10.52712/issn.1850-0013-383

Abordagem interdisciplinar como necessidade: o caso da produção de erva-mate no estado do Paraná, sul do Brasil *

La interdisciplinariedad como necesidad: el caso de la producción de yerba mate en el Estado de Paraná, sur de Brasil

Interdisciplinary Approach as a Necessity: the Case of Yerba Mate Production in the State of Paraná, Southern Brazil

Ricardo Gomes Luiz e Maclovia Corrêa da Silva**

Os modos heterogêneos de cultivar erva-mate (*Ilex paraguariensis*) na agricultura familiar sofrem pressões tecnocientíficas no Brasil. Esta afirmação pode ser problematizada pelo arcabouço teórico dos estudos ciência, tecnologia e sociedade (CTS). O comércio e as expectativas de ampliação do mercado fortalecem a atividade econômica que tem esta planta como base. Com lavouras em mais de 6 mil propriedades rurais, municípios das mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do estado do Paraná formam a principal zona produtora de erva-mate no Brasil. Os cultivos nestas regiões são, em sua maioria, consorciados com vegetação nativa e favorecem a conservação da biodiversidade. A este manejo, acrescentam-se saberes e conhecimentos constituídos desde os povos originários até os atuais agricultores familiares. Porém, há pressões tecnocientíficas para substituir modos de produção tradicionais visando à produtividade e lucro. O objetivo deste trabalho é analisar esta realidade com abordagem interdisciplinar como necessária para revelar tensões, apontar agenciamentos que configuram a tecnociência e debater a integração de experiências e conhecimentos. Utilizam-se conceitos interdisciplinares dos estudos CTS para analisar como as dinâmicas e o aparelhamento tecnocientíficos pressionam a agricultura tradicional. Conceitos como determinismo tecnológico e tecnociência solidária revelam-se úteis para explorar consensos, contradições e conflitos na produção de erva-mate no estado do Paraná.

Palavras-chave: estudos CTS; interdisciplinaridade; agricultura familiar; erva-mate; Paraná

* Recepção do artigo: 24/02/2023. Entrega de avaliação final: 29/05/2023. O artigo passou por duas instâncias de avaliação.

** *Ricardo Gomes Luiz:* doutorando no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil. Correio eletrônico: ricardogomesluiz@gmail.com. *Maclovia Corrêa da Silva:* professora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Brasil. Correio eletrônico: macloviasilva@utfpr.edu.br. Este trabalho é parte da pesquisa de construção de tese de doutorado.

Las heterogéneas formas de cultivo de la yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en la agricultura familiar sufren presiones tecnocientíficas en Brasil. Esta afirmación puede problematizarse mediante el marco teórico de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). El comercio y las expectativas de expansión del mercado refuerzan la actividad económica que tiene esta planta como base. Con plantaciones en más de 6000 propiedades rurales, los municipios de las mesorregiones centro-sur y sudeste del Estado de Paraná forman la principal zona productora de yerba mate de Brasil. Los cultivos de estas regiones se intercalan en su mayoría con vegetación autóctona y favorecen la conservación de la biodiversidad. A esta gestión hay que añadir los conocimientos y la experiencia desarrollados por los pueblos originarios y los actuales agricultores familiares. Sin embargo, existen presiones tecnocientíficas para sustituir los modos de producción tradicionales con el objetivo de obtener mayor productividad y beneficios. El objetivo de este artículo es analizar esta realidad utilizando un enfoque interdisciplinar como medio necesario para revelar las tensiones, señalar las agendas que configuran la tecnociencia y discutir la integración de experiencias y conocimientos. Se utilizan conceptos interdisciplinarios de los estudios CTS para analizar cómo la dinámica y el aparato tecnocientífico ejercen presión sobre la agricultura tradicional. Conceptos como determinismo tecnológico y tecnociencia solidaria son útiles para explorar consensos, contradicciones y conflictos en la producción de yerba mate en el Estado de Paraná.

Palabras clave: estudios CTS; interdisciplinariedad; agricultura familiar; yerba mate; Paraná

*The heterogeneous ways of growing yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in family farming are under techno-scientific pressures in Brazil. This statement can be problematized by the theoretical framework of science, technology, and society (STS) studies. Trade and expectations of market expansion strengthen the economic activity that has this plant at its base. With plantations on more than 6,000 farms, municipalities in the South-Central and Southeastern mesoregions of the State of Paraná form the main producing area of yerba mate in Brazil. The crops in these regions are mostly intercropped with native vegetation and favor the conservation of biodiversity. This is reinforced by the knowledge and experience developed by native peoples and current family farmers. However, there are techno-scientific pressures to replace traditional modes of production aiming at higher productivity and profit. This article aims to analyze this reality with an interdisciplinary approach in order to reveal tensions, point out the agenda-setting that configures technoscience, and debate about the integration of experiences and knowledge. Interdisciplinary concepts from STS studies are used to analyze how techno-scientific dynamics and apparatuses put pressure on traditional agriculture. Concepts such as technological determinism and solidary technoscience are useful to explore consensus, contradictions, and conflicts in yerba mate production in the State of Paraná.*

Keywords: *STS studies; interdisciplinarity; family farming; yerba mate; Paraná*

Introdução

A tecnociência é um mecanismo resultado da fusão entre ciência e tecnologia, em que se mesclam e ao mesmo tempo se modificam as intenções e finalidades desses dois campos: a busca racionalizada pelo conhecimento que a ciência faz com o conjunto de técnicas, o ordenamento e os processos sobre os diversos campos em que a tecnologia atua. David Channell (2017) avalia que nesta fusão há um apagamento das divisões entre ciência e tecnologia, o que desloca a ciência da ação de fazer descobertas para uma arte mecânica de caráter prático, "ciência-tipo-tecnologia" (*technological-like*). Para Javier Echeverría (2003), a tecnociência representa uma revolução responsável por mudanças na forma como a sociedade se organiza e funciona, na qual a busca pelo conhecimento científico passou a ser vinculada ao desenvolvimento tecnológico. Mudanças nas relações no trabalho e na organização de processos produtivos são situações em que se encontram exemplos da atuação responsiva da pesquisa científica às demandas tecnológicas. Neste âmbito, investigações e conhecimentos são destinados a aprimoramentos, agilizações e homogeneizações com finalidades específicas de priorizar os objetivos da tecnologia.

A centralidade da tecnologia na ação tecnocientífica resulta em contexto unidimensional, ampliada com o poder do agenciamento para pautar e delinear as abordagens que atuarão em torno dela. Esta dinâmica de unidimensionamento e agenciamento se estabelece sob a noção de "ciência aplicada", a qual revela a dependência tecnológica da ciência e dá à investigação científica o caráter de "fonte essencial de conhecimento para todos os desenvolvimentos modernos da tecnologia" (Channell, 2017, p. 7). No aprimoramento do trabalho produtivo nos diversos campos da atividade econômica, a aplicação da ciência se dissolve nas intenções das mudanças tecnológicas. A tecnociência passa a entregar conhecimentos e soluções em torno dos desafios para aumentar receitas financeiras e lucros, voltando-se ao desenvolvimento de máquinas, de insumos naturais e sintetizados e outros artifícios para aumentar a produtividade e reduzir complexidades.

Na agricultura, a atuação tecnocientífica tem alterado padrões na produção, nas condições de trabalho e renda, na configuração de territórios, assim como na segurança e soberania alimentares. Langdon Winner (1980) exemplifica o advento da colheitadeira de tomates, que, com fins de ganhos de produtividade, tanto substituiu o trabalho manual na colheita e triagem desses frutos, como demandou desenvolvimento laboratorial de variedades com consistência mais rígida para se evitar que a operação das máquinas danificasse os tomates de consistência frágil. A Revolução Verde na agricultura, a partir dos anos 1950 com a produção de "commodities" como soja, milho, açúcar, palma - dentre outros produtos -, complementa a ilustração deste panorama. A ciência agrícola passou a responder à determinação tecnológica de escolher alimentos para produzir e consumir, acrescentando a esta dinâmica a necessidade de aumento de produção e de produtividade para integração ao comércio internacional e ao discurso de combate à fome no mundo (Casagrande & Silva, 2016; Iles *et al*., 2017).

A tecnociência extrapola as cadeias agroalimentares das "commodities" e se expande para outros cultivos. Por exemplo, os modos heterogêneos de cultivar erva-mate na agricultura familiar sofrem pressões tecnocientíficas no Brasil. Esta planta

é cultivada para, principalmente, ser usada como matéria-prima de bebida muito consumida em países do sul da América do Sul. Em torno da cultura de tomar mate, há uma trajetória em que intercâmbios de saberes, conhecimentos e influências técnicas e políticas levaram à estruturação de uma atividade econômica. A identificação da característica alimentícia da planta e o hábito de consumo da bebida se devem aos povos originários, os quais também desenvolveram as primeiras técnicas de coleta na natureza, cultivo e processamento da erva-mate, assim como desenvolveram os utensílios para beber (Gerhardt, 2013; Ricca, 2012). Colonizadores jesuítas, a partir do século XVI, hibridizaram conhecimentos e contribuíram para a expansão dos cultivos e a ampliação da comercialização nos países produtores - Argentina, Brasil e Paraguai (Gerhardt, 2013; Montoya, 1892; Nimmo & Nogueira, 2019; Ricca, 2012). No Brasil, a partir do século XIX, a economia da erva-mate teve aprimoramentos industriais, formação de oligarquias e atenção governamental para construção de infraestrutura de escoamento e para políticas públicas voltadas a controles de preços e comércio exterior (Gerhardt, 2013; Linhares, 1969; Pereira, 1996).

Neste contexto, os intercâmbios de saberes e conhecimentos permaneceram na cadeia produtiva atual da erva-mate. Na parte agrícola, o agricultor que cultiva a planta de modo tradicional tem perfil de pequeno empreendedor familiar, com características de fazer experimentações para reagir às adversidades, prover segurança para sua família, manter os negócios com finalidade de gerar renda, gerenciar seu estabelecimento rural e utilizar recursos naturais (Chaimsohn & Souza, 2013). O consórcio de cultivos com áreas remanescentes de vegetação nativa, por exemplo, resulta no aproveitamento dos serviços ecossistêmicos ao mesmo tempo que ajuda a proteger florestas ameaçadas (Luiz, 2017; Marques, 2014). Essas características, conjuntamente com outras escolhas dos agricultores e a combinação com atividades produtivas complementares e diversificadas, configuram modos heterogêneos e tradicionais de cultivos de erva-mate, estabelecidos em conformidade com as possibilidades e autonomias deles.

Porém, há pressões tecnocientíficas para desincentivar a continuidade da diversidade e heterogeneidade das formas de cultivar erva-mate. A investigação realizada nas universidades e nos centros de pesquisa e desenvolvimento mantidos pelos governos tem, em sua maioria, orientação produtivista para favorecer a inserção e a participação da atividade ervateira no mercado (Mazuchowski, 1989; Mazuchowski *et al.*, 2000; Medrado, 2004; Penteado Junior & Goulart, 2019). A inspiração desta abordagem tecnocientífica está vinculada aos princípios da Revolução Verde, como a intensificação de uso tecnológico e a busca pela produtividade nas lavouras. Para chegar ao status produtivista projetado, a tecnociência na erva-mate cobra práticas homogêneas, com padronizações, controles, diminuição de custos e ampliação de ganhos financeiros. Estas práticas fortalecem a abordagem econômica de maior participação no mercado e reduzem as pesquisas no campo socioambiental. E este contexto, por sua vez, demanda análises interdisciplinares para mensurar o alcance dos prejuízos, dos benefícios prometidos e dos riscos da mudança tecnológica.

Com base neste panorama, o objetivo do trabalho é analisar realidades com abordagens teóricas interdisciplinares, com duas motivações principais. A primeira é

a necessidade de ter um olhar mais amplo, com potencial de produzir novas relações e encaminhamentos. A segunda motivação é a conexão com conceitos do campo dos estudos ciência, tecnologia e sociedade (CTS), que articulam bases teóricas de disciplinas, saberes, conhecimentos e especializações. O enfoque interdisciplinar permite tratar o papel da tecnociência na atividade produtiva da erva-mate e revelar tensões dela com as dimensões social e ambiental, ao invés de prevalecer apenas o discurso triunfalista da visão econômica produtivista e mercadológica.

No percurso metodológico, são recuperados conceitos do universo da interdisciplinaridade (Coelho & Almeida, 2021; Cutcliffe, 1989; García, 2011; Heckhausen, 1972; Klein, 2010; Leff, 2000; Thagard, 2017; Vienni Baptista & Goñi Mazzitelli, 2021) e do campo CTS - como o determinismo tecnológico (Feenberg, 2010), a tecnociência e a tecnociência solidária (Dagnino, 2009, 2019). Também como etapa metodológica, esta construção conceitual foi acompanhada da capacitação e aquisição de habilidades por parte dos autores, as quais se processaram no ambiente de formação - o programa de pós-graduação a que estão vinculados na universidade. Este, dentre outras capacitações, viabilizou cursos para uso de ferramentas, o que permitiu associar a utilização de equipamentos com as experiências acadêmicas. É o caso do manuseio técnico de máquinas fotográficas e de *software* de geoprocessamento, o que viabilizou acessar e interpretar corpos teóricos e dados disciplinares.

Os passos metodológicos prosseguiram com a seleção de publicações técnicas do universo da tecnociência, com o levantamento de dados e estatísticas sobre a economia da erva-mate. Fez parte desta busca a inclusão da quantidade, valor de produção e o número de agricultores que cultivam a planta nas mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do estado do Paraná, no sul do Brasil. Sendo este um território com 50 municípios que se destacam no cenário brasileiro de produção de erva-mate, essas duas mesorregiões formam o lócus da investigação reportada neste artigo. As análises quanti e qualitativas, que integraram esta etapa, foram feitas sob os princípios da interdisciplinaridade a fim de triar e combinar as dimensões ambiental, social e econômica do foco de estudo.

Visto sob a perspectiva da interdisciplinaridade, o artigo contribuiu para uma visão mais abrangente e trouxe novos ângulos de análise de realidades. Constatou-se uma característica comum das práticas protocolares da tecnociência: estabelecer o laboratório tecnocientífico, o qual é externo às áreas de cultivos, dá acesso restrito a pesquisadores e agenciadores da tecnociência e onde se constroem os conhecimentos que procurarão determinar as mudanças tecnológicas. Além disso, este laboratório externo substitui o laboratório “interno”, que é aquele situado nos diversos sítios de produção de erva-mate onde se desenrolam as experimentações e se constroem as autonomias e liberdades. Para isso, o confronto do detalhamento das características dos modos de cultivos de erva-mate com as proposições tecnocientíficas resultou nas indicações de tensões e dos riscos de desaparecer saberes, além de outros impactos sociais e ambientais, bem como as indicações de resistências e intimidações.

1. Os cultivos de erva-mate e as pressões por mudança tecnológica

Árvore nativa da América do Sul, a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) também é cultivada para fins comerciais. A planta tem área de distribuição natural em ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, entre o sul do Brasil e porções territoriais da Argentina e do Paraguai (Oliveira & Rotta, 1985). O interesse econômico pelo cultivo da planta é para extração de suas folhas, as quais têm componentes químicos de interesse alimentar, medicinal, fármaco e cosmético (Carvalho, 2003; Heck & de Mejia, 2007; Mazuchowski & Rucker, 1997). A principal atividade comercial da erva-mate é o processamento das folhas para transformá-las em matéria-prima para bebidas, de consumo disseminado pelo mundo e de modo destacado na Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai (Gerhardt, 2013; Ricca, 2012). A **Figura 1** ilustra o porte da árvore e a folha da erva-mate.

Figura 1. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*)



Fonte: Ricardo Gomes Luiz (2021).

A exploração de erva-mate, iniciada por povos originários e ampliada por colonizadores jesuítas, tornou-se, a partir do século XIX, uma atividade econômica com números expressivos. No Brasil, em 2021, o valor de produção de erva-mate - cálculo que soma o quanto os produtores agrícolas recebem pela venda do produto à indústria - foi de aproximadamente R$ 1,5 bilhão[1] (PPP$ 588,5 milhões),[2] com volume produzido superior a 1,06 milhão de toneladas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022a, 2022b). Segundo o Censo Agropecuário brasileiro de 2017, havia

1. Valor expresso em real (R$), moeda corrente do Brasil.
2. Valor expresso em paridade de poder de compra (PPP), que é representado em dólar dos Estados Unidos ($). Para a conversão, foi a utilizada a taxa de R$ 2,5261 para PPP$ 1 para 2021 (World Bank, 2022).

neste ano mais de 12 mil produtores da planta, sendo 9.347[3] (77,8%) agricultores familiares (IBGE, 2019). Agricultor familiar é uma categoria de produtor rural de pequena escala no Brasil, em que se emprega a mão-de-obra da própria família e a área do estabelecimento é de pequeno porte para os padrões brasileiros.

Além de abastecer o mercado interno, a produção de erva-mate brasileira também é competitiva no comércio exterior. O mercado internacional movimentou USD 179 milhões[4] em 2021 com o comércio de erva-mate após seu primeiro processamento industrial (World Integrated Trade Solution [WITS], 2022). Neste mesmo ano, o Brasil exportou 55,2 mil toneladas, a Argentina vendeu 21,9 mil toneladas para outros países e as exportações do Paraguai somaram 9,7 mil toneladas (WITS, 2022). Devido ao interesse do mercado consumidor mundial em itens como bebidas não açucaradas, não gaseificadas e com atributos favoráveis à saúde e bem-estar, empresas especializadas em pesquisas de mercado projetam que o volume de vendas de produtos manufaturados que utilizam erva-mate pode alcançar de USD 1,64 bilhão a USD 2,21 bilhões até o ano de 2029 (Maximiza Market Research, 2022). Vale ressaltar que a diferença entre os valores após o processamento das folhas, apurados em 2021, para as projeções mercadológicas divergem devido à possibilidade de manufatura de produtos.

Como já mencionado, um conjunto de 50 municípios localizados nas mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do estado do Paraná, sul do Brasil, é a principal zona produtora de erva-mate no país. Em 2021, as duas mesorregiões responderam pela colheita de 664,3 mil toneladas de erva-mate - 62,4% da produção brasileira (IBGE, 2022a, 2022b). O valor bruto de produção foi de R$ 1,02 bilhão (PPP$ 404,7 milhões) nos 50 municípios, o que equivale a 69% da soma brasileira (IBGE, 2022a, 2022b). A maioria da produção da erva-mate nas duas mesorregiões foi colhida em estabelecimentos agropecuários de escala familiar. No conjunto dos municípios, existem aproximadamente 35.700 estabelecimentos agropecuários recenseados em 2017, sendo 6 mil da agricultura familiar que cultivam erva-mate (IBGE, 2019). Com base em um dos critérios de enquadramento como agricultura familiar, os estabelecimentos podem ter área máxima média de 76 hectares no conjunto dos 50 municípios, variando de 64 a 96 hectares (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2022). Entre os estabelecimentos agropecuários que ficam dentro deste limite nos 50 municípios das duas mesorregiões, o tamanho médio das propriedades familiares é de 16,4 hectares (Serviço Florestal Brasileiro, 2022).

O modo de cultivar erva-mate tem um contexto em que coexistem heranças que vêm sendo transmitidas desde os povos originários, experimentações por parte dos agricultores familiares e manejos desenvolvidos com apoio do conhecimento técnico externo ao estabelecimento rural. No Brasil, há uma distinção central que divide os modos de cultivar erva-mate em dois sistemas. O primeiro são os cultivos a pleno sol ou monocultivos, implantados em áreas abertas e sem a presença de outro tipo

3. Na metodologia empregada pelo Censo Agropecuário, são contabilizados estabelecimentos rurais com, no mínimo, 50 árvores de uma lavoura permanente, como é o caso dos cultivos de erva-mate.
4. Valor expresso em dólar (USD), moeda corrente dos Estados Unidos.

de vegetação (Embrapa Florestas, 2014; Mazuchowski, 1989; Penteado Junior & Goulart, 2019). O outro sistema tem características heterogêneas com diversas classificações, distinguindo-se dos monocultivos por não manter apenas erva-mate nos plantios. Chamados de cultivos heterogêneos, tradicionais, sombreados, agroflorestais ou nativos, eles são implantados para aproveitar o sombreamento de vegetação natural ou de outras culturas, a criação de animais, os cultivos de outras plantas e árvores, bem como enriquecer ervais que se formaram na natureza sem a ação humana (Chaimsohn & Souza, 2013; Lacerda, 2022; Marques, 2014; Mazuchowski, 1989; Nimmo *et al.*, 2022; Penteado Junior & Goulart, 2019). Os ervais heterogêneos também têm características culturais de transmissão e apropriação de saberes e conhecimentos de geração a geração das famílias que permanecem nas áreas dos ervais (Lacerda, 2022; Nimmo *et al.*, 2022).

A despeito das estatísticas produtivas apresentadas acima, permanecem as intenções de aumento de produtividade nas lavouras de erva-mate, contrastando com este panorama histórico e diversificado dos modos de viver e trabalhar. São pressões tecnocientíficas que merecem atenção analítica interdisciplinar. A atuação governamental para apoio à atividade econômica da erva-mate e seus desdobramentos ambientais e sociais se dá sob uma dinâmica que funde ciência e tecnologia, que produz conhecimentos destinados à melhoria e ao aumento de produção com atenção para aproveitamento das oportunidades de mercado (Mazuchowski, 1989; Mazuchowski *et al.*, 2000; Medrado, 2004; Penteado Junior & Goulart, 2019). Na exemplificação desta orientação técnica produtivista estão medidas como plantio de monocultivos, utilização de cultivares melhoradas em laboratório e indicação de adubação complementar com produtos sintéticos (Mazuchowski, 1989; Penteado Junior & Goulart, 2019). Além disso, estas abordagens restringem possibilidades, demarcam limites, nem sempre apresentam propostas de discussões alternativas à homogeneização na implantação de ervais. Esta perspectiva tecnocientífica pode ser um contraponto àquela diversidade e heterogeneidade constituída ao longo do tempo pelos agricultores familiares que cultivam erva-mate há gerações.

2. Abordagens interdisciplinares

O contexto da economia e dos cultivos de erva-mate configura uma realidade complexa sobre a qual se estabelece a necessidade de integração dos fatores sociais, ambientais e econômicos, sob pena de haver desequilíbrios. Enrique Leff (2000) indica a necessidade de tratamento interdisciplinar para estas questões. O autor aponta paradoxos em trabalhos que tratam esses fatores de modos fragmentados e isolados, quando se concentram esforços em uma determinada disciplina - seja ela naturalista, biologista e ecologista - ou na segmentação científica do desenvolvimento, economização ou mercantilização da natureza (Leff, 2000). Esses paradoxos podem incorrer em riscos, como é o caso dos contextos estudados nos cultivos de erva-mate. O primeiro exemplo deles é que a pauta de inserir a economia ervateira no mercado traz a possibilidade de geração de receitas, porém a efetiva distribuição de riqueza precisa conter e conciliar os aspectos ambientais e os interesses sociais. Em segundo lugar está a questão das liberdades e autonomias que os agricultores familiares têm para fazer suas escolhas na gestão do estabelecimento rural.

Por esta razão, a pesquisa apresentada neste artigo corrobora Leff ao absorver os princípios da interdisciplinaridade para contribuir com uma visão mais abrangente e trazer novos ângulos de análise de realidades e encaminhamentos mais integrativos. A interdisciplinaridade é o trabalho de interação e integração de duas ou mais disciplinas e linhas de pesquisa, fundamentada em um tema guarda-chuva, e permeada por inovação no fazer, na metodologia, nas abordagens, nas escolhas formativas e transformação das ideias, conceitos e definições (García, 2011; Klein, 2010). O campo CTS é rico e vasto para desenvolver os princípios da interdisciplinaridade. Por meio dele, se dá a integração entre disciplinas e a problematização de conceitos. Para Cutcliffe (1989), o campo CTS requer a interdisciplinaridade para cumprir sua missão de explicar um processo social de interpretação da ciência e da tecnologia e suas implicações e reações sobre valores culturais, políticos e econômicos. A pesquisa interdisciplinar pode também responder a problemas do desenvolvimento, devido à sua premissa de abordagem de problemas multidimensionais (Vienni Baptista & Goñi Mazzitelli, 2021). Além disso, conforme reflexionam Coelho e Almeida (2021), a interdisciplinaridade reforça aspectos da democratização na sociedade, ainda que em seu curso permaneçam disputas e hegemonias nos posicionamentos de opiniões e disciplinas. Esses autores trabalham as associações da interdisciplinaridade com o conceito de agonismo de Chantal Mouffe, o qual planteia que nos conflitos entre as visões disciplinares e os interesses específicos não há solução plenamente harmônica e restam nas disputas algum poder de uma parte sobre a outra (Coelho & Almeida, 2021).

A metodologia e as práticas interdisciplinares neste artigo se baseiam no exercício de construção de tese de doutorado. Pesquisador, orientadora e participantes da pesquisa compartilham visões, experiências e proposições da tecnociência sobre os sistemas de cultivo de erva-mate. O exercício interdisciplinar também se aproxima do que Paul Thagard (2017, p. 191) delineia, dentre outros estilos, como aquele em que o pesquisador ele mesmo faz a interconexão interdisciplinar na interseção de disciplinas, conectando ideias e métodos de distintos campos de conhecimento. Outra característica da interdisciplinaridade refere-se aos seus atributos compositivos (Heckhausen, 1972), em que a problematização e os desdobramentos ambientais e sociais da tecnociência são analisados com base em ferramentas que estão fora do ambiente das práticas agrícolas. Trata-se de uma interdisciplinaridade parcial, segundo Julie Thompson Klein (2010), pois a produção de conhecimento se restringe aos participantes da pesquisa. Porém, os resultados do trabalho podem ser utilizados para construção de visões mais abrangentes.

2.1. Construção de modos de reflexão interdisciplinar

Enquanto parte integrante da construção de modos de reflexão interdisciplinar, o ambiente do programa de pós-graduação que abriga o desenvolvimento da investigação apresentada neste artigo tornou-se elemento de impulsionamento para a prática da interdisciplinaridade. No Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a tecnologia é vista como um fenômeno cultural e social, inserida em contextos e momentos diversos, e exige aprendizagens, reflexões críticas, posturas e linguagens necessárias para que o ser humano a utilize e se mantenha no comando dela (Bastos, 2015). O PPGTE compõe-se de linhas e grupos de pesquisa, cujos docentes e

pesquisadores guardam formações heterogêneas que se articulam e se espelham sob âmbitos teóricos dando enfoques para o desenvolvimento das investigações no escopo das relações entre tecnologia e sociedade. Em programas de pós-graduação que têm os estudos CTS e seus desdobramentos como base epistemológica, o alcance da interdisciplinaridade contribui para a atuação de pesquisadores sobre as complexas relações entre tecnologia e sociedade, com o desafio de superação da cristalização no saber e no fazer de diferentes disciplinas.

Em ambientes universitários que seguem essas diretrizes, propicia-se a realização de pesquisas acadêmicas e práticas interdisciplinares e podem ser feitos o intercâmbio de conhecimentos, a interação entre disciplinas e o delineamento de metodologias. Bastos (2015) explica que a construção de novos conhecimentos em áreas não consagradas requer a busca por pesquisadores atentos e preocupados em concretizar aproximações e a construir a interdisciplinaridade conversando sobre a diversidade das linguagens e dos fenômenos. A investigação sobre a prática interdisciplinar em universidades latino-americanas tem contribuído para reforçar a localização desta abordagem nos estudos CTS, o que se pode verificar na atuação da Asociación Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE) e em pesquisas específicas, tal qual aquela que busca consolidar o âmbito de investigação denominado Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina (ESIT) (Vienni Baptista & Goñi Mazzitelli, 2021). Nesta abordagem, a interdisciplinaridade é relevante para investigar temas complexos na América Latina, como é a questão do desenvolvimento.

No universo da construção da pesquisa interdisciplinar, os aprendizados agregam a formação dos pesquisadores, permitindo a eles o uso de ferramentas e a abertura para trabalhar com a rigidez e exatidão técnicas das informações que constam em bases de dados estatísticas e cartográficas, por exemplo. A oferta de cursos facilita o acesso a elas e torna seu manejo compreensível e produtivo, enquanto instrumental auxiliar das análises empreendidas pelos pesquisadores. Nesse sentido, não somente os cursos, mas também seminários, oficinas (*workshops*), laboratórios, disciplinas e parcerias vivenciados pelos autores deste artigo permitiram adquirir habilidades técnicas e humanas para tornar discernível o desconhecido de novas disciplinas. A construção de habilidades viabiliza trasladar e navegar entre a frieza da objetividade do dado técnico ao poder interpretativo da subjetividade. Por exemplo, é o que acontece na construção de novos índices, a partir da composição de estatísticas, cadastros e mapas em *softwares* de geoprocessamento. Como na realização de uma mecânica de modo autônomo, o pesquisador coloca a "mão na massa" (*hands on*) e agrega novas perspectivas de análise e possibilidades para problematizações e tensionamentos de dinâmicas e eventos tecnológicos que se desenrolam em diferentes realidades.

2.2. O uso de conceitos CTS na abordagem interdisciplinar

Na prática de integração entre disciplinas, a problematização oportunizada pelos conceitos do campo CTS permite delinear resistências e adequações às proposições de inovações e mudanças tecnológicas. No âmbito das resistências, pontua-se que o essencialismo e a centralidade da tecnologia conduzem a um quadro de determinismo tecnológico, que trata a tecnologia unicamente como sinônimo de progresso e de modernidade. Neste contexto, a tecnologia passa a ser considerada fonte de poder e

torna a sociedade dependente dela: “O determinismo se baseia na suposição de que as tecnologias têm uma lógica funcional autônoma, que pode ser explicada sem se fazer referência à sociedade” (Feenberg, 2010, p. 72). Desta forma, a disseminação dessas evoluções tecnológicas avança sobre os aspectos de liberdade e justiça social, o que pode fragmentar o destino da sociedade.

Considerando os contextos dos sistemas de cultivo de erva-mate, as análises de ocorrência de essencialismo e determinismo tecnológicos podem recair em situações como plantio de monocultivos, utilização de cultivares melhoradas em laboratório, indicação de adubação complementar e balizamento do trabalho e da pesquisa agrícola com as expectativas do mercado (Mazuchowski, 1989; Mazuchowski *et al*., 2000; Medrado, 2004; Penteado Junior & Goulart, 2019). Nessas abordagens, podendo-se alinhar com o que Feenberg (2010) chama de senhores dos sistemas técnicos, grupo que alimenta o funcionamento do determinismo tecnológico como forma de manter seu poder e influência, a tecnociência reduz o âmbito das consultas aos agricultores, não dá espaço a outras possibilidades de cultivo de erva-mate e nem trata de seus potenciais resultados.

O determinismo tecnológico é nutrido pela dinâmica geradora de conhecimento e soluções que resulta da fusão entre ciência e tecnologia - a tecnociência. Os estudos CTS problematizam a tecnociência porque, ao invés de observá-la apenas como produto de uma fusão, a veem como provocadora de mudanças no padrão de geração de conhecimento, com capacidade de delinear agenciamentos e de gerar efeitos na política e na vida cotidiana (Channell, 2017; Echeverría, 2003). Dagnino (2019) situa o agenciamento empresarial da tecnociência na realidade contemporânea e o nomeia como tecnociência capitalista. Esta tem mecanismos de funcionamentos próprios que envolvem, dentre outros aspectos, a expropriação de saberes no ambiente do trabalho e a modificação e o aperfeiçoamento deles por proprietários dos meios de produção (Dagnino, 2019). Tais mecanismos se estendem para os laboratórios tecnocientíficos em universidades, instituições de pesquisa e em empresas. A todos eles se impõem regras para a produção de conhecimentos, como racionalização de custos, ganhos de escala ou ambiente de incertezas. É o caso dos agenciamentos e pressões tecnocientíficas que atuam sobre os sistemas de cultivo de erva-mate, como publicações e eventos que disseminam práticas produtivistas com intenções mercadológicas para produção agrícola (Mazuchowski, 1989; Mazuchowski *et al*., 2000; Medrado, 2004; Penteado Junior & Goulart, 2019).

A visão crítica sobre a atuação da tecnociência também analisa suas extrapolações espacial e temporal, bem como investiga possibilidades de formação de movimentos de resistência tecnológica como tentativa de recuperação de valores sociais e culturais. A partir desta visão crítica, Dagnino (2019) propõe um conceito ampliado de tecnociência adicionando o aspecto solidário à sua característica essencialista. O autor inicia esta abordagem pontuando as diferenças entre a tecnociência convencional e a tecnociência solidária, a qual está orientada por princípios como associativismo, cooperação, capacidade de autogestão e solidariedade econômica. Dagnino (2009, 2019) discute a possibilidade de se estabelecer mecanismos de adequação sociotécnica, os quais consistem no aproveitamento e adaptações de tecnologias anteriormente inseridas, principalmente por empresas.

Com base nessa conceituação, pode-se olhar os sistemas de cultivo de erva-mate na agricultura familiar com capacidade de revelarem proposições aderentes à tecnociência solidária e de resistência à tecnociência convencional ou capitalista. São proposições que recuperam fatos do passado como a autonomia dos agricultores no enfrentamento de adversidades, conforme descreveram Bacilla (1946) e Chang (1988). Esta convivência desafiadora entre agricultores e a força da natureza deixou lições de autonomia que permanecem na gestão da propriedade rural e da família. No que diz respeito à instalação de povoamentos e comunidades, a trajetória de formação dos sistemas tradicionais de cultivo de erva-mate permite aferir aspectos da economia solidária, tais como processos autogestionários e de formação de organização social. Além disso, a heterogeneidade e diversidade de cultivos remete às correspondências com conceitos de adequações sociotécnicas, busca de alternativas tecnológicas e de intercâmbio de conhecimentos (Chaimsohn & Souza, 2013; Lacerda, 2022; Marques, 2014; Nimmo *et al.*, 2022).

3. Um olhar interdisciplinar para os aspectos sociais e ambientais nos cultivos de erva-mate

É possível observar o contexto dos cultivos tradicionais e heterogêneos de erva-mate com interesse para desconstruir a proposta unidimensional da tecnociência. Com esta intenção, as dimensões social e ambiental são refletidas para a construção da visão interdisciplinar. Ao demonstrar a força da intenção econômica da tecnociência, contrastam-se as perdas dos patrimônios materiais e imateriais constituídos ao longo do tempo. Para uma situação em que a tecnologia se propõe a ocupar centralidade, como a abordagem produtivista para os cultivos de erva-mate, os conceitos do campo CTS contribuem para problematizar e desfazer impressões de que o domínio técnico é apenas de especialistas. Nele, também devem participar os outros atores envolvidos na cadeia produtiva. A conjugação da interdisciplinaridade e do campo CTS permitiu apontar desdobramentos nas esferas social e ambiental dos cultivos de erva-mate - ainda que permaneçam os saldos da prevalência econômica no espaço de disputa entre a centralidade tecnológica e as postulações e tradições dos agricultores.

3.1. Experimentações como modos de vida e de trabalho

De maneira a contrapor a disciplinaridade planteada pela centralidade da tecnociência, são recuperadas características dos cultivos tradicionais de erva-mate para extrair aspectos sociais que enriquecem a visão interdisciplinar do objeto de estudo. A recuperação de características e a extração de aspectos sociais são complementadas com exercícios interdisciplinares por parte dos pesquisadores, possibilitando assim respaldar o valor das práticas dos agricultores na reação à tecnociência. As situações em que os agricultores fazem experimentações nos ervais e no gerenciamento das atividades nos estabelecimentos rurais onde vivem e trabalham são expressas na conjugação com dados históricos, indicadores oficiais, cartografias e conceitos que projetam seus alcances e consequências. Estas dinâmicas, permeadas pela integração de conhecimentos, diferem da proposição tecnocientífica da produtividade no tempo e no espaço, retratada no cenário de plantios extensivos e adensados. Os plantios

tecnificados são estabelecidos com orientação homogeneizadora, prevalecendo sobre a criatividade e a liberdade do trabalho das pessoas.

As experimentações dos agricultores nos cultivos tradicionais - também nomeados sombreados e nativos - fazem parte das tentativas nas distintas fases de manejo de erva-mate, com erros, revisões e acertos. É um modo distinto da homogeneidade e unidisciplinar ditada pela tecnociência, o qual desvia das barreiras das realidades complexas. Por exemplo, diferentemente do tecnocientífco que procura a racionalização do mono e do simplificado, o consórcio dos plantios com a vegetação nativa traz expectativas para aproveitar a qualidade dos solos com constantes ciclagens de nutrientes feitas pelos processos ecológicos. No mesmo ambiente florestal, há desafios para equilibrar o sombreamento feito pelas árvores com a abertura para entrada de luz a fim de ativar o desenvolvimento da planta. As experimentações dos agricultores também estão em torno da composição do manejo dos ervais com outras culturas ou criação de animais, com intenção de prover segurança e soberania alimentares para as famílias ou para incrementar as atividades econômicas geradoras de renda. Isso confere aos agricultores o direito às escolhas, que é um dos pressupostos da democracia e da liberdade de como produzir na agricultura. A **Figura 2** mostra área de um estabelecimento rural, em que se combina cultivo de erva-mate com a criação de animais no mesmo espaço.

Figura 2. Aspecto de cultivo de erva-mate consorciado com criação de suínos, no município de São Mateus do Sul, estado do Paraná



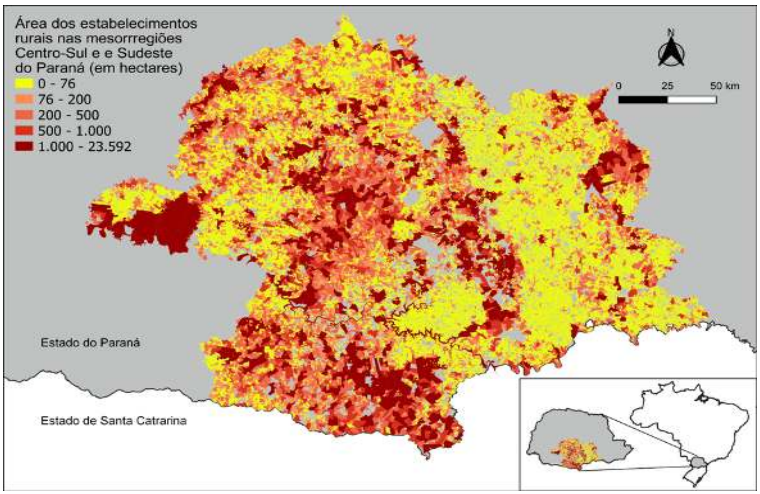
Fonte: Ricardo Gomes Luiz (2021).

Como demonstração de integração de conhecimentos e disciplinas, o conjunto de experimentações, intercâmbios, relacionamentos e as medidas de gerenciamento do estabelecimento rural dos agricultores familiares estão mais associados às necessidades de dar respostas aos desafios e adversidades. Não se trata, portanto, de uma condição de tempo livre ou excedente de oportunidades para descobertas

e criação de inovações na propriedade. A liberdade de serem proprietários de seu trabalho nasceu como reação à subalternalização que viviam frente ao poder oligárquico. Bacilla (1946) detalhou os movimentos de reorganização social, durante a crise econômica ervateira entre os anos 1930-1940, em que agricultores reivindicavam a autonomia e o meios de produção para realizar o trabalho. Chang (1988) analisou a formação de ambientes de convívio denominados faxinais no interior do Paraná, entre os séculos XIX e XX. Os faxinais foram uma forma de resolver conflitos e crises, e resultavam na constituição de associativismo entre agricultores para obterem melhores condições de produção de alimentos e geração de renda. As famílias faxinalenses passaram a dividir espaços para instalação de suas residências e dos sítios de trabalho para cultivar lavouras e criar animais. Ainda que não tenham resultado em contexto de plena igualdade, essas situações foram emblemáticas para experimentação que agricultores empreendiam como reação às crises econômicas e o combate à dissociação deles da tecnociência capitalista.

Os agricultores que estão nos eventos tratados por Bacilla (1946) e Chang (1988) cultivavam erva-mate e, depois dessas ocorrências, continuaram nesta economia e estão hoje no contexto dos agricultores familiares que mantêm a produção da planta. Os dados e indicadores de levantamentos oficiais atestam a expressividade social, econômica e territorial do grupo de produtores familiares de pequena escala nas áreas investigadas para a elaboração deste artigo. No território das mesorregiões que mais produzem erva-mate no Brasil, a maioria dos estabelecimentos agropecuários é do padrão de agricultura familiar. São 93.361 estabelecimentos com até 76 hectares (limite médio de área de propriedades para enquadramento como agricultura familiar), 7.217 com área superior a 76 hectares e inferior a 500 hectares e demais 965 com área superior a 500 hectares (Serviço Florestal Brasileiro, 2022). Em termos de área, os estabelecimentos de menor porte somam 1,53 milhão de hectares, os intermediários chegam a 1,25 milhão de hectares e os de maior porte alcançam 1,18 milhão de hectares (Serviço Florestal Brasileiro, 2022). A comparação da soma das áreas das três categorias também indica desproporções. Elaborada com base em dados públicos que registram os estabelecimentos rurais para adequação à legislação ambiental (Brasil, 2012), a **Figura 3**, confeccionada com abordagem interdisciplinar, indica a distribuição territorial de estabelecimentos rurais de distintos portes na zona produtora de erva-mate no interior do estado do Paraná.

Figura 3. Classificação de estabelecimentos rurais conforme tamanho de área, nas mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do estado do Paraná



Fonte: elaborado pelos autores com base no Cadastro Ambiental Rural (Serviço Florestal Brasileiro, 2022) e utilização de *software* de geoprocessamento QGIS.

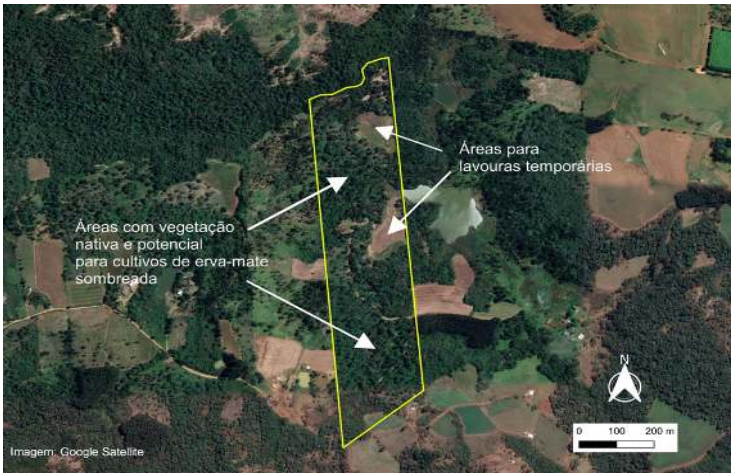
O uso da terra pelos agricultores familiares também tem reflexos no número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários. O Censo Agropecuário brasileiro de 2017 apontou que foram recenseadas aproximadamente 147.500 pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários familiares, ante 52.100 nos estabelecimentos não familiares (IBGE, 2019).

Os cultivos de erva-mate estão inseridos entre atividades produtivas diversificadas e têm contribuição adicional para a definição do zoneamento no estabelecimento rural. Além disso, de modo também associado ao uso da terra, consta o desenvolvimento de relações econômicas com a utilização dos recursos naturais nos estabelecimentos da agricultura familiar. É o caso do extrativismo de frutas nativas para alimentação ou uso de plantas medicinais para cuidados com a saúde (Nimmo *et al*., 2022). Este contexto traz indicações de distanciamento à proposição tecnocientífica de baixa diversificação e ilustra as possibilidades de autonomia e independência que os agricultores familiares têm.

Devido à possibilidade de estarem consorciados com outras árvores para obtenção do sombreamento, o manejo de erva-mate gera um argumento complementar para a manutenção de áreas de vegetação. A **Figura 4**, igualmente um produto do processamento interdisciplinar, ilustra o zoneamento feito em um estabelecimento familiar de 22 hectares no município de Bituruna, na mesorregião Sudeste, no estado do Paraná. Além dos espaços para moradia e plantios que demandam remoção da vegetação, a imagem provida por satélite indica a presença de vegetação natural onde podem existir ou serem implantados os ervais. Na **Figura 4**, ressalta-se, ainda,

a possibilidade de se fazer comparações com estabelecimentos rurais vizinhos para verificação da intensidade desses tipos de usos.

Figura 4. Delimitação de estabelecimento rural da agricultura familiar, com presença de vegetação nativa e zoneamento para atividades produtivas, Município de Bituruna, estado do Paraná



Fonte: elaborado pelos autores com base no Cadastro Ambiental Rural (Serviço Florestal Brasileiro, 2022), com utilização de *software* de geoprocessamento QGIS e imagem Google Satellite (2022).

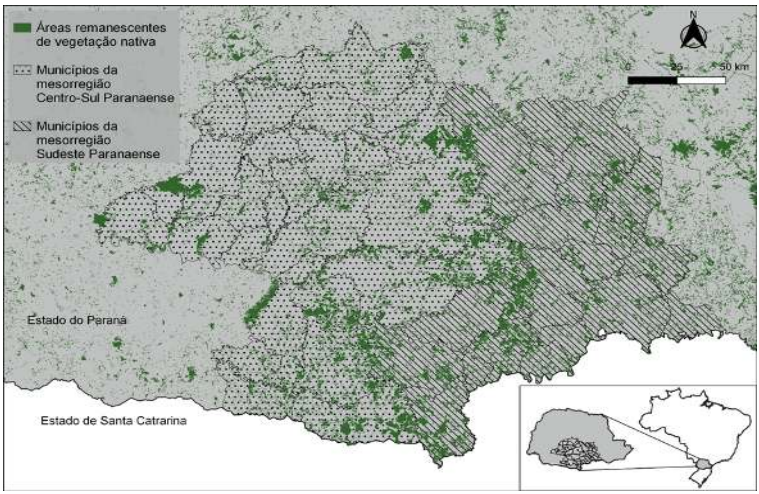
Essas características de experimentações no âmbito social têm desdobramentos para as questões ambientais. As relações das famílias com o meio natural também integram as heranças culturais que foram constituídas ao longo do tempo, como as respostas às adversidades que os agricultores enfrentaram em épocas em que havia mais florestas e se impunha a necessidade de explorá-las como questão de sobrevivência (Bacilla, 1946; Chang, 1988). Para os pesquisadores da tecnociência, estas paisagens e circunstâncias não são atrativas, pois o conhecimento tecnocientífico tanto busca situações e produtos mais homogêneos, quanto se interessa pelos aspectos mais simples para entrarem nos fluxos de suas produções.

3.2. Presença da natureza nas áreas de cultivos de erva-mate

De modo similar à seção anterior, as relações ambientais dos cultivos heterogêneos e tradicionais de erva-mate também são associadas a dados, estatísticas e conceitos e extrapoladas com o auxílio da abordagem interdisciplinar. Tais cultivos têm comportamento interativo com as áreas naturais e capacidade de contribuir com a sua manutenção. A combinação de características ambientais dos ervais com projeções de seu comportamento nos ecossistemas permite tecer comparações com as proposições da tecnociência para os cultivos. Isso dimensiona impactos e mostra elementos para tomar decisões de escolhas tecnológicas.

Na zona produtora de erva-mate no estado do Paraná, a vegetação à qual os cultivos tradicionais de erva-mate se consorciam são de um ecossistema ameaçado - a Floresta Ombrófila Mista, popularmente conhecida como Floresta com Araucária. É um tipo de vegetação que se associa ao bioma Mata Atlântica e é caracterizado por diferentes formações fitogeográficas - florestas montanas, alto-montanas, aluviais e campos naturais (Cunico & Prim, 2018). Nos municípios das mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do Paraná, há 16,6% de áreas remanescentes desses ecossistemas naturais (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022). A **Figura 5** indica a localização e dispersão das áreas remanescentes de Floresta com Araucária nas duas mesorregiões.

Figura 5. Remanescentes de vegetação nativa nas mesorregiões Centro-Sul e Sudeste do estado do Paraná



Fonte: elaborado pelos autores com utilização de *software* de geoprocessamento QGIS com base em Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2022).

O consórcio de cultivos de erva-mate com esta vegetação nativa pode ser parte integrante das estratégias para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos da Floresta com Araucária. A erva-mate é uma espécie autóctone deste ecossistema e de caráter permanente no cultivo, isto é, as árvores permanecem plantadas, pois o interesse comercial é com a colheita de folhas e galhos em ciclos que variam de dois a três anos (Carvalho, 2003). A **Figura 6** apresenta um plantio de erva-mate consorciado com vegetação nativa de Floresta com Araucária. Na imagem, se visualiza a densidade da vegetação de ambiente florestal, incluindo árvores de maior porte e de longa idade.

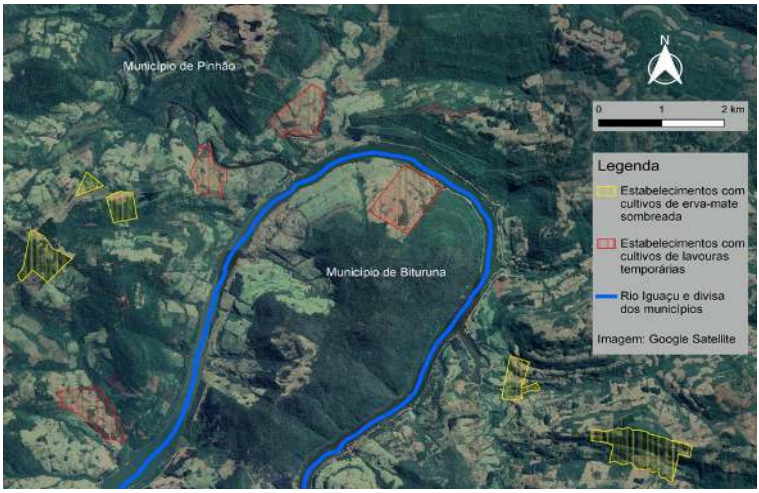
Figura 6. Aspecto de cultivo de erva-mate consorciado com vegetação nativa



Fonte: Ricardo Gomes Luiz (2021).

Ainda que os plantios consorciados possam causar degradação na sensibilidade dos processos ecológicos, devido a manejos como raleamento da vegetação e adensamento com o plantio de árvores de erva-mate para aumento da produção (Luiz, 2017), não se pode compará-los a plantios de culturas agrícolas temporárias. Para estas serem implantadas, as plantações de soja, milho, trigo, tabaco e pinus - mais comuns na região - demandam a completa remoção da vegetação. Isso resulta na substituição de áreas florestais e, consequentemente, perda de áreas de refúgio e habitats da fauna e da flora, na diminuição de serviços ecossistêmicos e no aumento de eventos ambientais negativos, como a erosão hídrica de solos. A **Figura 7**, elaborada com abordagem interdisciplinar, possibilita dimensionar as implicações das culturas temporárias em relação à cobertura vegetal e erosão hídrica dos solos nas áreas descobertas de vegetação, próximas a cursos d'água.

Figura 7. Comparação de usos da terra por diferentes tipos de cultivos, em estabelecimentos rurais entre os municípios de Bituruna e Pinhão



Fonte: elaborado pelos autores com utilização de *software* de geoprocessamento QGIS, com base em dados da pesquisa, Serviço Florestal Brasileiro (2022) e utilização de imagem Google Satellite (2022)

As proposições da tecnociência que incentivam a mudança tecnológica nos cultivos de erva-mate consorciados com a vegetação nativa não dimensionam estes aspectos de impacto ambiental. O interesse pelo aumento de produtividade, acompanhado da sugestão de implantação de monocultivos, precisa discutir as consequências da completa remoção de vegetação. Além disso, a mudança tecnológica proposta deve levar em conta a incorporação dos padrões de gerenciamento empreendidos por agricultores familiares que cultivam erva-mate consorciada à vegetação nativa. O pano de fundo para questionar estas posturas da tecnociência é a não repetição das consequências ambientais e sociais de padrões chamados avançados de agricultura, nos quais as demais alternativas e soluções são desconsideradas e se tornam irrisórias ou inviáveis.

Considerações finais

O artigo fez uso da abordagem interdisciplinar para a recuperação de aspectos sociais e ambientais, construção imagética e análise do contexto diversificado dos cultivos de erva-mate na principal zona produtora da planta no Brasil. As abordagens, na condução do artigo, alinharam-se às definições de interdisciplinaridade e de CTS, procurando colocar em prática a integração de disciplinas e o cuidado metodológico. As abordagens disciplinares no contexto da erva-mate foram primeiramente separadas para compreensão de seus enfoques. Para análise de dados, os pesquisadores trouxeram suas visões e experiências, as quais foram ampliadas com o incremento e melhoria de capacitação e habilidades. Este se desenrolou no ambiente universitário - o programa de pós-graduação a que os pesquisadores estão vinculados.

O delineamento conceitual e metodológico permitiu conhecer a mecânica de funcionamento da tecnociência, com a fusão entre ciência e tecnologia e os agenciamentos que se estabelecem nas suas dinâmicas. Nas análises feitas, integrando conhecimentos disciplinares e interdisciplinares, detectaram-se ocorrências da proposição de mudança tecnológica, do agenciamento tecnocientífico e do determinismo tecnológico. Consequentemente, foram pontuadas as possibilidades de perdas de valores sociais, históricos e ambientais, em uma realidade complexa, diversa e heterogênea dos cultivos de erva-mate. Estes se consorciam com a vegetação remanescente de um ecossistema ameaçado e geram trabalho, renda e segurança para agricultores familiares.

Com auxílio do conjunto de conceitos, foi possível a problematização da presença da tecnociência nos cultivos tradicionais de erva-mate. O entendimento de dar à economia o poder de configurar os destinos da atividade econômica pôde ser constatado nos números e projeções que deram suporte à visão unidimensional da economia, e simultaneamente desconsideraram aspectos sociais e ambientais que precisariam compor uma visão multidimensional. Para isso, foram rastreados os aspectos sociais, ambientais e econômicos que configuraram contextos complexos e heterogêneos de cultivos de erva-mate em ambientes da agricultura familiar. Também foram acompanhadas as proposições tecnocientíficas que se animam em aumentar a produtividade desses cultivos para ampliar o acesso aos mercados, pondo em risco a busca pelo equilíbrio entre a produção agrícola, a manutenção da natureza e a possibilidade de fortalecer a democracia, em que os agricultores possam continuar a fazer suas experimentações e escolhas.

No que diz respeito às tensões entre os conhecimentos técnicos e os saberes populares, a análise interdisciplinar também indicou a manifestação de outro efeito da tecnociência: os laboratórios externos, instalados em escritórios e centros de pesquisa. Distante das áreas onde se cultiva a erva-mate, e consequentemente afastados dos agricultores, as decisões tomadas nesses espaços ocorrem sem a participação deles, e ali se estabelecem políticas, manuais técnicos e programas de orientação rural. Assim, a tecnociência tende a prevalecer sobre laboratórios da vida cotidiana, os desafios e as experimentações empreendidas pelos agricultores familiares da erva-mate e sobre suas liberdades e autonomias.

Para o estudo do contexto da economia da erva-mate na principal zona produtora no Brasil, no interior do estado do Paraná, a abordagem interdisciplinar é necessária para analisar a realidade presente, com suas complexidades e proposições de mudanças tecnológicas. Ela também é necessária para se compreender outros aspectos que não foram analisados neste artigo, como os ambientes para a educação para o desenvolvimento sustentável, a configuração de políticas públicas e mesmo as projeções mercadológicas, a fim de que o crescimento econômico venha acompanhado dos benefícios sociais e ambientais.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), pelas oportunidades de aprendizado e formação. A Bianca Vienni, Cecilia Hidalgo e Maria Goñi pela percepção de oportunidade e esforços para viabilização da publicação deste artigo que, juntamente com os demais trabalhos deste dossiê, teve seus fundamentos apresentados em mesa temática coordenada por elas em evento internacional sobre os estudos ciência, tecnologia e sociedade em 2021.

Referências bibliográficas

Bacilla, A. (1946). O drama do mate. Curitiba: Guaíra.

Bastos, J. A. de S. L. A. (2015). O Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFET-PR: História e Perspectivas. Em M. C. da Silva (Org.), Conversando com a tecnologia: Contribuições de João Augusto Bastos para a educação tecnológica (301–355). Curitiba: Ed. UTFPR.

Brasil (2012). Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.

Carvalho, P. E. R. (2003). Erva-mate: Ilex paraguariensis. Em P. E. R. Carvalho, Espécies arbóreas brasileiras (Vol. 1) (455–466). Colombo: Embrapa Florestas. Disponível em: https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139739/erva-mate-ilex-paraguariensis.

Casagrande, A. & Silva, M. C. da. (2016). A Revolução Verde como processo de colonialidade do saber na América Latina. Em R. M. Marquetto & J. S. T. da Silveira (Orgs.), Produtos agroalimentares e desenvolvimento regional (Vol. II) (352–361). Santo Ângelo: FuRI.

Chaimsohn, F. P. & Souza, A. M. de. (2013). Sistemas de produção tradicionais e agroflorestais de erva-mate no centro-sul do Paraná e norte catarinense: Contribuições para a construção de um processo de indicação geográfica. Ponta Grossa.

Chang, M. Y. (1988). Sistema Faxinal - Uma Forma de Organização Camponesa em Desagregação no Centro-Sul do Paraná. Londrina: IAPAR.

Channell, D. F. (2017). A history of technoscience: Erasing the boundaries between science and technology. Londres & Nova York: Routledge, Taylor & Francis Group.

Coelho, G. B. & Almeida, J. (2021). Interdisciplinaridade ambiental e democracia pluralista: Uma reflexão a partir do conceito de agonismo de Chantal Mouffe. Revista Brasileira de Sociologia - RBS, 9(23), 9–34. DOI: 10.20336/rbs.669.

Cunico, C. & Prim, D. (Orgs.) (2018). Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná (Vol. 1). Curitiba: ITCG. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Zoneamento-Ecologico-Economico-ZEE.

Cutcliffe, S. H. (1989). Science, technology, and society studies as an interdisciplinary academic field. Technology in Society, 11(4), 419–425. DOI: 10.1016/0160-791X(89)90027-4.

Dagnino, R. (2009). "Ciência e tecnologia para a cidadania" ou Adequação Sócio-técnica com o Povo? Revista Tecnologia e Sociedade, 5(8), 1–23. DOI: 10.3895/rts.v5n8.2529.

Dagnino, R. (2019). Tecnociência solidária: Um manual estratégico. Marília: Lutas Anticapital.

Echeverría, J. (2003). La revolución tecnocientífica. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.

Embrapa Florestas (2014). Cultivo da Erva-Mate. Colombo: Embrapa Florestas. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/home.

Feenberg, A. (2010). Racionalização subversiva: Tecnologia, poder e democracia. Em R. T. Neder (Org.), A teoria crítica de Andrew Feenberg: Racionalização democrática, poder e tecnologia (67–95). Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina, CDS, UnB & Capes.

Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2022). Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2020-2021. Disponível em: https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/.

García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. Revista Latinoamericana de Metodologia de las Ciencias Sociales, 1(1), 66–101.

Gerhardt, M. (2013). História ambiental da erva-mate [Tese de doutorado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107480.

Heck, C. I. & de Mejia, E. G. (2007). Yerba Mate Tea (Ilex paraguariensis): A Comprehensive Review on Chemistry, Health Implications, and Technological Considerations. Journal of Food Science, 72(9), 138-151. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00535.x.

Heckhausen, H. (1972). Discipline and interdisciplinarity. Em L. Apostel, G. Berger, A. Briggs & G. Michaud (Orgs.), Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities (83–90). París: OCDE.

Iles, A., Graddy-Lovelace, G., Montenegro, M. & Galt, R. (2017). Agricultural Systems: Co-producing Knowledge and Food. Em U. Felt, C. A. Miller & L. Smith-Doerr (Orgs.),

The handbook of science and technology studies (943–972). Cambridge: The MIT Press.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022a). Produção Agrícola Municipal - PAM 2021. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022b). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS 2021. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2022). Módulo Fiscal. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal.

Klein, J. T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. Em R. Frodeman, J. T. Klein, & C. Mitcham (Orgs.), The Oxford handbook of interdisciplinarity (15–30). Oxford & Nova York: Oxford University Press.

Lacerda, A. E. B. (2022). Erva-mate sombreada: Sistemas para a recomposição do dossel e da diversidade via manejo da regeneração natural. Colombo: Embrapa Florestas. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1149021/1/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos376.pdf.

Leff, E. (2000). Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. Em A. Philippi Jr., C. E. M. Tucci, D. J. Hogan, & R. Navegantes (Orgs.), Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais (19–51). São Paulo: Signus Editora.

Linhares, T. (1969). História Econômica do Mate. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio.

Luiz, R. G. (2017). Conservação da biodiversidade, cultivo e produção de erva-mate no município de São Mateus do Sul - PR [Dissertação de mestrado]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2955

Marques, A. da C. (2014). As paisagens do mate e a conservação socioambiental: Um estudo junto aos agricultores familiares do Planalto Norte Catarinense [Tese de doutorado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Disponível em: http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/35824/R%20-%20T%20-%20ANESIO%20DA%20CUNHA%20MARQUES.pdf?sequence=1.

Maximiza Market Research (2022). Yerba Mate Market: Global Industry Analysis and Forecast (2022-2029). Disponível em: https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-yerba-mate-market/23486/.

Mazuchowski, J. Z. (1989). Manual da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hill.). Curitiba: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Mazuchowski, J. Z., Maccari Filho, A. & Bracht, M. J. (2000). Normativos Legais e as Prioridades para Pesquisas Tecnológicas na Cadeia Produtiva da Erva-Mate (Vol. 3). Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná.

Mazuchowski, J. Z. & Rucker, N. A. (1997). Erva-Mate - Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva. Documento Executivo. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.

Medrado, M. J. S. (2004). O futuro da investigação científica em erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/309589.

Montoya, A. R. (1892). Conquista espiritual hecha por los religiosos de la Compañía de Jesús en las provincias del Paraguay, Paraná, Uruguay y Tape. Bilbao: Imprenta del Corazón de Jesús.

Nimmo, E. R., Lacerda, A. E. B., Rosot, M. A. D., Carvalho, A. I. de, Gomes, E. P., Gomes, F. B., Nogueira, J. F. M. M., Luiz, R. G. & Gomes, T. (2022). Erva-mate sombreada: Sipam "Sistemas tradicionais e agroecológicos de erva-mate na Floresta com Araucária, Brasil". Colombo: Embrapa Florestas. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148740/1/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos374.pdf.

Nimmo, E. R. & Nogueira, J. F. M. M. (2019). Creating hybrid scientific knowledge and practice: The Jesuit and Guaraní cultivation of yerba mate. Canadian Journal of Latin American and Caribbean Studies / Revue canadienne des études latino-américaines et caraïbes, 44(3), 347–367. DOI: 10.1080/08263663.2019.1652018.

Oliveira, Y. M. M. de & Rotta, E. (1985). Área de distribuição natural de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.). Anais do X Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais: silvicultura da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.), 17–36. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/298088.

Penteado Junior, J. F. & Goulart, I. C. G. dos R. (2019). Erva 20: Sistema de produção para erva-mate. Brasília: Embrapa. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1106677/erva-20-sistema-de-producao-para-erva-mate.

Pereira, M. R. de M. (1996). Semeando iras rumo ao progresso: (Ordenamento jurídico e econômicos da Sociedade Paranaense, 1829-1889). Curitiba: Ed. UFPR.

Ricca, J. (2012). El mate. Buenos Aires: Sudamericana.

Serviço Florestal Brasileiro (2022). Consulta Pública - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Disponível em: https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index.

Thagard, P. (2017). Cognitive Science. Em R. Frodeman, J. T. Klein & R. C. S. Pacheco (Orgs.), The Oxford Handbook of Interdisciplinarity (188–200). Oxford: Oxford University Press. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198733522.001.0001.

Vienni Baptista, B. & Goñi Mazzitelli, M. (2021). Aportes para los estudios sobre interdisciplina y transdisciplina: Modalidades, estrategias y factores para la integración. Utopía y Praxis Latinoamericana, 26(94), 110–127. Disponível em: http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/654321/8412.

Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? Daedalus, 121–136. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/20024652.

World Bank (2022). PPP conversion factor, GDP (LCU per international $). Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP?view=chart.

World Integrated Trade Solution (2022). Mate exports by country in 2021. Disponível em: https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/ALL/year/2021/tradeflow/Exports/partner/WLD/product/090300.