Similaridade entre remanescente florestal nativo e restaurado no entorno de reservatório hidrelétrico no Paraná

Similarities between native and restored forest remnants in hydroelectric reservoir surroundings in Paraná

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-054

Recebimento dos originais: 05/05/2023
Aceitação para publicação: 30/06/2023

Felipe Fiuza de Lima
Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste
Instituição: Verdes Lagos Prestadora de Serviços LTDA
Endereço: R. Frei Everaldo, 5129 - Verdi, Chopinzinho – PR
E-mail: felipefiuza@outlook.com

Andrea Nogueira Dias
Doutora em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Universidade Estadual do Centro-Oeste
Endereço: Rua Profa. Maria Roza Zanon de Almeida, S/N, Eng. Gutierrez, Irati-PR
E-mail: anogueiradias@hotmail.com

Afonso Figueiredo Filho
Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná
Instituição: Universidade Estadual do Centro-Oeste
Endereço: Rua Profa. Maria Roza Zanon de Almeida, S/N, Eng. Gutierrez, Irati-PR
E-mail: afonso@unicentro.br

Eneida Martins Miskalo
Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Universidade Estadual do Centro-Oeste
Endereço: Rua Profa. Maria Roza Zanon de Almeida, S/N, Eng. Gutierrez, Irati-PR
E-mail: eneida_miskalo@yahoo.com.br

Emilio Carlos Zilli Ruiz
Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste
Instituição: Universidade Estadual do Centro-Oeste
Endereço: Rua Profa. Maria Roza Zanon de Almeida, S/N, Eng. Gutierrez, Irati-PR
E-mail: emilioruiz@unicentro.br

RESUMO
Introdução: Devido à demanda de implementação de projetos hidrelétricos para enriquecer a matriz energética brasileira, surge a inevitável necessidade de restaurar as novas Áreas de Preservação Permanente (APPs) resultantes da formação dos reservatórios desses empreendimentos. Objetivo: O objetivo central deste estudo consiste em avaliar e comparar as características das formações vegetais remanescentes (floresta secundária em estágio médio) e restauradas (áreas reflorestadas) que se estendem ao longo das margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, localizada no município de Rio Bonito do Iguaçu - PR. A análise tem como propósito identificar variações na diversidade e na estrutura das comunidades estudadas, além de definir os estágios de sucessão das comunidades avaliadas. Metodologia: Para atender ao objetivo do estudo, as análises

foram realizadas por meio de parcelas temporárias. Foram instaladas três parcelas de 20x100m nas áreas restauradas e 5 parcelas de 20x100m no remanescente florestal. Nessas parcelas, todos os indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito) maiores ou iguais a 10 cm foram mensurados e identificados. Ainda, foram alocadas parcelas menores para avaliar os indivíduos regenerantes, em que os indivíduos foram identificados e contabilizados. Inicialmente foram estimados os parâmetros fitossociológicos de ambas as comunidades e, posteriormente, para as análises de similaridade e espécies indicadoras, as parcelas foram divididas em subparcelas de 10x10m, totalizando 160 parcelas. Principais Resultados: No total foram registradas 52 espécies pertencentes a 25 famílias botânicas nas áreas remanescentes, em comparação com 37 espécies distribuídas em 17 famílias nas áreas restauradas. A área basal estimada para as áreas remanescentes foi de 26,7 m². ha-1, enquanto nas áreas restauradas foi de 6,8 m². ha-1. A densidade de indivíduos foi maior nas áreas remanescentes (904 indivíduos/ha) em relação às áreas restauradas (310 indivíduos/ha). As espécies dominantes foram identificadas como Cupania vernalis nas áreas remanescentes e Mimosa bimocrunata nas áreas restauradas, com esta última sendo nativa da região e frequentemente utilizada durante o processo de restauração. Conclusão: Os resultados deste estudo destacaram diferenças significativas entre as áreas remanescentes e restauradas em relação à composição de espécies, densidade e área basal. A baixa similaridade entre as comunidades, conforme demonstrado pelo índice de Jaccard, não exclui uma tendência de sobreposição conforme observado nas análises de NMDS. A presença dominante de espécies indicadoras sugere um progresso promissor na restauração, enquanto as áreas remanescentes permanecem em um estágio de sucessão pós perturbação. A pesquisa contribui para a compreensão da dinâmica de regeneração das formações vegetais em áreas de reservatórios hidrelétricos, enfatizando a viabilidade da restauração com espécies nativas da região.

ABSTRACT

Introduction: Due to the demand for the implementation of hydroelectric projects to enrich the Brazilian energy matrix, there is an inevitable need to restore the new Permanent Preservation Areas (APPs) resulting from the formation of the reservoirs of these projects. Objective: The main objective of this study is to evaluate and compare the characteristics of the remaining vegetation formations (middle stage secondary forest) and restored ones (reforested areas) that extend along the margins of the reservoir of the Salto Santiago Hydroelectric Power Plant, located in the municipality of Bonito do Iguaçu River - PR. The purpose of the analysis is to identify variations in the diversity and structure of the studied communities, in addition to defining the stages of succession of the evaluated communities. Methodology: To meet the objective of the study, the analyzes were performed using temporary plots. Three 20x100m plots were installed in the restored areas and 5 plots of 20x100m in the remaining forest. In these plots, all individuals with DBH (diameter at breast height) greater than or equal to 10 cm were measured and identified. Still, smaller plots were allocated to evaluate the regenerating individuals, in which the individuals were identified and counted. Initially, the phytosociological parameters of both communities were estimated and, later, for the analyzes of similarity and indicator species, the plots were divided into subplots of 10x10m, totaling 160 plots. Main Results: In total, 52 species belonging to 25 botanical families were recorded in the remaining areas, compared to 37 species distributed in 17 families in the restored areas. The estimated basal area for the remaining areas was 26.7 m². ha-1, while in the restored areas it was 6.8 m². ha-1. The density of individuals was higher in the remaining areas (904 individuals/ha) in relation to the restored areas (310 individuals/ha). The dominant species were identified as Cupania vernalis in the remaining areas and Mimosa bimocrunata in the restored areas, with the latter being native to the region and frequently used during the restoration process. Conclusion: The results of this study highlighted significant differences between the remaining and restored areas in relation to species composition, density and basal area. The low similarity between communities, as demonstrated by the Jaccard index, does not exclude an overlapping trend as observed in the NMDS analyses. The dominant presence of indicator species suggests promising

progress in restoration, while the remaining areas remain in a post-disturbance stage of succession. The research contributes to the understanding of the dynamics of regeneration of plant formations in areas of hydroelectric reservoirs, emphasizing the viability of restoration with species native to the region.

1 INTRODUÇÃO

O processo de recuperação da floresta é bastante dinâmico, sendo resultante de uma série de fatores bióticos e abióticos do meio, em que se deve observar as exigências complementares de cada espécie. A regeneração de florestas mistas passa pelo conceito de sucessão secundária, entendendo-se como a substituição ordenada de espécies por meio do tempo, em um dado local, até a formação de uma comunidade de plantas geralmente estável (MARTINS, 2005).

Investigar os padrões e a dinâmica dos reflorestamentos heterogêneos com espécies nativas é importante na agilização dos processos de restauração (regeneração natural), visando diminuir esforços relacionados ao processo de recuperação de áreas degradadas, principalmente aqueles relacionados com as interações flora e fauna.

De acordo com Sousa Júnior (2005), no caso dos reservatórios artificiais, a nova margem passa a ser considerada como área de preservação permanente e deve ser revegetada com espécies nativas do local. Destaca-se que mesmo espécie nativas do local podem apresentar diferentes comportamentos dependendo das matrizes das sementes, além de que, a vegetação do entorno do reservatório acaba sendo submetida a maiores quantidades de umidade, devido à proximidade do recurso hídrico, sendo assim, pesquisas com espécies e matrizes para ser implantadas nesses locais são necessárias para ampliar as possibilidades de sucesso no processo de restauração.

Dependendo da diferença de nível alcançada pelo reservatório, as novas margens se situam em áreas de encostas com tipos de solo e cobertura vegetal original composta por outro tipo de vegetação que não mata ciliar (SOUSA JÚNIOR, 2005). Nestas novas margens criadas pelo reservatório, algumas vezes, o ambiente não é favorável ao crescimento de espécies arbóreas, por apresentar características, como pequena profundidade e presença de camadas de impedimento, aliadas ao déficit hídrico e à baixa fertilidade, conforme Davide e Botelho (1999). Na condição ciliar, os fatores físicos do solo, determinados diretamente pelo comportamento hidrológico do local, são os principais condicionantes da distribuição e da composição de espécies, em contraste com os fatores químicos do sedimento, determinado indiretamente pela dinâmica do rio (JOHNSON *et al*., 1985). Além disso, a variabilidade de solos que ocorrem em áreas de matas é muito alta, e, por vezes, a área sofreu processos de degradação e pode ter perdido as suas propriedades anteriores ou serão altamente alteradas, não suportando a implantação das mesmas espécies anteriormente existentes (MARTINS, 2005).

Dentre os fatores que influenciam no crescimento das árvores, destacam-se as características químicas e físicas do solo, o regime hídrico, a umidade do solo, a topografia e a competição com ervas daninhas. Além destes fatores, a vegetação presente na área é um bom indicador das condições do local (BOTELHO *et al*., 1995). Segundo Faria (1996), o êxito dos projetos de recuperação destas áreas por meio de reflorestamentos mistos depende, entre outras coisas, da escolha correta das espécies.

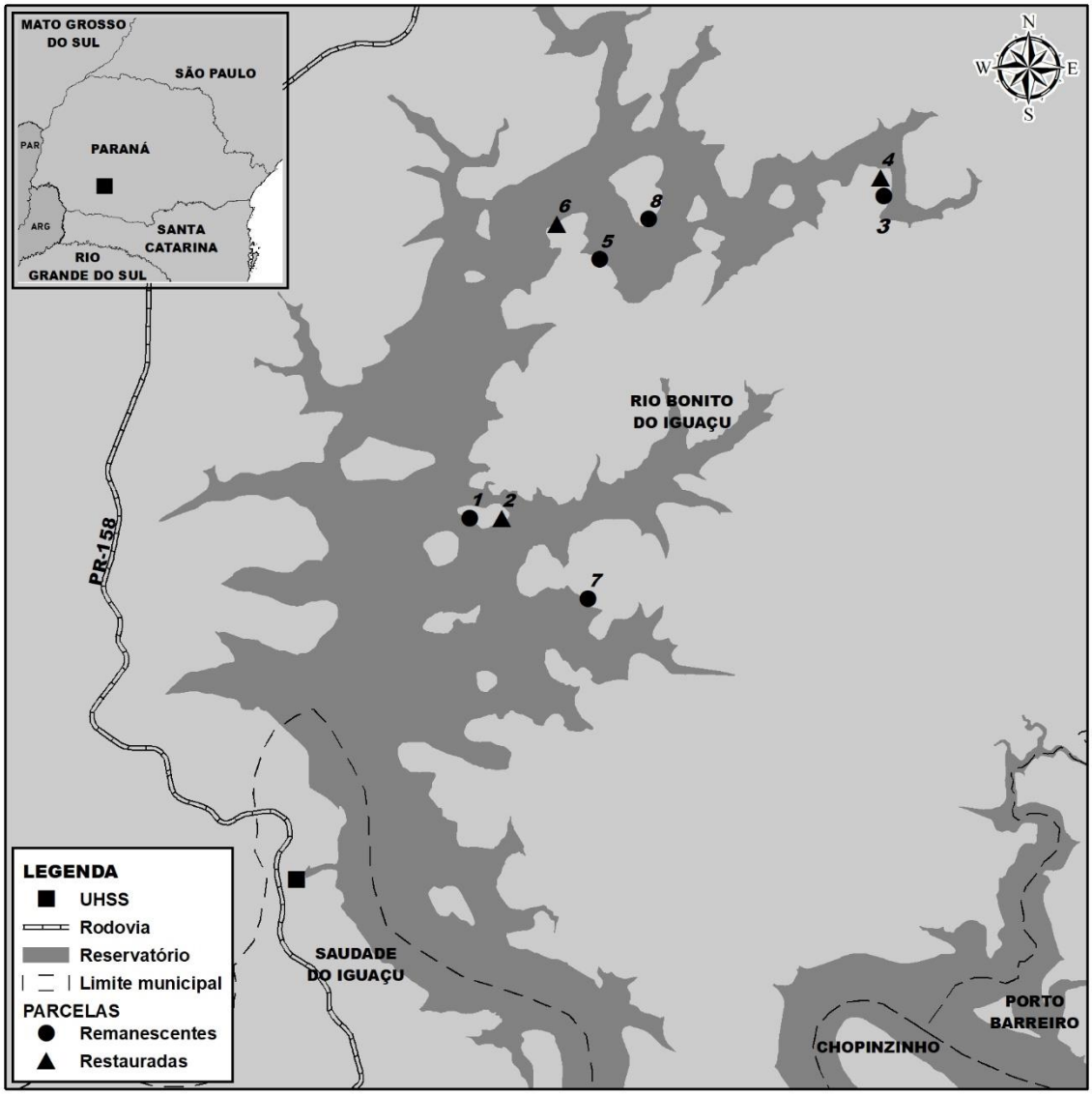
Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi comparar as formações vegetais remanescentes e restauradas das margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, na porção que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu-PR., para avaliar o processo de restauração realizado em relação a diversidade e similaridade com a vegetação remanescente.

2 METODOLOGIA

A área de estudo está localizada nas margens e ilhas do reservatório da Usina Hidrelétrica Salto Santiago, a qual se situa no curso médio do rio Iguaçu, no Estado do Paraná. Distante 340 km a oeste de Curitiba, entre os municípios de Rio Bonito do Iguaçu e Saudade do Iguaçu, com as coordenadas geográficas 25°36’ de latitude sul e 52°37’ de longitude oeste. Está situada a jusante da Usina Hidrelétrica Segredo e a montante da Usina Hidrelétrica Salto Osório. O reservatório tem aproximadamente 770 km de perímetro e banha o território de 8 municípios.

As parcelas foram distribuídas de maneira aleatória (Figura 01), com o objetivo de abranger a diversidade em termos de características fisionômicas e estruturais em cada fragmento florestal. Isso foi realizado na seção do reservatório que compreende exclusivamente o município de Rio Bonito do Iguaçu. Nessa área, encontravam-se as áreas restauradas mais avançadas em termos de desenvolvimento, com plantios de 9 a 10 anos de idade. Além disso, para fins de comparação, também havia áreas remanescentes bem preservadas com florestas secundárias em estágio médio de regeneração (Brasil, 1994).

Figura 01: Reservatório da UHSS, região que envolve o município de Rio Bonito do Iguaçu-PR.



A amostragem e coleta de dados para os estudos florísticos fitossociológicos ocorreu em 2016, a qual foi dividida em três níveis de abordagem. As análises referentes à vegetação, foram obtidas com uso de parcelas retangulares com área de 2000 m² (20 m x 100 m), sendo que o comprimento maior foi no sentido paralelo à margem do reservatório. Nesse nível de abordagem, denominado de **Estoque 1**, foram identificados e medidos todos os indivíduos arbóreos com diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) maiores ou iguais a 10 cm, para as estimativas dos parâmetros fitossociológicos. Ainda, em um segundo nível de abordagem, foram instaladas subparcelas de 100 m² (10 m x 10 m) para avaliar o estoque dos indivíduos com DAP < 10 cm e com altura total igual ou superior a 3 m, foi denominado de **Estoque 2**. Por fim, no terceiro nível de abordagem, subparcelas de 10 m² (10 m x 1 m) foram instaladas para avaliar o estoque dos indivíduos com altura total inferior a 3 m e maiores que 0,3 m e foi denominado de **Estoque 3**. No caso do estoque 2 e 3

foram avaliados a densidade de indivíduos regenerantes. Estes procedimentos foram indicados por Figueiredo Filho *et al*. (2013).

Ao todo foram amostradas três parcelas na comunidade restaurada, totalizando 6.000 m² e cinco parcelas na área remanescente, totalizando 10.000 m². Em relação ao estoque 2, foram amostrados 500 m² (cinco subparcelas) na área remanescente e 300 m² na área restaurada (três subparcelas). No estoque 3 foram amostrados 50 m² (cinco subparcelas) na área remanescente e 30 m² (três subparcelas) na área restaurada.

Para avaliar a estrutura horizontal da floresta, foram estimados os parâmetros fitossociológicos tradicionais (Densidade absoluta e relativa, Dominância absoluta e relativa, Frequência absoluta e relativa e Índice de Valor de Importância) da comunidade arbórea (Estoque 1). A similaridade entre os dois ecossistemas, foram avaliadas por meio da subdivisão das parcelas em subparcelas de 10x10m e foi utilizado o Índice de Similaridade de Jaccard que, de acordo com Durigan (2012) é um dos índices mais utilizados nos levantamentos que visam avaliar as semelanças florísticas entre comunidades e indica a proporção de espécies compartilhadas entre as amostras em relação ao número total de espécies.

Ainda, para avaliar melhor a dissimilaridade (ou similaridade) da composição de espécies, utilizou-se da análise multivariada de ordenação nMDS (Escalonamento Multidimensional não métrico). Este método utiliza um coeficiente de distância para construir a matriz de similaridade que, neste caso, utilizou-se a distância de Bray-Curtis por apresentar a abundância de espécies por parcelas de cada fitofisionomia. O nMDS é uma técnica iterativa que visa minimizar o STRESS (Standard Residuals Sum of Square), uma medida do quanto as posições de objetos em uma configuração tridimensional desviam-se das distâncias originais ou similaridades após o escalonamento. Após a aleatorização de escores e dos eixos e o cálculo da matriz de distância entre as unidades amostrais, há uma correlçaõ com a matriz de distância cosntruída a partir dos dados originais (PROVETE *et al*., 2011).

Por fim, para encontrar espécies que caracterizam as comunidades avaliadas foi utilizado o método de Valor indicador (*Indicator Value Method – IndVal*), desenvolvido por Dufrêne & Lagendre (1997), que combina medidas do grau de especificidade de uma espécie em um estado ecológico (por exemplo, um tipo de hábitat), e a fidelidade (ou frequência de ocorrência) desta espécie dentro daquele estado. Este método fornece um valor indicador para cada espécie, na forma de porcentagem. Segundo McGeoch e Chown (1998) este método é robusto a diferenças na metodologia e no tamanho da amostra além de derivar indicadores de qualquer classificação de sítios. Destaca-se que, para as análises multivariadas e o Valor Indicador, as parcelas foram

divididas em subparcelas devido a extensa dimensão de cada parcela, e utilizou-se do número de indivíduos para o processamento.

3 RESULTADOS

Considerando todos os estoques, na comunidade remanescente foram observadas 52 espécies pertencente a 25 famílias botânicas, sendo apenas uma espécie exótica encontrada (*Hovenia dulcis*). Em relação ao Estoque 1, a área remanescente apresentou 46 espécies, pertencentes a 41 gêneros, distribuídos em 27 famílias botânicas.

Em contrapartida, foram registradas 37 espécies pertencentes a 17 famílias nas áreas restauradas. Destaca-se que nestas áreas, foram registradas 3 espécies exóticas (*Eucalyptus* sp., *Hovenia dulcis* e *Psidium guajava*). Em relação ao Estoque 1 da área restaurada, esta apresenta um estrato arbóreo com 18 espécies, pertencentes a 16 gêneros, distribuídos em 12 famílias botânicas.

A Tabela 01 apresenta a riqueza de espécies encontradas nos 3 estratos para as duas comunidades avaliadas e os registros de coleta estão armazenados no acervo do HUCO entre os números 7.321 a 7.368.

Tabela 01. Riqueza de espécies para as duas comunidades avaliadas

Família	Espécie	Fito	Rem.	Res.
Anacardiaceae	*Schinus terebinthifolia* Raddi	FES/FOM	X	X
Annonaceae	*Annona sylvatica* A.St.-Hil.	FES	X	
Araucariaceae	*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze	FES/FOM		X
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman	FES/FOM	X	X
Asparagaceae	*Cordyline spectabilis* Kunth & Bouché	FES/FOM	X	
Boraginaceae	*Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S.Mill.	FES	X	
Cannabaceae	*Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg.	FES/FOM	X	
Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	FES/FOM		X
Cardiopteridaceae	*Citronella paniculata* (Mart.) R.A.Howard	FES/FOM	X	
Celastraceae	*Monteverdia ilicifolia* (Mart. ex Reissek) Biral	FES/FOM	X	
Euphorbiaceae	*Sapium glandulosum* (L.) Morong	FES/FOM	X	
Euphorbiaceae	*Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg.	FES/FOM	X	X
Euphorbiaceae	*Sebastiania brasiliensis* Spreng.	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J.W.Grimes	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan	FES	X	X
Fabaceae	*Ateleia glazioveana* Baill.	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Bauhinia forficata* Link	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Erythrina crista-galli* L.	FOM	X	
Fabaceae	*Erythrina falcata* Benth.	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Inga virescens* Benth.	FOM	X	
Fabaceae	*Muellera campestris* (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	FES/FOM	X	X
Fabaceae	*Machaerium stipitatum* Vogel	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze	FES/FOM	X	X

Família	Espécie	Fito	Rem.	Res.
Fabaceae	*Mimosa regnellii* Benth.	FOM		X
Fabaceae	*Mimosa scabrella* Benth.	FOM		X
Fabaceae	*Myrocarpus frondosus* Allemão	FES	X	
Fabaceae	*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan	FES/FOM	X	
Fabaceae	*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.	FES/FOM	X	X
Fabaceae	*Senegalia tenuifolia* (L.) Britton & Rose	FES/FOM	X	X
Lamiaceae	*Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke	FES/FOM	X	X
Lauraceae	*Cryptocarya aschersoniana* Mez	FES/FOM	X	
Lauraceae	*Nectandra lanceolata* Nees	FES/FOM	X	X
Lauraceae	*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez	FES/FOM	X	X
Lauraceae	*Ocotea puberula* (Rich.) Nees	FES/FOM		X
Malvaceae	*Luehea divaricata* Mart.	FES/FOM	X	X
Meliaceae	*Cedrela fissilis* Vell.	FES/FOM		X
Meliaceae	*Trichilia catigua* A.Juss.	FES	X	
Meliaceae	*Trichilia elegans* A.Juss.	FES/FOM	X	
Myrtaceae	*Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O.Berg	FES/FOM	X	
Myrtaceae	*Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O.Berg	FES/FOM	X	X
Myrtaceae	*Eucalyptus* sp.	-		X
Myrtaceae	*Eugenia pyriformis* Cambess.	FES/FOM		X
Myrtaceae	*Eugenia uniflora* L.	FES/FOM	X	X
Myrtaceae	*Psidium cattleyanum* Sabine	FES/FOM		X
Myrtaceae	*Psidium guajava* L.	-		X
Phytolaccaceae	*Phytolacca dioica* L.	FES/FOM	X	
Phytolaccaceae	*Seguieria langsdorffii* Moq.	FES/FOM	X	
Rhamnaceae	*Hovenia dulcis* Thunb.	-	X	X
Rosaceae	*Prunus myrtifolia* (L.) Urb.	FES/FOM	X	
Rutaceae	*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.	FES	X	X
Rutaceae	*Citrus aurantium* L.	-		X
Rutaceae	*Helietta apiculata* Benth.	FES	X	
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium* Lam.	FES/FOM	X	X
Salicaceae	*Casearia decandra* Jacq.	FES/FOM	X	X
Salicaceae	*Casearia sylvestris* Sw.	FES/FOM	X	X
Sapindaceae	*Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	FES/FOM	X	X
Sapindaceae	*Cupania vernalis* Cambess.	FES/FOM	X	X
Sapindaceae	*Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.	FES/FOM	X	X
Sapindaceae	*Matayba elaeagnoides* Radlk.	FES/FOM		X
Simaroubaceae	*Castela tweedii* Planch.	FES/FOM	X	
Solanaceae	*Cestrum intermedium* Sendtn.	FES/FOM	X	
Solanaceae	*Solanum granulosoleprosum* Dunal	FES/FOM	X	X
Solanaceae	*Solanum paniculatum* L.	FES/FOM		X
Urticaceae	*Cecropia pachystachya* Trécul	FES	X	X
Verbenaceae	*Aloysia virgata* (Ruiz & Pav.) Juss.	FES	X	

Legenda: Fito = Fitofisionomia de ocorrência natural; Rem. = Remanescente florestal; Res. = Área restaurada; FES = Floresta Estacional Semidecidual; FOM = Floresta Ombrófila Mista.

Em um levantamento realizado no Parque Nacional do Iguaçu, por Souza (2015) em parcelas alocadas em área de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista com a Estacional Semidecidual, foram observadas 90 espécies, 57 gêneros e 34 famílias (adotando o critério de inclusão de árvores com DAP acima de 5 cm). Destaca-se que o Parque Nacional do Iguaçu é uma unidade de conservação sem interferência há décadas, por isso a elevada riqueza de espécies, diferente das áreas de entorno de reservatórios onde pode ocorrer influência da comunidade adjacente. Neste sentido, Pezzatto (2004), trabalhando na margem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, a jusante da UHSS, também no Rio Iguaçu, dividiu sua área de pesquisa em compartimentos, sendo que no compartimento A (mesmo critério de inclusão do estoque 1 desse trabalho) foram identificadas 51 espécies, 45 gêneros identificados e 26 famílias, utilizando o limite de inclusão de 10 cm de DAP, valor este muito próximo do presente trabalho, assim como citado no trabalho de Isernhagen *et al*. (2001) que, em levantamento florístico realizado em ambientes de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual na Usina Hidrelétrica de Santa Clara, Pinhão-PR, registraram 44 espécies de 26 famílias.

Em se tratando de Áreas de Preservação Permanente Recuperadas no entorno de reservatórios, vale destacar o trabalho de Melo e Durigan (2007) em reflorestamentos de restauração (com idades de 7, 9 e 13 anos) no Médio Vale do Paranapanema, onde vegetação original da região é classificada Floresta Estacional Semidecidual, os quais encontraram entre 20 a 29 espécies de característica arbórea por parcelas de 500 m². Ou seja, a riqueza de espécies do presente trabalho encontra-se superior ao referido autor, colaborando para o processo natural de restauração do ecossistema.

Analisando as estimativas paramétricas da estrutura horizontal dos dois ecossistemas avaliados, foram registrados uma Área Basal de 26,7 e 6,8 $m^2.ha^{-1}$ para a área de remanescente florestal e restaurada, respectivamente. Em relação a densidade de indivíduos, foram estimados 904 indivíduos por hectare para a área de remanescente florestal e 310 indivíduos por hectare para a área de restauração, conforme pode ser observado na Tabela 02.

Tabela 02. Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das duas comunidades avaliadas com ênfase nas cinco principais espécies.

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
	N.ha-1	%	%	%	m². ha-1	%	0 - 100%
Remanescente Florestal							
Cupania vernalis	326	36,06	70	11,25	8,77	32,85	26,70
Muellera campestris	132	14,6	68	10,93	3,06	11,48	12,34
Myrocarpus frondosus	63	6,97	36	5,79	1,67	6,25	6,33
Nectandra megapotamica	32	3,54	36	5,79	1,65	6,19	5,17
Luehea divaricata	40	4,42	32	5,14	1,50	5,60	5,06
Demais espécies	311	34,41	380	61,10	10,05	37,63	44,4
Total	**904**	**100**	**622**	**100**	**26,7**	**100**	**100**
Área Restaurada							
Mimosa bimucronata	128	41,40	60,00	21,18	2,55	37,49	33,36
Mimosa scabrella	45	14,52	53,33	18,82	1,49	21,81	18,38
Schinus terebinthifolia	48	15,59	40,00	14,12	0,68	10,00	13,24
Anadenanthera colubrina	15	4,84	16,67	5,88	0,45	6,67	5,80
Peltophorum dubium	10	3,23	20	7,06	0,12	1,81	4,03
Demais espécies	64	20,42	93,00	32,94	1,51	22,22	25,19
Total	**310**	**100**	**283**	**100**	**6,8**	**100**	**100**

Legenda: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVI = índice de valor de importância; N.ha-1 = número de árvores por hectare; m². ha-1 = metros quadrados por hectare

Em relação as principais espécies encontradas, destaca-se que, as três principais de cada comunidade também foram sugeridas como espécies indicadoras pelos resultados da metodologia analisada no presente trabalho, pois apenas essas apresentaram o IndVal superior a 50% de forma significativa a 1% de probabilidade (pvalor < 0,01, conforme apresentado na Tabela 03.

Tabela 03. Espécies indicadoras significativas das comunidades avaliadas

Comunidade	Espécie	IndVal (%)	p-valor
Remanescente	*Cupania vernalis*	77,5	0,005**
	Muellera campestris	73,5	0,005**
	Myrocarpus frondosus	50,0	0,005**
Restaurada	*Mimosa bimocrunata*	76,0	0,005**
	Mimosa scabrella	66,3	0,005**
	Schinus terebinthifolia	57,8	0,005**

Legenda: Indval = Valor indicador (Indicator Value Method); p-valor = valor de probabilidade (significância)

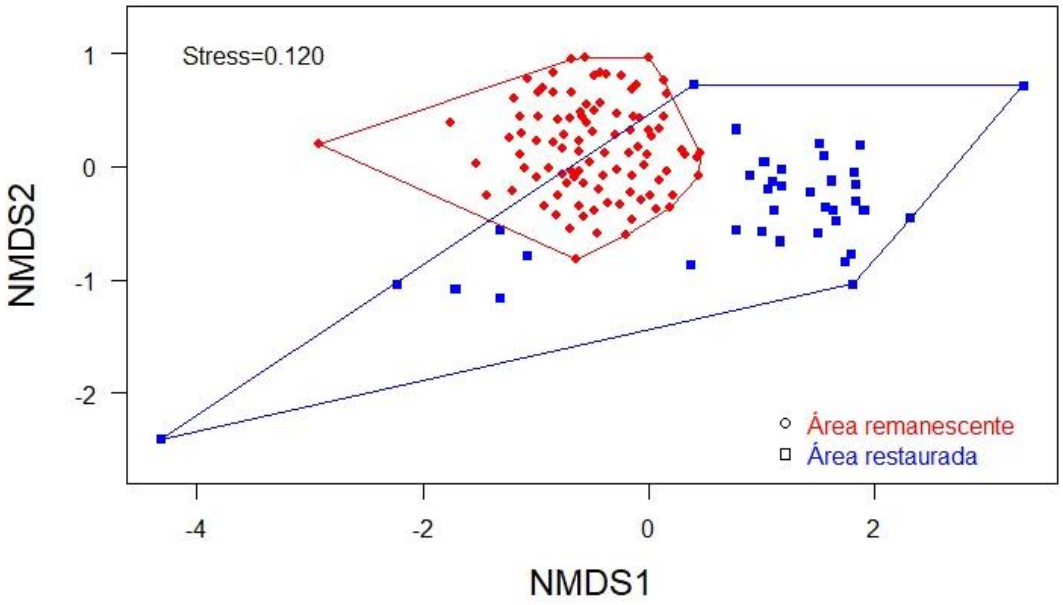
De acordo com Klein (1972), *Cupania vernalis* é comum em associações secundárias, como capoeiras, capoeirões e matas semidevastadas. Ainda, segundo Lorenzi (2002), esta espécie é característica de floresta semidecídua de altitude e de mata pluvial atlântica, ocorrendo em quase todas as formações florestais nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

As espécies *Mimosa bimucronata* e *Mimosa scabrella* são leguminosas de grande importância na recuperação de áreas degradadas, pois fazem parte da família Fabaceae e possuem

rizobactérias simbióticas em suas raízes, as quais estimulam a produção de nitrogênio no solo ampliando a oferta de nutrientes vitais para as plantas, contribuindo para a melhoria da estrutura e fertilidade do solo, conforme relatado por diversos autores (BITENCOURT *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011; BARBOSA, 2014; LAURINDO et al., 2023; RUIZ, *et al*., 2023). Entre as leguminosas arbóreas ocorrentes em formações vegetais no Brasil, *Mimosa bimucronata*, conhecida popularmente como maricá ou espinheiro-de-cerca, é considerada espécie típica da Floresta Atlântica, com ampla distribuição nesse bioma sendo largamente cultivada na região Sudeste do Brasil para formação de cercas vivas defensivas, devido à abundância de espinhos em seus ramos (LORENZI, 2008). Sendo espécie pioneira, *Mimosa bimucronata* apresenta grande importância na recuperação de áreas degradadas, nas quais é indicadora do estágio inicial de regeneração, sendo uma ótima espécie nucleadora, por fornecer abrigo à fauna, funcionar como poleiro para a avifauna, além de protegeras plântulas de diversas espécies do pisoteio do gado bovino (BITENCOURT *et al.*, 2007). Em relação à *Mimosa scabrella*, conhecida popularmente como bracatinga, Carpanezzi (1988) afirmou que esta espécie é adequada para a recuperação de áreas degradadas, mantendo um crescimento razoável e com deposições expressivas de material orgânico e nitrogênio no solo. O predomínio de espécies pioneiras (maricá e bracatinga) no estrato arbóreo justifica-se pelo fato que de acordo com registros de plantio da empresa, estas foram plantadas em maior proporção em relação às não pioneiras, para manter a dinâmica natural de sucessão florestal.

Analisando a similaridade entre os dois ecossistemas, o valor encontrado para o Índice de Simaridade de Jaccard foi de 0,22, sendo considerado um valor baixo. Ao analisar o Gráfico NMDS, é perceptível que apesar das duas comunidades formarem grupos distintos, está ocorrendo uma sobreposição entre os dois polígonos formados pois o uso da sucessão ecológica na implantação de florestas mistas é a tentativa de dar, à regeneração artificial, um modelo seguindo as condições com que ela ocorre naturalmente na floresta (KAGEYAMA e GANDARA, 2001). Em relação a análise NMDS, o valor de Stress encontrado foi de 0,12, sendo considerado uma ordenação considerável, de acordo com Clarke (1993), conforme apresentado no Gráfico 01.

Gráfico 01. Gráfico NMDS de similaridade entre as duas comunidades avaliadas.



4 CONCLUSÕES

Diante do exposto, destaca-se a importância das espécies *Mimosa bimucronata e Mimosa scabrella* no contexto da reabilitação de áreas degradadas, visto que desempenham um papel fundamental devido associação com bactérias fixadoras de nitrogênio no solo. Ademais, é importante ressaltar que os resultados decorrentes desta pesquisa podem fornecer um auxílio significativo para a formulação de projetos de recuperação desses ambientes, colaborando para a aceleração do processo de restauração ambiental, constituindo uma nova floresta, elemento este de bem comum.

Além disso, cabe também considerar a introdução da espécie *Cupania vernalis* nesses ambientes, em função da importância da espécie nesse contexto, principalmente pelo fato de ser a principal espécie nas áreas de remanescente florestal da região de estudo.

Conclui-se ainda que a floresta restaurada se encontra em um estágio inicial de sucessão com um desenvolvimento convergindo com remanescentes florestais das proximidades, principalmente com espécies típicas da região. Destaca-se que os remanescentes florestais do entorno se encontram em processo de desenvolvimento pós-perturbação, sendo evidenciado pelas características da comunidade. Apesar da baixa similaridade calculada, fica evidente que temporalmente as florestas encontram-se distantes, principalmente pelo fato das principais espécies das áreas restauradas serem típicas de sucessão inicial o qual favorece a propagação posterior de espécies mais tardias. Este estudo corrobora para planejamentos de projetos de restauração, principalmente em regiões de

ecótono entre essas duas fitofisionomias, as quais são de ampla ocorrência no Estado do Paraná, contribuindo também para pesquisas dessa temática.

Por fim, destaca-se que, devido a dimensão elevada das novas áreas de preservação permanente provenientes do reservatório da usina hidrelétrica, a amostra reflete parte da realidade do local, podendo haver regiões com diferentes comportamentos. Ainda, para conclusões mais efetivas, dever-se-ia realizar o monitoramento das áreas, bem como a correlação com fatores abióticos e o desenvolvimento do ecossistema.

REFERÊNCIAS

BASSO, S**. Introdução de *Mimosa scabrella* Bentham em áreas ciliares através da transposição de amostras de solo**. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, n. S1, p. 684-686, 2007.

BITENCOURT, F.; ZOCCHE, J. J.; COSTA, S.; SOUZA, P. Z.; MENDES, A. R. **Nucleação por *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze em áreas degradadas pela mineração de carvão**. Revista Brasileira de Biociências, 5(S1), 750-752, 2007.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S.; FONSECA, E.M.B. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte, CEMIG; Lavras, UFLA, 1995. 28 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 2, de 18 de março de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 de março de 1994. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res0294.html>. Acesso em: 25 nov. 2016.

CARPANEZZI, A. A. **Manual técnico da bracatinga (Mimosa scabrella Benth.)**. Curitiba, 1988. 70p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 20).
CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analysis of changes in Community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, 1993.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Análise crítica dos programas de reposição de Matas Ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: ciência e tecnologia, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 172- 188.

DUFRÊNE, M.; P. LEGENDRE, Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, 67 : 345-366. 1997.

DURIGAN, G. Estrutura e Diversidade de comunidades florestais. In: MARTINS, S. V. (Ed.) **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2ª Ed, Editora UFV, 2012.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1996.

FIGUEIREDO FILHO, A. **Inventário das florestas nativas em pequenas propriedades rurais na bacia do Imbituvão, Centro-Sul do Paraná** / Mailson Roik, Carlos Henrique Boscardin Nauiack, Gabriela Schmitz Gomes. – Irati, PR: UNICENTRO, 2013. 115p. ISBN

FLORA DO BRASIL. 2020 [em construção]. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 27 outubro 2016.

ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada**. 175f. Dissertação Mestrado em Botânica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

JOHNSON, W.S.; SASSER, C.E.; GOSSELINK, J.G. Sucession of vegetation in na envolving River Delta, Atchafalav Bay. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 73, n.3, 973-986, nov. 1985.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 249-269.

KLEIN, R. M. Árvores nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai. **Sellowia**, Itajaí, ano XXIV, n. 24, p. 9-62, dez. 1972.

LAURINDO, L. K.; SOUZA, T.; SILVA, L. J. R.; SANTOS, G. N. **Comunidade micorrízica em arbóreas nativas aplicadas na recuperação de áreas degradadas por *Pinus taeda* L**. Revista Valore, 8, 15-24, 2023.

LORENZI, H. 2002. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa/SP. vol1. Plantarum. 368p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 640 p.

MARTINS, S. S. **Recomposição de matas ciliares no Estado do Paraná** / Sueli Sato Martins. 2. ed. rev. e atual. Maringá: Clichetec, 2005. 32 p.: il.; color.

McGEOCH, M. A.; CHOWN, S. L. Scaling up the value of bioindicators. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, 1998.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, mar. 2007.

PEZZATTO, A. W. **Composição florística e ciclagem de macronutrientes em diferentes seres sucessionais nas margens de reservatório de Hidrelétrica no oeste do Paraná**. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

PROVETE, D. B.; SILVA, F. R.; SOUZA, T. G. **Estatística aplicada à ecologia usando o R**. UNESP, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, São José do Rio Preto, 2011.

RUIZ, E. C. Z.; CUBIS, R. G.; GOMES, G. S.; MUSSIO, C. F.; BARCIK, L. Z.; ALMEIDA GARRETT, A. T**. Levantamento dos potenciais não madeireiros de espécies arbóreas em propriedades rurais de Fernandes Pinheiro, PR**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 6(1), 671-678, 2023.

SILVA, L. A.; GUIMARÃES, E.; ROSSI, M. N.; MAIMONI-RODELLA, R. D. C. S. **Biologia da reprodução de *Mimosa bimucronata*: uma espécie ruderal**. Planta Daninha, 29, 1011-1021, 2011.

SOUSA JÚNIOR, G. A. **Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural.** 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2005.

SOUZA, R. F. D. **Fitossociologia e dinâmica da vegetação arbórea no Parque Nacional do Iguaçu**. (2015). 135f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal, Área de Concentração: Manejo Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.