoria da qualidade da produção colonial". Tais incentivos se expressaram através da institucionalização das

Ciências Naturais[1] que, no mundo luso-brasileiro, se deu no período compreendido entre o final do século XVIII e início do XIX, marcado pelas publicações da Imprensa Régia e dos Museus de História Natural, pelas expedições de exploração, pela criação dos Hortos Botânicos, dos Museus, das Academias Científicas e das Associações de Naturalistas e de bolsas de estudos (ASSUNÇÃO, 1980).

Por conseguinte, esses cenários de avanços no campo das ciências naturais, além da avidez das metrópoles por ouro, prata e pedras preciosas, motivaram expedições e descobertas nas colônias de ultramar, auferindo riquezas fabulosas.

3. O "OURO DE GOYAZ": DESCOBRIMENTO, EXPANSÃO, APOGEU E "DECADÊNCIA"

Desde a "descoberta" do Brasil, os portugueses demonstraram "extremo interesse" em buscar "metais e pedras preciosas, e já na Carta de Pero Vaz de Caminha, datada de 1.500, foi feita a primeira descrição geológica das barreiras terciárias da costa" (MACHADO, 1989, p. 87).

Conforme Martins (1984, p. 177), esse cenário propiciou que as terras brasileiras, "a princípio desconhecidas, inexploradas, cobiçadas por estrangeiros, surgiram para a metrópole portuguesa como um potencial de tesouros" (PALACÍN, 1994, p. 25). Assim, as primeiras descobertas de ouro no Brasil ocorreram em São Paulo em 1.562. Na trilha do ouro - São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso - chegou-se às "Minas dos Goyazes" nos primórdios do século XVIII (PALACÍN, 1994; RIOS; CARNEIRO, 2016).

Rios e Carneiro (2016) e Bertran (1994) asseveram que Goiás tem suas origens marcadas pela descoberta do ouro, o que orientou a sua ocupação e a metamorfose de sua paisagem natural. Água, ouro, serras, matas, aventuras, conflitos entre índios, reinóis, bandeirantes e negros, vida e morte, riqueza e pobreza, são elementos que se entrelaçaram numa nímia dinâmica social, gerando transformações ambientais no território goiano, ao longo dos tempos.

[1] Por institucionalização das ciências, entendemos o processo de construção de uma prática e de um discurso científicos que requerem um conjunto de medidas de implantação, desenvolvimento e consolidação em determinadas conjunturas espaço-temporais específicas (LOPES, 1999, p. 1).

Historicamente, as cidades goianas se constituíram nas proximidades dos córregos, ribeirões e rios. Esses foram intensamente depredados, causando, portanto, muitos prejuízos socioambientais. Nesse contexto, Limonad (2007, p. 161) sublinha que o espaço urbano e sua "[...] história não podem ser dissociados e ambos estão indissoluvelmente ligados à vida social, às condições materiais e ao desenvolvimento das forças produtivas e do meio técnico-científico". Essas cidades históricas são apresentadas como:

> [...] como objeto concreto e simbólico do vir a ser de um território que é material e é imaginado; mescla e síntese de lugares e paisagens em movimento histórico concreto e ideativo – pois, também, mítico; é embrião, sede e centro de um processo civilizatório que guarda, em germe, a instituição urbana em si, por meio de trânsitos com o rural (COSTA; STEINK, 2013, p. 166).

Nesse contexto geohistórico, destaca-se que o relevo e a hidrografia foram elementos naturais marcantes na exploração do espaço goiano. A Serra dos Pirineus (Pirenópolis / GO e adjacências), com mais de 1.300 metros de altitude, se constituía num referencial geográfico para as antigas expedições nos sertões goianos. Próximo a ela passava a linha de Tordesilhas (BERTRAN, 1996, p. 46). Ela é o ponto de origem das três ramificações do relevo goiano-tocantinense, a saber: o norte-oriental, o norte-ocidental e o sudoeste. "Levando-se em conta a estrutura geológica, a forma e a disposição do relevo, observa-se que a rede hidrográfica se distribui em vales com feições diferenciadas" (RIOS, 1994, p. 32). Essa feição natural, considerada um "capricho da natureza", resultou numa "peculiar distribuição geográfica das Minas de Goiás", estas se adentraram pelas redes hidrográficas do Tocantins, Araguaia e Paraná, conforme destacado por Martins (1984, p. 198-199).

Palacín (1994, p. 16) discorreu que a topografia plano-ondulada, predominante em Goiás, favoreceu o acesso à região, uma vez que "sem grandes obstáculos naturais, o território goiano oferecia-se aberto à penetração". Desta forma, desde os primórdios do povoamento do Centro-Oeste, os rios foram utilizados como vias de transporte, pois, as viagens por terra eram muito difíceis devido à ausência de muares, que só foram introduzidos após o ano de 1.630, o que permitiu a intensificação de bandeiras percorrendo os caminhos terrestres (PALACÍN; MORAES, 1989, p. 8).

Teles (1978, p. 74) afirmava que devido à existência de saltos, quedas e corredeiras, a circulação pelos rios era muito difícil e sofrida. Na ânsia pela riqueza, os aventureiros se atiravam a toda sorte de perigos, como Bartolomeu Bueno da Silva, o "Anhanguera".

> Outros da mesma Capitania de São Paulo, pelos mesmos motivos, já se tinham arrojado a uma navegação penosa e desconhecida, de perto de seiscentas léguas, descendo por um e subindo por outros rios, despenhando-se por cachoeiras, varando algumas vezes por terra, conduzindo à força de braços de uma para outra parte os vasos do seu transporte, que eram canoas, e todo o seu trem, até descobrirem com insano trabalho Cuyabá, Mato Grosso e as suas preciosas minas (TELES, 1978, p. 74).

Com a descoberta do ouro na região de Cuiabá, em 1.719, extensas áreas de terra passaram a incorporar o patrimônio luso-brasileiro, através do movimento de expansão incrementado pelos bandeirantes paulistas. Esse período é conhecido como o "ciclo das monções", cuja via de penetração utilizada era a fluvial, seu início era Porto Feliz (Araritaguaba), às margens do Rio Tietê, mediante o qual se chegava aos rios Paraná, Pardo, Coxim, Taquari, Paragui, São Lourenço e Cuiabá, alcançando então as áreas de garimpos no Mato Grosso (TELES, 1978; PALACÍN; MORAES, 1989).

Ao se considerar o "profundo conhecimento da rede hidrográfica", já em 1.613 e os "indícios que permitem conjeturar que nessa época", período anterior à Bandeira de Anhanguera (1.722), "o caminho de Goiás era tão conhecido, que pequenos grupos anônimos - sem as formalidades de uma bandeira - o transitavam normalmente". Provavelmente, as veias hídricas do Grande e do Paranaíba tenham sido navegadas, assim como seus afluentes, já que havia uma preocupação, por parte do governo da Metrópole e da Capitania de São Paulo, de se encontrar uma rota, por terra, até Cuiabá (PALACÍN; MORAES, 1989, p. 5-22).

Palacín e Moraes (1989, p. 33) relatam que além de "caminho", os rios goianos também se constituíram num fator de atração para a mineração. Bueno fundou o primeiro arraial goiano, o de Sant'Anna, "[...] muito próximo das nascentes do Rio Vermelho [...]", deslocada e sem ventilação, no entanto, havia ouro e água, era o que bastava. O mesmo critério passou a ser utilizado para a instalação dos outros arraiais. "Em torno de Sant'Anna, pelas margens dos córregos e dos rios com ouro de aluvião, multiplicam-se rapidamente, os centros de garimpos".

Nota-se que,

> [...] a fama das riquezas de Goiás atraiu para a região um prodigioso número de aventureiros, que aí fundaram os arraiais de Barra, Santa Cruz, Meia Ponte, Crixás, Natividade e outros. Extraíam-se então vastas quantidades de ouro dos córregos, dos rios [...] (SAINT-HILAIRE, 1975, p. 161).

Do exposto, observa-se que a "mineração foi um fator de urbanização por excelência" (TEIXEIRA NETO, 1982, p. 163). A "corrida do ouro" em terras novas atraía populações inteiras "sugadas por esta área ciclônica", resultando numa "impressão de estatura épica deixada pela magnitude da obra dos descobridores. Em quinze anos, abrem caminhos e estradas, vasculham rios e montanhas, desviam correntes, desmatam e limpam regiões inteiras, rechaçam os índios, e exploram, habitam e povoam uma área imensa" (PALACÍN, 1972, p. 15-39), mudando significativamente a paisagem natural. "Lugarejos sem nenhum conforto foram surgindo ao longo dos córregos e ribeirões, nos fundos dos vales ou nas encostas dos morros" (GOMES; TEIXEIRA NETO, 1993, p. 61).

Palacín (1972, p. 15) era contumaz ao dizer que o "ciclo do ouro" era marcado por fases "quase fatais: descobrimento, um período de expansão febril, caracterizado pela pressa e semianarquia; depois, um breve, mas brilhante, período de apogeu, e, imediatamente, quase sem transição, a súbita decadência, prolongada, às vezes, como uma lenta agonia".

Segundo Alencastre (1979) Goiás não se furtou a esse processo. O ano de 1.778 marcou a queda da produção bruta de ouro. A diminuição da produção relativa, bem como a de novas descobertas já era evidenciada em 1.749. Data de janeiro de 1.750, os informes de D. Marcos a respeito das condições da Capitania de Goiás:

> Compõe-se este governo de vários arraiais, a maior parte deles em grande distância uns dos outros. Geralmente em todos os arraiais e seus subúrbios se trabalha no exercício de minerar, e ainda que presentemente os mineiros vivem alguns tanto descontentes pelos pequenos jornais que vencem os seus escravos, por falta de descobertos, o que desgosta estes moradores, porque havendo-os, poderiam melhorar de fortuna (ALENCASTRE, 1979, p. 92).

Dom Francisco de Assis Mascarenhas, ao governar a Capitania de Goiás (1.804-1.809), descreveu-a como sendo "talvez a única do Brasil que tem a especialidade de conter em seus limites, além de muitas minas de ouro, as melhores matarias, muito

férteis campinas e dois grandes rios navegáveis [...]". Prossegue ainda, referindo-se à atividade mineratória em "decadência desde muitos anos", pois as minas "conhecidas, por se acharem cansadas, dão já limitado interesse". Quanto aos novos "descobertos" se "têm obstado a sua exploração". Segundo ele, o "gênio pouco ativo e sempre inclinado ao ócio dos brasileiros, especialmente dos habitantes desta capitania"; bem como os resultados desfavoráveis e as "grandes despesas" dos últimos descobrimentos, eram "motivos assaz poderosos" para impedir novas explorações (ALENCASTRE, 1979, p. 302).

Para Salles (1992, p. 13), é através desses registros que se observa a "lenta agonia", do período aurífero, esvaziando-se os núcleos urbanos, cuja população procura novas paragens, deixando atrás de si um espaço intensamente degradado. Esse processo de ascensão, apogeu e início do declínio durou cerca de cinquenta anos, transformando-se depois em uma "simples e incerta faiscação". Com a exaustão do ouro de aluvião, a ausência de técnicas eficazes para exploração e extração de ouro do subsolo contribuiu para arruinar o cenário minerador em Goiás já no final do século XVIII.

Os tipos de jazidas auríferas exploradas eram o de "mineração de cascalho" e o de "mineração de morro", onde a prospecção era feita ao acaso, uma vez que os portugueses apenas conheciam os processos de extração elementares e os africanos o da "lavagem das areias auríferas" (PALACÍN, 1976, p. 81).

Em Eschwege (1979) e também em Salles (1992) até o século XV, o ouro coletado era apenas o encontrado exposto na superfície. Não se conhecia técnicas mais complexas para a prospecção. Intuitivamente usava-se a "vara mágica" para a localização do metal precioso. Após um século de experiências, a Geologia permitiu a conclusão de que alguns tipos específicos de rochas eram indicativos de determinados metais.

A prática mineratória rudimentar, baseada na tradição e no empirismo aliado ao conhecimento elementar de Geologia, acabou por condicionar a exploração do ouro em Goiás. A princípio, somente nas camadas superficiais, posteriormente, surgiram os "socavadores", elementos que possuíam conhecimentos práticos sobre terrenos minerais (SALLES, 1992). Apesar das dificuldades e a falta de tecnologia adequada, a produção goiana aurífera foi muito significativa, como se observa a seguir:

> Os dados oficiais disponíveis sobre a produção aurífera na época são inconsistentes por não serem resultado de trabalho estatístico, o que contribui para uma disparidade de dados obtidos em obras distintas, mesmo assim retratam uma produção tímida ao ser comparado a Minas Gerais. A produção do ouro em Goiás de 1.730 a 1.734 atingiu 1.000 kg, o pico de produção se dá de 1.750 a 1.754, sendo um total de 5.880 kg. Há vários relatos de que o ano de maior produção foi o de 1.753, já de 1.785 a 1.789, a produção fica em apenas 1.000 kg, decaindo nos anos seguintes (SILVA, 2010, p. 14).

Na tabela 1 nota-se a produção aurífera brasileira no período de 1.730 a 1.799.

Tabela 1: PRODUÇÃO DE OURO NA COLÔNIA BRASILEIRA (em Kg)

Quinquênios	Minas Gerais	Goiás	Mato Grosso
1730-1734	7.500	1.000	500
1750-1754	8.780	5.880	1.100
1765-1769	6.659	2.500	600
1780-1784	4.884	1.000	400
1795-1799	3.249	750	400

Fonte: Estevam (2004) e Pinto (1979), adaptado pelos autores (2019).

Palacín (1975, p. 21) acrescenta alguns dados dessa curta temporada aurífera em Goiás. Enfatiza-se que essa produção do ouro foi "subindo constantemente desde o descobrimento até 1.753, ano mais elevado com uma produção de 3.060 kg. Depois decaiu lentamente até 1.778 (produção: 1.090 kg), a partir desta data a decadência cada vez é mais acentuada (425 kg em 1.800) até quase desaparecer (20 kg em 1.822)".

A decadência da extração do ouro surgiu após a atividade mineratória inviável às margens dos cursos d'água. As lavras começaram a subir às encostas onde encontravam cascalhos ricos com diversos problemas de extração, principalmente a carência de água para lavá-los. Dizia-se na época que "em mineração se ajuíza da riqueza de uma lavra mais pela quantidade de água de que dispõe do que pela proporção do metal que encerra, posso por isso dizer desde já que a lavra do Abade é uma mina essencialmente rica e, portanto, auguro-lhe próspero futuro em época pouco remota" (COSTA, 1995, p. 34).

Conforme Bertran (1996) mecanismos complexos foram construídos para a captação de água através de regos e cavas, abertos por vários quilômetros, juntando córregos, desviando rios, construindo açudes ou então, simplesmente amontoando e

peneirando a terra para ser lavada com as águas das próximas chuvas. Pondera ainda que os "mineiros potentados" resolviam o problema da escassez de água "pelo trabalho e engenho do escravo nos ciclópicos trabalhos de adução de água, ou pela sua mera força de tração no transporte de terra semibeneficiada [...] terra mineralizada trazida de quilômetros para apurar-se melhor n'algum olho d'água" (BERTRAN, 1996, p. 5).

Nesse cenário,

> Como se não bastasse essa dificuldade, entre 1.773-1.776, ocorreu um fenômeno natural, um extremado período sem chuvas, denominado "nímia secura" na época, agravada por uma queimada que durou cerca de quatro meses, destruindo matas e capoeiras. Logo após ocorreu uma reversão. "Chuvas diluviais" caíram entre 1.778 a 1.782 causando sérias dificuldades. A essa problemática somava-se o intenso desmatamento nas áreas lavráveis, produzindo até três metros de lama no leito dos rios, além da contaminação pelo uso do mercúrio. Fogo, seca, enchentes, desmatamento, assoreamento, envenenamento e desvio dos cursos d'água, afetaram a fauna e a flora, marcando o final do século XVIII com um "desastre ambiental cumulativo" (BERTRAN, 1996, p. 6).

Essa situação foi condicionada pelos componentes naturais - o relevo (plano ondulado), a hidrografia (extensa e diversificada) e a existência de formações auríferas - em praticamente todo o território goiano, fatores que facilitaram o acesso e o aproveitamento dos recursos naturais, provocando sua ocupação e povoamento. "A atividade mineradora de Goiás estendeu-se em área aproximada de trezentos mil quilômetros quadrados", originando diversos núcleos urbanos, em etapas distintas, de acordo com os "descobertos" (SALLES, 1992, p. 69).

Considerando-se a cronologia dos "achados" de Salles (1992, p. 69), tem-se quatro fases assim constituídas no quadro 1:

Quadro 1: Fases da dinâmica da ocupação territorial em busca do ouro (1.722 a 1.809)

FASES	PERÍODOS	REGIÕES DESCOBERTAS	LOCALIDADES FUNDADAS	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS
Primeira	1.722 - 1.730	Acima do paralelo 18º Lat. Sul	Proximidade de Sant'Anna: Barra, Ferreiro, Anta, Ouro Fino, Santa Rita, Pillar, Santa Cruz e Meia Ponte.	Terrenos do Grupo Araxá

FASES	PERÍODOS	REGIÕES DESCOBERTAS	LOCALIDADES FUNDADAS	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS
Segunda	1.730 - 1.736	Centro-norte e nordeste de Goiás	Maranhão, Água Quente, Traíras, São José do Tocantins, Cachoeira, Crixás, Porto Real e Pontal.	Complexo Cristalino
Terceira	1.735 - 1.741	Nordeste	Arraias, Conceição, Cavalcante, Santa Luzia, Cocal, Corumbá e Santa Luzia.	Faixa de Dobramentos Brasília
Quarta	1.750 - 1.809	Sul	Bonfim, Tesouras e Anicuns.	Associações Granito-Gnáissicas

Organização: **os próprios autores** (**2019).**

As fases acima demonstram a dinâmica da ocupação territorial em busca do precioso mineral, cuja produção é detalhada na tabela 2.

Tabela 2: Capitania de Goiás - rendimentos dos quintos do ouro (1.752 - 1.822)

Ano	Arroba	Ano	Arroba
1.752	16	1.788	8
1.753	40	1.789	8
1.754	34	1.790	8
1.755	37	1.791	8
1.756	31	1.792	8
1.757	33	1.793	6
1.758	33	1.794	7
1.759	30	1.795	7
1.760	32	1.796	6
1.761	24	1.797	6
1.762	18	1.798	6
1.763	26	1.799	6
1.764	23	1.800	5
1.765	24	1.801	4
1.766	20	1.802	4
1.767	23	1.803	4
1.768	22	1.804	3
1.769	21	1.805	3
1.771	19	1.807	2
1.772	20	1.808	4
1.773	15	1.809	6
1.774	16	1.810	3
1.775	15	1.811	2
1.776	15	1.812	2

Ano	Arroba	Ano	Arroba
1.777	14	1.813	1
1.778	14	1.814	2
1.779	12	1.815	2
1.780	13	1.816	1
1.781	10	1.817	1
1.782	10	1.818	1
1.783	10	1.819	1
1.784	9	1.820	0,8
1.786	10	1.822	0,5

Fonte: SALLES (1992), adaptado pelos próprios autores (**2019).**

Ressalta-se que a tabela 2 mostra os rendimentos do quinto do ouro em Goiás e no ano de 1.753 foi o de maior arrecadação com 40 arrobas e a partir de 1.784 começou o definhamento das áreas auríferas, de 9 arrobas até 0,5 arrobas.

Observa-se que os dados comprovam que a mineração em Goiás foi relevante no contexto econômico luso-brasileiro e a decadência da produção aurífera, juntamente com outros problemas relacionados ao sistema econômico vigente no período, condicionaram as decisões do governo português, quanto às reformas políticas.

4. GEOLOGIA E MINERAÇÃO NO BRASIL

Ao se analisar as fontes relacionadas aos primórdios da institucionalização das ciências geológicas no Brasil, destacam-se dois aspectos: 1) a condição colonial do Brasil e a sua inserção no Império português; 2) o papel das atividades de mineração dentro do sistema mercantilista, vigente na época em estudo.

O período considerado como os primórdios dessa institucionalização é delimitado entre o final do século XVIII e o ano de 1.870, sendo subdividido em três outros, com características próprias, mas, conservaram um "fio de continuidade em termos de concepções científicas e modelos institucionais, que caminhou paralelamente às descontinuidades da vida política e social" (FIGUERÔA, 1997, p. 33). Esses momentos são assim identificados: a) Iluminismo científico e decadência mineira; b) de um império no além-mar ao Império do Brasil; c) a consolidação do Império do Brasil e a construção de uma problemática científica nacional.

Nesta pesquisa, destaca-se os dois primeiros momentos, períodos em que Goiás vivenciava o descobrimento, a evolução, o apogeu e a decadência das atividades mineratórias.

5. CIÊNCIA E DECADÊNCIA DA PRODUÇÃO MINERAL COLONIAL

A Revolução Industrial provocou mudanças em toda a Europa, levando a Espanha e Portugal, a buscarem, no ideário iluminista, soluções para os problemas de manutenção e exploração de suas colônias.

Figuerôa (1997, p. 35) destaca que a Coroa Portuguesa, num esforço de modernização, ou melhor, de atualização, procurou reler e adaptar os "principais aspectos do movimento ilustrado na Europa à situação concreta de Portugal e suas colônias". Buscava-se, desta forma, a recuperação do "atraso" através do poder da ciência, numa tentativa de "reformar para conservar".

Ainda nessa senda, Figuerôa (1997) pondera que o Marquês de Pombal tomou diversas medidas, entre elas a reforma da Universidade de Coimbra (1.768-1.772), com a introdução de disciplinas científicas e a criação dos cursos de Matemática e Filosofia Natural, fundou-se a Academia Real de Ciências de Lisboa (1.779), cujos objetivos centravam nas melhorias econômicas, principalmente as relacionadas à agricultura e à mineração, como a criação de instituições de ensino e de bolsas, dentre outras, visando fortalecer as investigações em ciências naturais. O Brasil tem apresentado forte destaque nesses estudos, o que comprova a sua importância para a economia metropolitana, enquanto exportador de produtos primários e também como importador de manufaturas.

6. A PROBLEMÁTICA DA MINERAÇÃO

A mineração ou não de determinado recurso mineral depende de circunstâncias econômicas, temporais, interesses de distintos atores e desenvolvimento das forças produtivas de cada região ou país. Para cientistas do século XVIII, as referências às minas de ouro brasileiras só eram feitas mediante ordens superiores, caso contrário,

> Se uma ordem superior não me obrigasse a escrever sobre as minas de ouro do Brasil, eu certamente não me atreveria a entrar nesta matéria, que até

> agora se deixou somente [nos seios] de pessoas ignorantes de Mineralogia, com grave prejuízo do Estado. Se as minas de ouro são vantajosas ou prejudiciais a Portugal? Esta questão o deixo a decidir aos sábios políticos, que sabem calcular os verdadeiros interesses das nações. Que sejam necessárias pessoas inteligentes, que instruam os mineiros e os dirijam nas suas operações, se verá isso, considerando o estado presente das minas (VANDELLI, 1989, p. 266).

De acordo com Figuerôa (1997, p. 39-40), no princípio, se constituiu em um empreendimento lucrativo, a ponto de o Brasil aparecer como destaque no conjunto da América, em sua produção aurífera, que completou o ciclo apogeu-decadência do ritmo e resultados da extração, comum a essa atividade, mas deixou "sequelas profundas". Vários autores opinaram sobre a temática, sendo certo a sua substituição pela agricultura - ideias fisiocratas (fins do século XVIII e início do XIX). Mesmo ocorrendo essa substituição, a mineração não foi totalmente abandonada. Era enfatizada a "necessidade de modernização das técnicas empregadas na extração mineral, no aperfeiçoamento da formação dos mineiros", na preparação de instrutores, numa clara "sintonia com o espírito iluminista da época". Devia-se buscar na ciência a solução dos problemas, sendo então publicados "dois tratados de mineração" e enviados "três diplomados por Coimbra" em viagens de estudos pela Europa, visitando os principais centros científicos e mineiros.

As referidas viagens tinham por objetivo a aquisição de "conhecimentos mais perfeitos de Mineralogia" e de Filosofia Natural. Os estudantes escolhidos foram: Joaquim Pedro Fragoso de Sequeira (português); José Bonifácio de Andrada e Silva (brasileiro) e Manuel Ferreira da Câmara de Bethencourt e Sá (brasileiro). Considera-se que tanto a escolha de Andrada como a de Câmara, membros da elite brasileira, se deve à "importância que os depósitos minerais do Brasil, a despeito de toda a decadência, ainda mantinham no conjunto da economia reinol". Acreditava-se que a solução dos problemas relacionados à decadência da mineração do ouro estaria nas melhorias técnicas (FIGUERÔA, 1997, p. 39-40).

Para Figuerôa (1997, p. 41) com apoio oficial evidente, em termos pecuniário e diplomático, foram expedidas "Instruções", em 31 de maio de 1.790, assinadas por Luís Pinto de Sousa (Ministro do Reino e dos Negócios Estrangeiros). Nelas estavam determinados os itinerários e os temas científicos relevantes, evidenciando o "empenho da Coroa Portuguesa em estimular e aprimorar a atividade mineira". Desta forma, através das influências do Conde de Linhares, tornou-se possível o resgate, "dentro de

um plano político-econômico mais abrangente para a metrópole e suas colônias - e especialmente o Brasil - o papel da mineração".

Seguindo as orientações traçadas nas referidas Instruções, os selecionados se dirigiram a Paris, onde "tomaram cursos privados de Mineralogia e Química", dando início a uma série de visitas pela Europa, entre elas a Freiberg (Saxônia) - "centro mais avançado em Mineração e estudos correlatos" (FIGUERÔA, 1997, p. 42-43).

Nesse prisma, Lopes (1990, p. 337-338) assevera que José Bonifácio não seguiu rigorosamente as Instruções, tendo frequentado um curso particular de Mineralogia e Química, na França, no período de setembro de 1.790 a janeiro de 1.791 e na Escola Real de Minas, até abril do mesmo ano. Entre 1.792 a 1.794, frequentou a Escola de Minas de Freiberg, visitou minas na Saxônia e na Áustria, na Suécia e na Noruega, de 1.796 a 1.799. Nos dez anos de viagens, Bonifácio "publicou inúmeros trabalhos e foi aceito como sócio em Academias de Ciências", em vários países da Europa.

Andrada e Câmara, ao retornarem de seus estudos, em 1.799, foram imediatamente inclusos à estrutura administrativa do Reino, assumindo as seguintes funções: Câmara foi o Intendente Geral das Minas na Capitania de Minas Gerais e do Serro Frio; Andrada assumiu as funções de Professor de Metalurgia na Universidade de Coimbra, Intendente Geral das Minas e Metais do Reino, Administrador das Minas de Carvão de Pedra de Buarcos, Administrador das Fundições de Ferro de Figueiró dos Vinhos e Avelar, Inspetor das Matas e Sementeiras e Diretor do Laboratório da Casa de Moeda de Lisboa (SOUSA, 2015; MENDONÇA, 1933).

Figuerôa (1997, p. 47) alinhavou que tanto Andrade quanto Câmara vivenciaram inúmeros embates, devido ao ideário modernizador que tentavam concretizar. A modernização era fato concreto em outros países com condições diferentes e vantajosas, em relação a Portugal, enquanto este, "agonizava economicamente e baseava sua produção em mão-de-obra escrava".

A mudança da Corte Portuguesa para o Brasil (1.808) definiu "a primeira ruptura do Antigo Sistema Colonial", fato este, considerado "*sui generis* na História Mundial" e que marcou a "inversão do pacto", no que se refere aos domínios de Portugal. Esta situação provocou uma "avalanche de dispositivos legais promulgados imediatamente após a chegada". O primeiro foi à abertura dos portos brasileiros (impacto econômico), o que permitiu a entrada de viajantes estrangeiros, anteriormente restrito, causando

com estas medidas, impactos ao nível social, cultural e, principalmente, o científico. Instituições científicas foram ora transferidas, ora criadas, tais como os Guardas-Marinhos, o Real Horto, a Impressão Régia e a Escola Anatômica, Cirúrgica e Médica do Rio de Janeiro (FIGUERÔA, 1997, p. 50).

Nesse contexto dinâmico e inovador, Figuerôa (1997, p. 51) a elite brasileira procurou manter a "continuidade dessas iniciativas", perseguindo a solução dos problemas, vivenciados pelo "Império Americano", através de uma orientação prática e aplicada. Estes brasileiros, conhecidos como a "geração da Independência", foram ativos na política ilustrada da Coroa, "desempenharam papel proeminente na própria ilustração da Metrópole" e, mantiveram a "concepção de ciência aplicada ao progresso material".

Conforme Figuerôa (1997, p. 52-53), várias ações foram tomadas, como a publicação de 1.157 obras, no período pré-independência, sendo 77 científicas e a criação de instituições científicas, como a Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional - SAIN (1.816) e o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro - IHGB (1.838), dentre outras. Destaca-se para continuidade das pesquisas visando a nossa tese, os trabalhos: Memória histórica e geográfica da descoberta das minas e mineralogia - memória feita pelo Desembargador José Bonifácio de Andrada**,** publicados pelo "O Patriota" em 1.813.

Após a Independência, a luta para manter a "ordem e a consolidação do poder, garantias fundamentais à sobrevivência da jovem nação", dificultaram as "ações dessa elite no âmbito técnico-científico". No período posterior a 1.837, os espaços institucionais culturais e científicos, passaram por reformas, dando início a uma nova fase, diversa da anterior (FIGUERÔA, 1997, p. 53).

7. O "MINERALOGISTA" E A SIDERURGIA

Portugal, já no final do século XVIII, tomou diversas medidas visando "recuperar a defasagem portuguesa em relação ao desenvolvimento econômico e industrial de outros países" da Europa (FIGUERÔA, 1997, p. 63).

José Bonifácio de Andrada e Silva – conhecido como o "Mineralogista" - enquanto Intendente Geral das Minas e Metais do Reino procurou "reerguer a mineração em Portugal, recuperando minas de há muito abandonadas", mas enfrentou

dificuldades, tais como a falta de mão-de-obra especializada. Fundamentado em suas experiências oriundas das viagens de estudos, empreendidas anteriormente, contratou técnicos alemães que foram incorporados em 1803 ao Corpo de Engenheiros Militares de Portugal, eram eles: Wilhelm-Christian Gotthelft von Feldner, Friedrich-Ludwig-Wilhelm Varnhagem e Wilhelm-Ludwig von Eschwege (1979), que chegaram ao Brasil em 1808. Esta transferência tinha por objetivo a contribuição para mineração e, com destaque para a siderurgia, na qual persistia a "falta de pessoal técnico habilitado, tanto para a direção dos trabalhos quanto para sua execução". Por volta de 1822, os referidos técnicos retornaram a Portugal (LOPES, 1990, p. 335; FIGUERÔA, 1997, p. 64-66).

Segundo Lopes (1990, p. 335), Andrada, cuja contribuição à "mineralogia no final do século XVIII é um fato conhecido internacionalmente", desempenhou um papel relevante no processo de modernização tecnológica da mineração. Durante a invasão napoleônica e a fuga da família real, Bonifácio permaneceu em Portugal, realizando um trabalho de resistência ao invasor, publicando vários trabalhos sobre a "situação e a política minerometalúrgica do Reino" e desenvolvendo pesquisas junto ao Laboratório da Casa da Moeda.

Ao longo de quase vinte anos dedicados às atividades em Portugal, vivenciou "enfrentamentos burocráticos, queixas, pedido de providências, sugestões de medidas nunca ou só tardia e parcialmente atendidas, desgostos e humilhações, revolta contra a ineficiência da administração pública portuguesa e mesmo tédio". Mesmo desenvolvendo um trabalho com dedicação, de ter recebido cargos, nomeações, de possuir prestígio junto a personalidades importantes do governo, foi vítima de intrigas, bem como não pode desenvolver, de forma favorável, as suas funções (LOPES, 1990, p. 339).

Menciona-se que apesar de tudo, "manteve-se fiel ao entendimento da ciência vigente na Universidade Pombalina", baseada na aplicação prática. Desenvolveu um trabalho técnico-administrativo fundamentado na "ciência a serviço dos objetivos de enriquecimento nacional", acreditando que os estes seriam atingidos através da "interação dos conhecimentos científicos e a atividade produtiva" (LOPES, 1990, p. 340).

De acordo com Lopes (1990, p. 341), com 56 anos de idade, na condição de aposentado, José Bonifácio chega ao Brasil, "com um vasto currículo de serviços

prestados a Coroa Portuguesa" e, após dois anos, aproximadamente, se tornou ministro do Império Brasileiro, passando à Histórica como o "Patriarca da Independência".

Figuerôa (1997, p. 67) sublinha que já em terras do Brasil, Andrada insistiu na "melhoria da mineração, especialmente mediante adequada capacitação de profissionais". Em suas queixas constantes denunciava a "cegueira e o desleixo sobre esta matéria que mui pouca gente há entre nós capacitada dos grandes proveitos que consigo trará a lavra regular das nossas minas e uma boa administração metalúrgica". Como resultado desses esforços, aliados a outros defensores do mesmo ideal, foi criado, em 1.832, na Província de Minas Gerais, um curso de Estudos Mineralógicos.

8. CIÊNCIAS NATURAIS, MUSEU REAL E A ATUAÇÃO DE NATURALISTAS - VIAJANTES E MILITARES

A criação do Museu Real, em 1.818, visando à propagação dos conhecimentos e dos estudos das ciências naturais no Reino do Brasil, levou à tradução e impressão de instruções para coleta e remessa de objetos à Instituição e à constituição de coleções. Realizou-se nesse período o "intercâmbio de amostras não apenas entre todas as capitanias, mas envolvendo também todas as partes do Império português espalhadas pelo mundo, bem como outros países". Nesse contexto, vários "pensionários" estiveram no Brasil, numa prova evidente de que o "Naturalismo científico - e a consequente difusão das ciências naturais - caracterizou-se tanto por um estilo difuso de pensamento quanto por uma ideologia explicitamente estruturada, articulada à expansão capitalista das sociedades que se industrializavam e necessitavam de recursos naturais como matérias-primas e fontes energéticas" (FIGUERÔA, 1997, p. 67; BESSA, 2017, p. 3).

Dessa maneira, atrelado ao sistema mundial, o governo central buscava evidenciar a "utilidade prática" ou as "possibilidades de aplicação de um sem-número de produtos". Outras nações também demonstraram interesse em conhecer a diversidade natural e humana do Brasil, evidenciado pelo "enxame" de viajantes-naturalistas que constituíram a "historiografia do imperialismo" e, dentre os vários cientistas, destaca-se Langsdorff. Logo, "as viagens e coletas feitas por naturalistas no Novo Mundo adquirem significado que engloba e ultrapassa o interesse exclusivamente

científico, sendo a Ciência ferramenta necessária no desenrolar do jogo político-econômico" (FIGUERÔA, 1997, p. 67; BESSA, 2017, p. 3).

Corrêa (1997, p. 154-156) pondera que até a primeira metade do século XIX diversos viajantes estiveram no Brasil. A princípio eram os comerciantes, posteriormente chegaram "diversos botânicos, zoólogos, geógrafos, geólogos e mineralogistas", principalmente ingleses, cujas publicações científicas se constituíram verdadeiros estímulos aos que os procederam, movidos pelo interesse de coleta, observação e catalogação. Naturalistas ingleses, franceses, austríacos e alemães, ora financiados pelos governos europeus, ora pelas academias científicas, procuraram explorar o território brasileiro.

Os viajantes eram "recebidos com a habitual postura de acolhimento e incentivo que tanto a administração do Brasil reino como as que se seguiram após a Independência dispensavam, de modo geral, aos cientistas estrangeiros". Aqui recebiam uma "soma atual anual para sua manutenção e passaportes", cuja apresentação se caracterizava pelos "termos lisonjeiros às autoridades do país" (CORRÊA, 1997, p. 162).

Pontua-se também que dentre as várias expedições científicas ocorridas nos anos oitocentistas, as dos naturalistas - viajantes Spix e Martius, foram as mais significativas, legando "para a posteridade uma contribuição científica fecunda e inigualável, tanto do ponto de vista quantitativo como pela qualidade e seriedade de suas pesquisas" (CORRÊA, 1997, p. 167).

9. NATURALISTAS - VIAJANTES EM GOIÁS (1.800 - 1.850)

Goiás, no período em evidência, constituía um território quase desconhecido, com "remotas fronteiras", mas esses fatores não se constituíram em obstáculos intransponíveis para alguns naturalistas-viajantes. Portanto, passaram e registraram suas impressões sobre os "mais diferentes aspectos da vida goiana desse período". São eles: Auguste de Saint-Hilaire e Francis de Castelnau (franceses), George Gardner e William John Burchell (ingleses), Johann Baptist von Spix e Karl Friedrich von Martius (alemães) e Johann Emanuel Pohl (austríaco) (ANDRADE; BASTIANI, 2012; SILVA, MENEZES, 2012).

As crônicas de viagem desses naturalistas são verdadeiros “testemunhos reveladores do passado”, principalmente, quando se tem em vista “que o conhecimento da realidade de um espaço vai muito além de sua materialidade, implicando também representações e percepções que os seres humanos estabelecem com o referido espaço”. Nesta perspectiva, é importante a “leitura e interpretação dessas memórias”, pois elas revelam “inúmeras informações e impressões que tiveram da paisagem goiana”, naquela época (CORRÊA, 1997, p. 175).

Mesmo consciente de que foram “concebidos sob o crivo da mentalidade sustentada pela cosmovisão europeia” (CORRÊA, 1997, p. 175), destaca-se que a leitura dos relatos para o encaminhamento de estudos sobre a temática - mineração do ouro e meio ambiente em Goiás, uma vez que eles registraram suas impressões sobre a atividade mineradora em território goiano (ANDRADE; BASTIANI, 2012; SILVA, MENEZES, 2012).

10. CIÊNCIAS NATURAIS E ACADEMIA REAL MILITAR

Tanto Figuerôa (1997) como Bastos, Rangel e Almeida (2017) consideram que com a transferência da família real para o Brasil, um intenso movimento acadêmico se desencadeou e as Ciências Naturais se desenvolveram sob a luz das necessidades de defesa, bem como da organização do país. Acredita-se que as “lideranças esclarecidas eram o segredo e a chave das ações coletivas” criou-se a Academia Real Militar (ARM) em 4 de dezembro de 1.810, no qual a ordem régia era que se estabelecesse em território brasileiro e,

> Na minha atual Corte e cidade o Rio de Janeiro um curso regular das ciências exatas e da observação, assim como de todas aquelas que são aplicações das mesmas aos estudos militares e práticos que formam a ciência militar em todos os seus difíceis e interessantes ramos, de maneira que dos mesmos cursos de estudos se formem hábeis oficiais de artilharia, engenharia e ainda possam também ter o útil emprego de dirigir objetos administrativos de minas, de caminhos, portos, canais, pontes e calçadas (FIGUERÔA, 1997, p. 54).

Discorre ainda que Dom Rodrigo de Sousa Coutinho, ministro dos Negócios Estrangeiros e da Guerra, procurou implantar o “Império Americano”, preocupando-se com os dois pontos essenciais: a defesa (reorganização das forças militares: Escola de

Formação de Oficiais, Arquivo Militar, arsenais, fábrica de pólvora) e a organização do país (abertura de estradas, desenvolvimento da agricultura, desenvolvimento do comércio, etc.). O curso ministrado na Academia Real Militar contemplava as ciências matemáticas, militares e a de observação, com destaque para o ensino de Mineralogia que, apresentou alguns problemas, como a "carência de aulas práticas" e "dificuldades materiais concretas", ou seja, de infraestrutura (FIGUERÔA, 1997, p. 54-61; BASTOS; RANGEL; ALMEIDA, 2017, p. 113).

Sob o signo desta "ordem régia" creio que vários militares, oriundos da Academia Real Militar estiveram em território goiano, em missões oficiais, realizando levantamentos e relatórios sobre ele, como a obra "Chorographia Histórica da Província de Goyaz", de Raymundo José da Cunha Mattos (1979), cavaleiro da ordem de São Bento de Aviz, brigadeiro dos exércitos nacionais e imperiais e governador das armas, que chegou a Goiás, no dia 15 de julho de 1.823. O relato de suas observações em Goiás ao Ministro da Guerra diz o seguinte: "não há homens ricos, as fábricas são pequenas, a mineração acha-se extinta, a preguiça e insolvência fazem progresso, a ignorância cresce, a miséria aumenta, e este belo território dentro de pouco tempo será coberto de fera e índios selvagens, se o governo de Sua Majestade não o livrar do abismo em que vai precipitar-se" (MATTOS, 1979, p. 02-17).

Sobre a mineração, Mattos (1979, p. 79) referia-se a ela como a:

> Pedra de toque do maior número dos habitantes da Comarca de Goiás, a sede do ouro foi causa da descoberta de Goiás, e a esperança do ouro tem sido causa de sua ruína. As riquezas prodigiosas que cobriam a face da terra na época da descoberta da província atraíram a Goiás um imenso número de aventureiros que, ou se arruinaram absolutamente por uma dissipação licenciosa ou regressaram as terras do seu nascimento, carregados de gêneros preciosos, deixando na Província de Goiás como únicos monumentos, que atestam a sua antiga glória, as imensas escavações, que se encontram por toda a parte. O ouro tirava-se da superfície da terra às arrobas e às arrobas se encaminhava para Portugal, e de lá para toda a Europa e para o oriente.

Os relatórios dos militares, assim como o exemplo acima, poderão fornecer dados e informações para o reconhecimento e compreensão das atividades mineratórias em Goiás, em suas diversas fases - descobrimento, evolução e exaustão dos veios auríferos.

11. CIÊNCIAS NATURAIS E MEIO AMBIENTE - O PASSADO E O PRESENTE EM GOIÁS

A mineração do ouro, no passado, em Goiás, deixou inúmeros registros de efeitos ambientais, tais como: represamento e desvio de córregos e rios, construção de cavas e canais, que tornava a paisagem semelhante "a um campo profundamente arado" (ESCHEWEGE, 1979, p. 171), extração de cascalhos a uma profundidade de até cinquenta palmos ou através de abertura de passagem pelo morro, lavagem de morros[1], construção de açudes[2], de rodas, de bicames, assoreamento dos cursos d'água[3], presença de "baús" de lama[4], concentração do "azougue" em sedimentos soterrados há mais 150 anos[5], dentre outros; verdadeiros registros do emprego de uma tecnologia predatória.

Eschewege (1979, p. 175) discorreu que diante desse quadro lastimável é compreensiva a observação do estudioso do período (1.810-1.821) que, segundo ele praticava-se "uma verdadeira caça, sem pensar no futuro. Perseguem-se as camadas e os veios em todas as direções, enquanto os serviços puderem dar lucro, razão pela qual tal método, sobretudo quando aplicado a uma possante camada, dá origem a um perfeito labirinto de tocas de toupeiras".

Bertran (1991, p. 66) demonstra que "Goiás, em matéria de ouro, é uma das mais ricas províncias do Brasil [...] as rochas estão ainda intactas, e, em sua maioria, os sítios auríferos só foram trabalhados na superfície". Continua por afirmar que dentro "de

[1] "[...] morros inteiros transformaram-se em escavações profundas, que tornaram os trabalhos perigosos, em virtude de íngremes paredes, que, pela friabilidade e fendilhamento das rochas, se desmoronam muitas vezes, sepultando os negros que trabalham próximo" (ESCHEWEGE, 1979, p. 174).

[2] "açudes que serviam para a guarda ou desvio de águas, de rodas para sua elevação e até mesmo de bicames (canalizações construídas em madeira) suspensos sobre os rios, subvertendo a gravidade" (BERTRAN, 1991, p. 43).

[3] Exemplo característico é o caso do Rio das Cambaúbas, nome original, posteriormente "renomeado Rio Vermelho, nome comum a outros cursos d'água nas regiões de mineração, devido à água barrenta decorrente dos trabalhos de lavra. O Rio Vermelho é um dos principais tributários da margem direita do Rio Araguaia, tendo sofrido, historicamente, inúmeras violações ambientais. Ao longo do tempo, o assoreamento provocado pela mineração obstruiu os depósitos aluvionares mais profundos, inviabilizando sua exploração. Um registro de 1.783 dá conta da descoberta de sinais de "antigos moradores", três metros abaixo do leito, sinais que hoje têm sido encontrados a oito metros de profundidade" (BERTRAN, 1991, p. 46).

[4] Terra semibeneficiada, transportada pelos escravos e depositada em local pré-determinado, à espera das chuvas para sua lavagem. Esses depósitos de lama aurífera originaram formações nas paisagens, conhecidas como "baús", comuns tanto em Goiás como em Minas Gerais (BERTRAN, 1991, p. 46).

[5] O mesmo que mercúrio, expressão usada pelos "antigos" (BERTRAN, 1991, p. 46).

alguns séculos, quando crescer a população e se conhecerem processos de mineração adequados, tirar-se-ão logo de início muitas vantagens, o que não seria possível hoje, mesmo com os maiores sacrifícios" e destacava também que o Brasil encerrava formidáveis tesouros em seu subsolo, porém, nada se deveria "esperar enquanto os serviços não forem realizados em bases seguras por companhias de mineração bem administradas e não forem promulgadas leis mais oportunas" (BERTRAN, 1991, p. 179).

Segundo Carvalho (1988, p. 48), os séculos se passaram e as previsões de Eschwege (1979), no que se refere a Goiás, não se concretizaram. Fato comprovado pela queda da produção do ouro, bem como pela degradação ambiental evidente, já que "os pequenos empreendimentos mineiros não têm tomado medidas de compatibilização de suas atividades com o meio ambiente", gerando graves agressões à natureza, através do "uso indiscriminado, tanto do ponto de vista operacional quanto qualitativo, do mercúrio no processo de amalgamação, quando da concentração" do ouro. Os níveis de contaminação, tanto de pessoas como de animais, são alarmantes, chegando ao limite de "verdadeiro desastre ecológico", gerando graves consequências a "curto, médio e longo prazos", caso medidas não sejam tomadas de imediato, principalmente nas bacias do Rio Vermelho e do Rio Crixás, nos municípios de Goiás e de Crixás, respectivamente.

Conforme Machado (1989, p. 206), a "Geografia da produção mineral", permite constar que ao longo do tempo mudam-se os "locais de extração, de consumo, dos fluxos do comércio", como reflexo da História.

Machado (1989, p. 206) destaca que nos primórdios do colonialismo (final do século XV), inicia-se às "atividades de penetração nos continentes inexplorados, cujo objetivo consistia basicamente em assegurar o fluxo de matérias-primas em direção aos países colonizadores, notadamente da Europa. A partir dessa época, surgiram as famosas minas de ouro e de diamante no Brasil [...]".

Nessa ótica, a descoberta de uma boa jazida, normalmente, não exigia, no passado, "um grande esforço do ponto de vista técnico e financeiro", uma vez que as jazidas de alto teor eram abundantes e localizavam-se na superfície ou próxima a ela, fato que, "seguramente estimulou o descobrimento da mineração, conferindo-lhe alta rentabilidade". Aos poucos, as jazidas foram se escasseando, fazendo surgir como

dúvida se “a iniciativa de procurar jazidas era algo definitivamente compensador ou se era um desperdício de tempo e esforço” (MACHADO, 1989, p. 28-29).

A temática “contexto da extração mineral” envolvendo a prospecção, a pesquisa mineral e a duração do ciclo descoberta-exaustão, é fundamental para a compreensão da história do ouro em Goiás nos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Nesse panorama, o conhecimento da evolução da História das Ciências Naturais, de forma especial, a institucionalização da Geologia, é de suma importância, uma vez que buscava, através da capacitação dos profissionais e das técnicas aprimoradas, no século XIX, o reestabelecimento da produção aurífera.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi verificada que o processo de constituição das Ciências Naturais foi longo e tumultuado. Conhecê-lo é importante, uma vez que propiciam condições para o entendimento dos interesses econômicos, políticos, sociais e científicos, ao longo da história nacional e, consequentemente, goiana.

Na compreensão do processo de ocupação do território goiano, constata-se a influência dos recursos naturais, enquanto bens proporcionados pela Natureza e que o homem dele se utiliza com diversas finalidades. Destas, a busca pela riqueza e o acúmulo de capital levaram o europeu a desbravar territórios em busca do enriquecimento, gerando graves consequências para o meio ambiente.

O português chegou ao Brasil e de início tratou de “mapear” a geologia das novas terras, na busca dos seus tesouros, de preferência, os minerais. Ouro e diamante consistiam, para alguns, sonhos, para outros, se transformou em pesadelos, mas juntos desbravaram os sertões em busca do “Eldorado”. Invadiram lugares de povos originários, exploraram, degradaram e partiram, enquanto alguns poucos ficaram, em plena luta pela sobrevivência, em um território marcado pela exaustão e precariedade econômica, conforme destacado alguns historiadores.

Encontrou-se o ouro, levaram-no e, deixaram as cicatrizes, heranças de um passado rico e breve. Apogeu e exaustão de veios de do ouro em Goiás - tema de tantos estudiosos, na compreensão da sociedade goiana. Neste trabalho buscou-se analisar como um recurso natural, considerado precioso para determinadas culturas, provocou

ampla transformação na paisagem, construiu uma história do colonizador e do colonizado, enriqueceu nações e empobreceu uma região, deixando inúmeros testemunhos de uma tecnologia predatória e de pilhagem.

Várias questões ambientais e sociais ocorreram ao longo dos séculos XVII e XVIII, que marcaram o Goiás do período colonial, mas elas não desapareceram completamente e chegaram até o século XIX. Já, no século XX, devido às oscilações dos salários, os desempregos rurais e a variação do preço internacional do ouro, patrões e empregados, nas antigas regiões garimpeiras, são levados a faiscarem os córregos, mexidos e remexidos ao longo de mais de duzentos anos, além do desmonte de serras e morros.

Chega-se ao século XXI, o setor de mineração mantém o foco no desenvolvimento econômico, nas mudanças do mercado, buscando formas de aumentar a competitividade, incluindo soluções em inovações tecnológicas, mas os desastres e crimes ambientais se apresentam, como os exemplos recentes de Mariana (05/11/2015) e de Brumadinho (25/01/2019).

Foram necessários milhões de anos para a formação dos depósitos de aluviões auríferos. Estes estiveram à disposição dos primeiros garimpeiros, que os exploraram em grande escala. Mas, esses mesmos mineradores, com suas práticas arcaicas soterraram os depósitos auríferos. Com a mineração das encostas e, posteriormente, com o desmonte das serras e morros, os córregos e ribeirões receberam mais entulhos, as suas margens foram desmatadas, queimadas, revolvidas, produzindo mais lama, assoreamento e areia, obstruindo os cursos d'água e encobrindo, mais uma vez, os depósitos do cobiçado metal.

Diante disso, o conhecimento da história das Ciências Naturais é importante, pois permite verificar a sua institucionalização dentro de determinados espaço-temporais, de conformidade com os diversos interesses vigentes. Desbravar os arquivos em busca de fatos e dados que expliquem a exploração aurífera em Goiás será uma verdadeira "aventura" na busca da compreensão da dinâmica de uma sociedade.

Ao longo do desenvolvimento do presente texto muitos esclarecimentos e conhecimentos foram somados, em contrapartida, surgiram novas indagações e caminhos para pesquisas vindouras, cujos resultados serão perseguidos, na constante

busca do saber – estar-se-á desta forma dando continuidade à história das Ciências Naturais.

REFERÊNCIAS

ALENCASTRE, J. M. P. Anais da Província de Goiás. Brasília: SUDECO/Governo de Goiás, 1979.

ANDRADE, K. S.; BASTIANI, C. Viajantes naturalistas do século XIX na região da Província de Goiás: levantamento de topônimos indígenas. **ANTARES - Letras e Humanidades**, Caxias do Sul, v. 4, n. 8, p. 169-184, jul./dez. 2012.

ASSUNÇÃO, C. F. T. Alguns aspectos das geociências em Portugal no quadro da cultura setecentista e oitocentista. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal, 1980.

BASTOS, C. M.; RANGEL, M. F.; ALMEIDA, C. N. Da Academia Real Militar ao Departamento de Geologia, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro: a trajetória de uma coleção de minerais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais**, Belém, v. 12, n. 1, p. 109-127, jan./abr. 2017.

BERTRAN, P. Notícia geral da Capitania de Goiás em 1783. Goiânia: EdUCG/EdUFG; Brasília: Solo, 1996.

BERTRAN, P. História da terra e do homem no Planalto Central: eco-história do Distrito Federal: do indígena ao colonizador. Brasília: Solo, 1994.

BERTRAN, P. Desastres ambientais na Capitania de Goiás. Ciência Hoje, v. 12, n. 70, p. 40-48, jan./fev. 1991.

BESSA, S. F. **Musealização e ordenamento jurídico do museu no Brasil: missão e função (conceito e prática) no Museu Nacional - UFRJ (séculos XIX-XX)**. 2017. 221 f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio) - Programa de Pós Graduação em Museologia e Patrimônio, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

CARVALHO, W. T. Política mineral goiana (1960-1986). 1988. 246 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.

CORRÊA, M. M. S. Da construção do olhar europeu sobre o Novo Mundo ao (re) descobrimento do reino tropical. 1997. 300 f. Dissertação (Mestrado em História) - Faculdade de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.

COSTA, K. S. **Meia Ponte, impactos sócio-ambientais da mineração de ouro na Província de Goiás (1881-1887)**. Brasília: EdUnB, 1995.

COSTA, E. B.; STEINK, V. A. Cidades históricas do Estado de Goiás, Brasil: uma agenda de pesquisa. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 7, n. 2, p.164-195, ago. 2013.

ESCHWEGE, W. L. **Pluto brasiliensis**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EdUSP, 1979.

ESTEVAM, L. **O tempo da transformação:** estrutura e dinâmica da formação econômica de Goiás. Goiânia: EdUCG, 2004.

FIGUERÔA, S. F. M. As ciências geológicas no Brasil: uma história social e institucional, 1875-1934. São Paulo: HUCITEC, 1997.

GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A. Geografia: Goiás-Tocantins. Goiânia: CEGRAF, 1993.

GONÇALVES, R. J. A. F. Mineração e fratura sociometabólica de territórios comunitários em Goiás, Brasil. Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais, Iporá, v. 7, n. 4, p. 54-86, dez. 2018.

LIMONAD, E. Urbanização e organização do espaço na era dos fluxos. In: SANTOS, M.; BECKER, B. K. **Territórios, territórios -** ensaios sobre o ordenamento territorial. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

LOPES, M. M. José Bonifácio de Andrada e Silva – mineralogista - na produção historiográfica brasileira. Quipu, Cidade do México, v. 7, n. 3, p. 335-344, set./dez. 1990.

LOPES, M. M. Aspectos da institucionalização das ciências naturais no Brasil no século XIX. Quipu, Cidade do México, v. 12, n. 2, p. 217-30, mai.-ago. 1999.

MACHADO, I. F. Recursos minerais - política e sociedade. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

MARTINS, A. L. Breve história dos garimpos de ouro no Brasil. In: ROCHA, G. Em busca do ouro. Rio de Janeiro: Marco Zero, 1984. p. 177-222.

MATTOS, R. J. Chorographia histórica da Província de Goyaz. Brasília: SUDECO/Governo de Goiás, 1979.

MENDONÇA, M. C. ***O intendente Camara:*** Manoel Ferreira da Camara Bethencourt e Sá, intendente geral das minas e dos diamantes: 1764-1835. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1933.

PALACÍN, L. Goiás (1722-1822): estrutura e conjuntura numa Capitania de Minas. Goiânia: Departamento Estadual de Cultura de Goiás / Instituto Goiano do Livro, 1972.

PALACÍN, L. A fundação de Goiânia e o desenvolvimento de Goiás. Goiânia: Oriente, 1976.

PALACÍN, L.; MORAES, M. A. S. História de Goiás (1722-1972). Goiânia: EdUCG, 1989.

PALACÍN, L. O século do ouro em Goiás. Goiânia: EdUCG, 1994.

PALACÍN, L.; MORAES, M. A. S. **História de Goiás (1722-1972)**. Goiânia: Imprensa da UFG, 1975.

PINTO, V. N. **O ouro brasileiro e o comércio anglo-português:** uma contribuição aos estudos da economia atlântica no século XVIII. Brasília: INL / MEC; São Paulo: Nacional, 1979.

RIOS, E. O.; CARNEIRO, V. A. As "Minas dos Goyazes" - legislação mineral e ambiental (1722- 1803). **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, Iporá, v. 5, n. 1, p. 173-198, jan./jul., 2016.

RIOS, E. O. Goiás - transformação da paisagem: “Região do Rio dos Bois” (1950-1990). 1994. 146 f. Dissertação (Mestrado em História) - Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1994.

SAINT-HILAIRE, A. Viagem às nascentes do Rio São Francisco e pela província de Goyaz. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: EdUSP, 1975.

SALLES, G. V. F. Economia e escravidão na Capitania de Goiás. Goiânia: CEGRAF, 1992.

SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SILVA, A. F.; MENEZES, M. A. Relatos de viajantes em Goiás: discussões com a historiografia regional. **Emblemas - Revista do Departamento de História e Ciências Sociais**, Catalão, v. 9, n. 2, p. 65-77, jul./dez., 2012.

SILVA, L. F. **A mineração em Goiás e o desenvolvimento do Estado**. 2010. 61 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Curso de Ciências Econômicas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010.

SILVA, P. R. F. Uma busca de refletir a geografia enquanto área do conhecimento. In: VASCONCELOS, C. A. (Org.). Tecnologias, currículo e diversidades: substratos teórico-práticos da/na Educação. Maceió: EdUFAL, 2018. p. 287-301.

SOUSA, O. T. **História dos fundadores do Império do Brasil:** volume I - José Bonifácio. Brasília: Senado Federal, 2015.

TEIXEIRA NETO, A. Formação territorial: considerações sobre alguns aspectos geo gráficos, históricos e políticos. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 2, n . 2, p. 137-163, jul./dez. 1982.

TELES, J. M. Vida e obra de Silva e Souza. Goiânia: Oriente, 1978.

VANDELLI, D. **Memória sobre as minas de ouro do Brasil**. Rio de Janeiro: Anais da Biblioteca Nacional, 1989.

VARELA, A. G.; LOPES, M. M.; FONSECA, M. R. F. Os minerais são uma fonte de conhecimento e de riquezas: as memórias mineralógicas produzidas por José Bonifácio de Andrada e Silva. História, Ciências, Saúde - Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 405-409, 2002.



9 786553 810556