

**Mapeamento da fragilidade ambiental e a manutenção dos serviços
ecossistêmicos em uma região de Mata-Atlântica no
Pontal do Paranapanema - SP**

*Mapping of environmental fragility and maintenance of ecosystem services in an
Atlantic Forest region in Pontal do Paranapanema-SP*

*Mapeo de fragilidad ambiental y mantenimiento de servicios ecosistémicos en una
región de Mata Atlántica en Pontal do Paranapanema-SP*

Vinicius Genaro

Professor Doutor, IFMS, Brasil.
vinicius.genaro@ifms.edu.br

José Paulo Peccinini Pinese

Professor Doutor, UEL, Brasil.
pinese@uel.br

Antonio Aledo

Professor Doutor, UA, Espanha.
antonio.aledo@ua.es

RESUMO

Os serviços ecossistêmicos (SE) são vitais para o bem-estar e a sobrevivência da humanidade, abrangendo uma variedade de benefícios fornecidos pela natureza, como formação de solos, controle de erosão, regulação do clima, armazenamento de carbono, ciclagem de nutrientes, provisão de água, manutenção do ciclo de chuvas, proteção da biodiversidade e muito mais. Teodoro Sampaio, situado entre os rios Paraná e Paranapanema, abriga um extenso trecho de Mata Atlântica, servindo como refúgio para espécies ameaçadas. A região, no entanto, enfrenta desafios ambientais significativos devido às atividades econômicas, como hidrelétricas, agropecuária extensiva e o crescimento do agronegócio com influência estrangeira. O estudo buscou avaliar a fragilidade ambiental dessas áreas produtoras de SE, combinando a fragilidade potencial com o uso da terra. Foram considerados fatores como geomorfologia, clima, pedologia e uso do solo. Cada variável recebeu uma classificação de fragilidade (fraca, média ou forte), e esses dados foram combinados no software QGIS com peso igual para produzir um mapa de fragilidade ambiental. Esse mapa identificou níveis que variam de Muito Fraco a Muito Forte em termos de erosão linear e, consequentemente, na capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços essenciais para o desenvolvimento da região.

PALAVRAS-CHAVE: Fragilidade ambiental. Serviços ecossistêmicos. Desenvolvimento sustentável.

SUMMARY

Ecosystem services (SE) are vital to the well-being and survival of humanity, encompassing a variety of benefits provided by nature, such as soil formation, erosion control, climate regulation, carbon storage, nutrient cycling, water provision, rainfall cycle maintenance, biodiversity protection, and more. Teodoro Sampaio, located between the Paraná and Paranapanema rivers, is home to an extensive stretch of Atlantic Forest, serving as a refuge for endangered species. The region, however, faces significant environmental challenges due to economic activities such as hydroelectric dams, extensive farming, and the growth of foreign-influenced agribusiness. The study sought to assess the environmental fragility of these SE-producing areas, combining potential fragility with land use. Factors such as geomorphology, climate, pedology and land use were considered. Each variable received a frailty rating (weak, medium, or strong), and these data were combined in the QGIS software with equal weight to produce a map of environmental fragility. This map identified levels ranging from Very Weak to Very Strong in terms of linear erosion and, consequently, in the ability of ecosystems to provide essential services for the development of the region.

KEYWORDS: Environmental fragility. Ecosystem services. Sustainable development.

RESUMEN

Los servicios ecossistémicos (SE) son vitales para el bienestar y la supervivencia de la humanidad, abarcando una variedad de beneficios proporcionados por la naturaleza, como la formación del suelo, el control de la erosión, la regulación del clima, el almacenamiento de carbono, el ciclo de nutrientes, el suministro de agua, el mantenimiento del ciclo de lluvia, la protección de la biodiversidad y más. Teodoro Sampaio, ubicado entre los ríos Paraná y Paranapanema, alberga una extensa extensión de Mata Atlántica, que sirve como refugio para especies en peligro de extinción. La región, sin embargo, enfrenta importantes desafíos ambientales debido a actividades económicas como represas hidroeléctricas, agricultura extensiva y el crecimiento de la agroindustria influenciada por el extranjero. El estudio buscó evaluar la fragilidad ambiental de estas áreas productoras de SE, combinando la fragilidad potencial con el uso de la tierra. Se consideraron factores como la geomorfología, el clima, la pedología y el uso de la tierra. Cada variable recibió una calificación de fragilidad (débil, media o fuerte), y estos datos se combinaron en el software QGIS con igual peso para producir un mapa de fragilidad ambiental. Este mapa identificó niveles que van desde Muy Débiles a Muy Fuertes en términos de erosión lineal y, en consecuencia, en la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios esenciales para el desarrollo de la región.

PALABRAS CLAVE: Fragilidad ambiental. Servicios ecossistémicos. Desarrollo sostenible.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país mundialmente reconhecido por sua grande extensão territorial e pela exuberante beleza natural que compõe seu rico mosaico de paisagens, resultantes da complexa interação entre os diferentes ecossistemas aqui existentes. Do ponto de vista histórico, a estrutura econômica do Brasil esteve intimamente vinculada às transformações no uso da terra, e, por conseguinte, à exploração dos recursos naturais (e.g., FURTADO, 1974, PRADO JR, 1998), evidenciando que caráter predatório dos recursos viria a ser uma das características mais marcantes dos modelos de desenvolvimento econômico adotados pelo Brasil ao longo do tempo. Devido à sua magnitude espacial, o país consegue comportar um mostruário bastante completo das principais paisagens e ecologias do Mundo Tropical (AB´SABER, 2003). Estima-se que entre 15 e 20% das 1,5 milhão de espécies catalogadas no planeta Terra possam ser encontradas em nossos ecossistemas, condição que nos eleva à posição de principal país entre os detentores de *megadiversidade* do planeta (LEWINSOHN & PRADO, 2000). Segundo a concepção de Alho (2012, p151), “em países considerados detentores de alta biodiversidade e de grande extensão territorial, a exemplo do Brasil, a questão da biodiversidade tem enorme relevância, de importância estratégica e destaque político no contexto global”; uma vez que, os ecossistemas e todo o capital natural são ativos produtivos compartilhados por toda a sociedade humana, o que pressupõe a necessidade de gestão eficiente, racional e sustentável deste portfólio natural (ANDRADE & ROMEIRO, 2009).

Entre os padrões para o reconhecimento do nível de desenvolvimento de um país, Ab´Saber (2003, p10) destaca “a capacidade do seu povo de preservar os recursos, o nível de exigência e o respeito ao zoneamento das atividades, bem como a própria busca de modelos capazes de valorizar e renovar de maneira adequada os recursos naturais”. Essa ampla reserva de recursos naturais, confere ao Brasil vantagens comparativas e competitivas no contexto econômico, no entanto, a forte inserção brasileira no comércio internacional e a crescente preocupação mundial com os problemas ambientais desafiam o país a construir uma política de integração entre o setor produtivo e o meio ambiente. Em relação aos países subdesenvolvidos, Wu et al., (2020) entendem que a contradição e o conflito entre a conservação ecológica e o desenvolvimento dos meios de subsistência são particularmente proeminentes. O principal argumento dos autores é “que a maior parte das áreas de conservação estão localizadas em regiões pobres onde utilização de recursos é limitada por práticas de conservação ecológica” (WU et al., 2020; p1). Por outro lado, a crescente demanda global por bens e serviços, evidencia um aumento da pressão sobre os recursos ambientais, consequentemente, risco de impactos econômicos e sociais negativos (DNI, 2021; WWF, 2020; FAO, 2019; TEEB,2010; MEA, 2005).

Com o avanço das questões ambientais, a sociedade tem se tornado cada vez menos tolerante com externalidades negativas e, por essa razão, as decisões de consumo começam a privilegiar negócios e produtos mais sustentáveis. Segundo Leff (2015, p15), “a sustentabilidade ecológica aparece como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana”. Além disso, notam-se exigências ambientais mais rigorosas para determinados produtos, principalmente em mercados internacionais, como a União Europeia, e tal restrição recai principalmente sobre os países exportadores (GVces, 2017).

O Brasil, sendo um dos mais importantes produtores de alimento do mundo, tem pela frente um grande desafio de manter o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo

tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais. A manutenção da biodiversidade e dos 'SE' associados, confere ao país uma enorme oportunidade de promover a prosperidade socioeconômica e incluir o país em uma agenda global para o setor agropecuário que esteja alinhado com o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o Ministério do Meio Ambiente objetiva promover, além da conservação, a recuperação de áreas degradadas, com ênfase nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs), por meio de pesquisa e instrumentos de adequação e regularização ambiental de imóveis rurais, com base na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Para tanto, destacam-se as seguintes ações: i) implementar novos Centros de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRADs) nos biomas brasileiros; ii) estabelecer métodos de recuperação de áreas degradadas para os biomas; iii) instituir o *Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg)*, cujo objetivo visa ampliar e fortalecer as políticas públicas, incentivos financeiros, mercados, boas práticas agropecuárias e outras medidas necessárias para a recuperação da vegetação nativa de, pelo menos, 12 milhões de hectares até 2030, principalmente em áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), mas também em áreas degradadas com baixa produtividade.

Diante do cenário que vem sendo projetado para as próximas duas décadas em relação às atividades econômicas ligadas ao consumo e a utilização de recursos, um dos maiores desafios dentro da temática ambiental e de gestão que se apresentam para a comunidade acadêmica e para todas as esferas de governança, diz respeito aos nexos envolvendo a tríade água, energia e alimento (TURETTA, 2019; OECD, 2012; FAO, 2011; MARSH & GROSA, 2005). Devido ao rápido crescimento populacional e econômico em combinação com a urbanização acelerada e a mudança de estilo de vida, a demanda por água, energia e alimentos (AEA) tendem a seguir aumentando. Em contrapartida, os recursos naturais são bens finitos, o que aumenta ainda mais o desafio que os governantes e tomadores de decisão terão em garantir a segurança hídrica, energética e alimentícia de maneira igualitária em diferentes regiões, seja em nível regional, nacional ou global. Além disso, a demanda crescente vai tornar alguns recursos naturais raros e cada vez mais estratégicos, aumentando a disputa pelo controle de sua extração e beneficiamento. Conforme analisou Martinez Alier (2018, p9) "a maior tensão decorre da expansão da produção sobre uma base material que não se expande e que está distribuída pelo planeta segundo processos naturais". Nesse sentido, o primeiro passo na direção da adoção de políticas para gestão sustentável dos ecossistemas deve ser o de incrementar o conhecimento humano sobre a dinâmica ecológica e as complexidades que envolvem os ecossistemas (BENNET et al., 2005). Esse conhecimento é de suma importância uma vez que qualidade de vida, as atividades econômicas e a coesão das sociedades humanas são profunda e irremediavelmente dependentes dos serviços gerados pelos ecossistemas, fato que justifica o estudo da dinâmica de geração dos SE e suas interações com as variáveis humanas (ANDRADE & ROMEIRO, 2009).

A partir do último quarto do século XX, os países latino-americanos experimentaram um modelo de exploração dos recursos primários que Herrera & Torrent (2015) classificaram como *neoextrativismo*¹. Após a Segunda Guerra Mundial, as políticas neoliberais dos anos 1970

¹ O conceito de neoextrativismo refere-se a uma estratégia econômica adotada por alguns países, especialmente na América Latina, que combina elementos do extrativismo tradicional (a exploração intensiva de recursos naturais, como petróleo, minerais e agricultura de larga escala) com políticas econômicas neoliberais. Essa abordagem surgiu como uma resposta às políticas econômicas predominantes nas décadas de 1970 e 1980 em muitos países da região. Esse cenário configura os quadros de uma desapropriação *ecoterritorial* extensa e intensiva, sob a premissa do "crescimento para o desenvolvimento", resultando em uma marginalização estrutural de grandes setores da população em detrimento de interesses financeiros, corporativos e empresariais. Além das dimensões das

e 1980 promoveram a abertura dos mercados e a desregulação econômica, facilitando a entrada de empresas multinacionais no setor de recursos naturais, muitas vezes em detrimento de regulamentações ambientais e sociais rigorosas. No caso brasileiro, as políticas neoliberais dos anos 70 e 80 desempenharam um papel importante na promoção da exploração de recursos naturais em prol do desenvolvimento econômico. Entretanto, “essa condição estrutural vem gerando uma importante dissidência social, focando seu discurso sobre ‘crescimento’ e “eficiência”, mas sem um debate ideológico que exceda as margens da economia” (HERRERA & TORRENT, 2015, P441).

1.1 Justificativa e Objetivos

A cidade de Teodoro Sampaio faz parte do grupo dos trinta e dois municípios que compõe a região do Pontal do Paranapanema (PP daqui em diante) e que servirá de plano de fundo dessa investigação. Localizada na confluência dos rios Paraná e Paranapanema, no oeste do estado de São Paulo, divisa com os estados de Mato Grosso do Sul (MS) e Paraná (PR), o local é berço dos movimentos sociais de luta pela reforma agrária no Brasil. Sua ocupação foi tardia (MONBEIG, 1984), caracterizada pela apropriação irregular de terras públicas (LEITE, 1981) e marcada por uma série de violentos conflitos socioterritoriais (SAMPAIO, 1890) e impactos ambientais significativos (BOIN, 2020) que colocam em risco o desenvolvimento regional (SANTOS & COCA, 2017). Embora a região oeste do estado de SP tenha sido tardiamente ocupada em relação à porção centro-oriental, a área passou por rápidas e severas modificações das paisagens naturais em decorrência da introdução das culturas agrícolas. “*Le grand marché*”, conforme definiu Monbeig (1984) em meados da década de 1940, se caracterizou como uma conquista durante todo o processo; onde o homem, sujeito dessa marcha, surge como um verdadeiro invasor. Conforme relatou Sampaio (1890, p106) “essa gente vai assim, invadindo o sertão e desalojando incessantemente o bugre”. De acordo com Leite (1998) até meados do século XIX a região era território indígena habitado por povos das etnias Xavante, Kaingang e Kaiowá.

Com uma população de 22.173 habitantes e uma área de 2750Km², é considerado o maior município paulista em extensão territorial (IBGE,2022), responsável por abrigar o *Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD)*, maior fragmento de Mata-Atlântica do interior de SP, que serve de refúgio para diversas espécies animais e vegetais ameaçadas de extinção, como o mico-leão-preto e a peroba rosa. Toda essa riqueza natural, confere ao município, importância fundamental no fornecimento e manutenção dos SE, e por manter o equilíbrio ecológico na região. Estudos pretéritos demonstraram que todo o local da área de estudos se encontra ambientalmente bastante fragilizada, em decorrência das características fisiográficas, associadas às atividades econômicas desenvolvidas no local, como a produção hidrelétrica, agropecuária extensiva e a expansão do agrohidronegócio por meio de grandes grupos empresariais tanto de capital nacional como internacional (e.g., BARRETO & THOMAZ JR, 2014).

transformações, que em muitos casos envolvem apenas especulação monetária e rentismo, e como a nova posição produtiva (...) é importante observar como as ações e relações de atores como o Estado, a iniciativa privada e as organizações sociais se expressam em termos territoriais, pois essa condição estrutural vem gerando uma importante dissidência social, focando seu discurso sobre “crescimento” e “eficiência”, mas sem um debate ideológico que exceda as margens da economia (HERRERA & TORRENT, 2015, P441).

Assim como boa parte dos municípios da região do Pontal do Paranapanema, Teodoro Sampaio vivenciou um ciclo desenvolvimentista durante as décadas de 1970 e 1980, que teve na construção de usinas hidrelétricas no rio Paraná e Paranapanema o seu apogeu. Essas usinas tiveram um papel importante na dinâmica regional, sobretudo no período de sua construção, com a criação de empregos e o aumento da população nos municípios envolvidos (SOUZA, 2002). Em contrapartida, os mesmos empreendimentos causaram impactos sociais e ambientais que resultaram na saída das populações ribeirinhas e ilhéus, que praticavam a agricultura de subsistência e comercial, a pesca, entre outras atividades (MENDES, 2005). Além disso, em meados de 1970, os municípios de Teodoro Sampaio, Santo Anastácio, Narandiba, Caiuá, Regente Feijó e Caiabu receberam as primeiras unidades canavieiras da região, quando grandes latifundiários da região – atraídos pelos incentivos fiscais e financeiros advindos do governo federal por meio do *Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL)* – enxergaram uma oportunidade de valorização de suas terras (BARRETO & THOMAS JR, 2014; p288-289).

Recentemente, no dia 08 de janeiro de 2021 foi apresentado pelo governo do estado o *Programa de Desenvolvimento para a Região do Pontal do Paranapanema (Pontal 2030)*², com o intuito de alinhar políticas públicas para a melhoria dos indicadores sociais, econômicos e ambientais dos trinta e dois municípios da 10ª Região Administrativa (Presidente Prudente). Com a colaboração de prefeituras, sociedade civil, universidades e parcerias privadas, o projeto propõe algumas intervenções estatais destinadas sobretudo, a prover as infraestruturas e serviços de apoio ao desenvolvimento de cadeias produtivas, conferindo forte orientação setorial ao Programa, assim como ações de desenvolvimento humano para garantir um planejamento de melhoria dos indicadores municipais para a segunda região com o menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do estado.

Após analisarem a área de estudos, Santos & Coca (2017; p64) concluíram que “os grandes dilemas da sociedade atual podem ser compreendidos pela ausência de estudos e ações integradas que abarquem todos os aspectos da realidade, sejam eles ambientais, sociais, econômicos ou políticos”. Segundo os autores, os aspectos econômicos e políticos geralmente são privilegiados em detrimento dos aspectos sociais e ambientais, no contexto do sistema capitalista. Do ponto de vista do planejamento territorial, a avaliação dos SE fornece uma visão geral, discriminando os custos e os benefícios de diversas políticas diferentes e ressaltando a melhor estratégia local para melhorar o bem-estar humano e a sustentabilidade econômica. Além disso, “essa abordagem também ajuda a combater a pobreza, pois ela evidencia a distribuição dos recursos escassos e essenciais e também os serviços dos quais as pessoas dependem” (TEEB, 2010; p4).

Partindo da hipótese, de que os projetos de desenvolvimento regional baseados no modelo neoliberal que até então foram empregados na área de estudos estão atuando em dissonância com o capital natural e humano, o presente trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento da fragilidade ambiental dos serviços ecossistêmicos de suporte e provisão no município de Teodoro Sampaio com a intenção de contribuir para ações relacionadas ao planejamento ambiental, preservação de áreas de proteção ambiental e gestão de recursos naturais.

² <https://pontal2030.sdr.sp.gov.br/>

2 METODOLOGIA

2.1 Mapeamento da fragilidade ambiental dos serviços ecossistêmicos de suporte e provisão

A busca por informações sobre a distribuição dos recursos naturais foi essencial para o desenvolvimento da sociedade. Com o avanço tecnológico, o geoprocessamento se torna uma ferramenta valiosa para o tratamento de informações geográficas, melhorando as análises de dados ambientais que impactam as decisões em várias áreas das ciências naturais e geociências. De acordo com Ross (ROSS, 1994; p64), “os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem a intervenção das ações humanas”. O diagnóstico da fragilidade ambiental por sua vez, é um tema fundamental para o planejamento ambiental, pois indica as reações de um determinado ambiente e subsidia a escolha de ações para a preservação ou melhoria ambiental da área em foco (TROMBETA et al., 2014). Portanto, para que os objetivos propostos pudessem ser satisfatoriamente contemplados, a metodologia utilizada no trabalho envolveu a avaliação da fragilidade ambiental das áreas produtoras de serviços ecossistêmicos de suporte e provisão no interior da área de estudos. Para isso, foram seguidos os seguintes procedimentos:

1. *Seleção de Variáveis:* Com base na metodologia proposta por Ross (1994), foram escolhidas variáveis geográficas relevantes, incluindo geomorfologia, clima, pedologia e uso e ocupação da terra, que desempenham um papel fundamental na avaliação da fragilidade ambiental. Essa, por sua vez, é avaliada de acordo com a vulnerabilidade à erosão, onde a análise empírica dessa fragilidade é resultado da análise integrada de características do relevo (gênese, morfologia, morfometria e morfodinâmica), tipos de solo, litologia, cobertura vegetal, uso da terra e pluviometria, podendo ser expressa através da seguinte equação:

$$FP = \frac{G + R + S + Vg + C}{5}$$

Onde: FP = Fragilidade Potencial; G = Geomorfologia; R = Geologia; S = Solos; Vg = Vegetação; C = Clima

2. *Atribuição de Valores de Fragilidade:* Cada uma das variáveis selecionadas recebeu uma classificação de fragilidade, com valores atribuídos de 1, 2 ou 3, indicando grau de fraca, média ou forte, que foram cruzadas para identificar o grau de fragilidade potencial e emergente do relevo. Os mapas de fragilidade emergente ou ambiental são um pouco mais complexos, pois resultam da combinação entre o mapa de fragilidade potencial e a carta de uso e ocupação do solo. O Mapa de Uso e Ocupação, foi elaborado a partir da classificação das imagens no formato *raster* do satélite *Landsat 8*, cuja imagem possui data de passagem referente ao dia 31/08/2020, tendo sido obtida através do site *Earth Observing System*³. Como parte do processo de elaboração dessa carta, após o tratamento da imagem e recorte da área de estudo, foram identificadas diferentes formas de uso e ocupação presentes dentro dos limites municipais, na qual foram posteriormente selecionados dezoito pontos de amostragem para a realização da

³ Disponível em <www.eos.com>, acessado em 05/11/2020.

classificação supervisionada. Esses pontos foram escolhidos com base na carta de fragilidade potencial, onde foram priorizados a escolha de pelo menos dois pontos dentro de cada grau de fragilidade, além da heterogeneidade territorial, para que fosse coberta a maior parte possível da área trabalhada. Para aprimorar a acurácia dos dados obtidos através do sensoriamento remoto, no dia 28/10/2020 foi realizada uma incursão junto a área de estudos para a realização de um teste de coerência dos pontos com a realidade do terreno. Em seguida, foram definidas seis classes de uso, onde a cada uma delas foi atribuído “graus de proteção”, que variam acordo com a cobertura vegetal, conforme propôs Ross (1994), cujo resultado pode ser observado no quadro 1.

Quadro 1 - Definição das classes de uso da terra no município de Teodoro Sampaio, SP (2020).

Classes de Uso	Definição	Grau de Proteção
1. Vegetação Nativa	Área correspondente a fragmentos de Mata Atlântica; sejam elas: naturais, naturais destinados à APP ou reserva legal e florestas plantadas.).	Muito Alta
2. Canavial	Áreas destinadas ao cultivo de cana-de-açúcar	Alta
3. Pastagem	Áreas com cobertura de espécies forrageiras destinadas ao pastoreio de gado. Inclui as áreas naturais, plantadas em boas condições e plantadas em más condições	Média
4. Urbano	Área que compreende o tecido urbano de Teodoro Sampaio e, o distrito de Planalto do Sul.	Baixa
5. Solo Exposto	Áreas com déficit de cobertura vegetal e áreas que apresentam processos erosivos (voçorocas e ravinamento).	Muito baixa
6. Água	Está relacionado às “massas d’água”, como lagos e lagoas.	-

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Ross (1994).

- 3 *Análise Multicritério*: Utilizando a ferramenta *Weighted Sum Raster Overlay* no software *QGIS 3.4*, os dados das variáveis foram combinados no formato *raster (.TIFF)*, com cada variável tendo um peso atribuído, que, neste caso, foi atribuído um peso igual de 50% para cada um dos mapas temáticos (fragilidade potencial e uso e ocupação do solo). Esse recurso permite realizar a análise multicritério entre dados qualitativos (subjetivos) e quantitativos (objetivos), representando um avanço em relação ao cruzamento de diferentes *layers*. Do ponto de vista de Traficante (et al., 2017), sua aplicação na tomada de decisão pode ser muito útil, pois fornece uma ferramenta adequada para tomadores de decisão em situações complexas. Critérios quantitativos e qualitativos podem ser usados para estruturar problemas heterogêneos na forma de hierarquia, comparações entre pares e ponderação de critérios. Como resultado desse processo, foi gerado o Mapa de Fragilidade Emergente (Ambiental). O resultado final apresentou cinco níveis de fragilidade ambiental junto à área de estudos, sendo: muito baixa, baixa, moderada, forte e muito forte, ainda de acordo com a metodologia proposta por Ross (1994), referente à análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Esse, por sua vez, utilizou-se da abordagem baseada nos estudos de Unidades Ecodinâmicas, conceito desenvolvido por Tricart (1977), onde o autor sistematiza uma hierarquia

nominal de fragilidade representada por valores ou pesos: muito fraca (peso 0), fraca (peso 1), média (peso 2), forte (peso 4) e muito forte (peso 5).

- 4 *Definição dos serviços ecossistêmicos:* Com base nos conhecimentos prévios da área de estudos, dos dados socioespaciais e nos trabalhos de Constanza (1997), MEA (2005) e Burkhard et al. (2012), foi elaborada a matriz de classificação dos níveis de fragilidade ambiental dos serviços ecossistêmicos de suporte e provisão de acordo com os tipos de uso do solo referente a Teodoro Sampaio. No total, foram identificados dez SE, sendo quatro na categoria Suporte e outros seis serviços de Provisão, considerados fundamentais para o desenvolvimento das atividades econômicas e sociais do local (Figura 1).

Figura 1 – Serviços ecossistêmicos de Suporte e Provisão encontrados em Teodoro Sampaio, SP.

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS					<i>Serviços de Suporte</i>
	Fomação de solo e ciclagem de nutrientes	Habitat & refúgio	Reposição de aquífero	Controle biológico	<i>Serviços de Provisão</i>
					
Recursos genéticos	Produção vegetal (agricultura)	Produção animal (agropecuária)	Alimento (peixe)	Bioenergia (cana-de-açúcar)	Água

Fonte: GENARO, 2020.

Através da análise do Mapa de Fragilidade Emergente (Figura 22), foi possível selecionar os pontos que apresentavam maior grau de fragilidade em relação às características naturais mais as atividades humanas. Com o auxílio da Carta de Uso e Ocupação do Solo do ano de 2020, foram observadas qual (is) atividade (s) era (m) desenvolvidas naquele local e, dessa maneira foi possível estabelecer quais atores sociais e/ou atividades econômicas estão envolvidos na utilização de determinados serviços prestados por aquela fração de espaço natural. Ainda com a ajuda desses dois mapas, também foi possível estabelecer o grau de fragilidade ambiental (Muito fraco; Fraco; Moderado; Forte e Muito Forte) apresentado por cada 'SE' em relação aos diferentes tipos de uso do solo apresentados no município. Finalmente,

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim como ocorre com grande parte das cidades do Pontal do Paranapanema, Teodoro Sampaio se encontra em uma inflexão delicada quanto às decisões que definirão o futuro próximo do município, uma vez que os modelos de desenvolvimento implementados na região se mostram insustentáveis, associados com questões de cunho socioterritoriais, fizeram do local

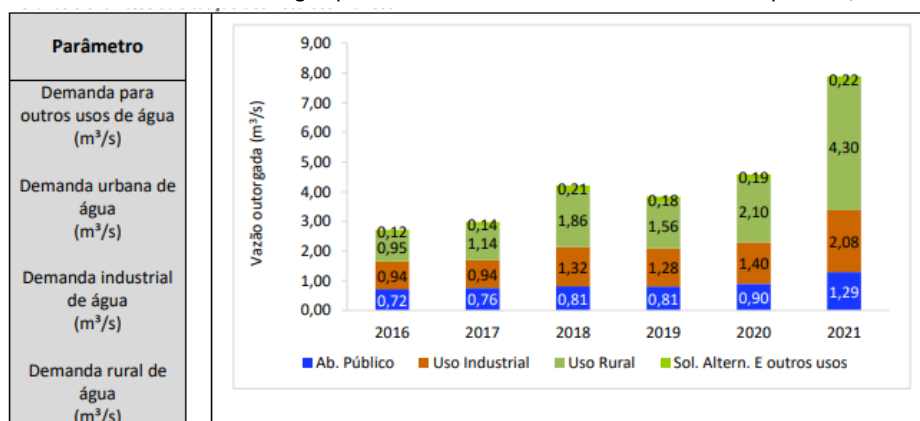
um *socioespaço de conflito*⁴. Tanto a produção de hidroeletricidade como as atividades ligadas ao setor agropecuário e sucroalcooleiro, tornaram-se inviáveis do ponto de vista socioambiental, pois, além de serem atividades que consomem recursos naturais de maneira excessiva, também se utilizam da maior parte do território e geram pouquíssima renda para a população local em decorrência do baixo número de empregos que os setores oferecem (GENARO, 2020). Em contrapartida, as externalidades decorrentes da degradação dos serviços dos ecossistemas – considerada a diminuição da capacidade que um ecossistema tem de fornecer serviços – tem recaído de forma desproporcional sobre as populações mais pobres, que nesse caso são os assentados de reforma agrária. Esse fator vem contribuindo para o aumento das desigualdades e disparidades entre diferentes grupos da população, sendo por vezes o principal fator gerador de pobreza e conflitos sociais. Além dos históricos conflitos socioterritoriais pela terra, a área de estudos também vem apresentando alguns conflitos relacionados à apropriação e privatização dos recursos hídricos (e.g., OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA & CARVALHAL, 2012), tendo o setor do agronegócio como vetor (THOMAS Jr, 2010).

A bacia hidrográfica é uma unidade geográfica fundamental para a gestão e o planejamento de recursos hídricos e ambientais, abordando questões complexas relacionadas à água, meio ambiente, sociedade e economia em uma escala que considera as interações naturais e humanas. Nesse sentido, compreender a bacia hidrográfica como parte essencial do planejamento e gestão de recursos naturais revela sua complexidade, que vai além de uma análise superficial do território, possibilitando a identificação das interações entre os elementos da paisagem e os processos de sua formação, revelando a interligação dinâmica entre natureza e sociedade (ARAÚJO & PINESE, 2004).

Com uma área de drenagem de aproximadamente 12.395Km², a UGRH-22 (Pontal do Paranapanema) – da qual faz parte Teodoro Sampaio – possui quatro grandes usinas hidrelétricas (UHE): Engenheiro Sergio Mota, no Rio Paraná; além de Taquaruçu, Rosana e Capivara, no Rio Paranapanema, registrando 25% de áreas inundadas, valor que corresponde ao maior percentual do estado de São Paulo (CBH-PP). O gráfico 1, a seguir, mostra a demanda de água de acordo com os diferentes setores econômicos.

⁴ "Um socioespaço de conflito é um campo de forças formado pelos atores e pela rede de relações sociais que mantêm entre si, que disputam o controle de um conflito gerado pelo surgimento de um problema socioambiental" (ALEDO, 2018, p64; tradução nossa). Ainda segundo o autor, um socioespaço de conflito pode ser um conjunto de relações de um grupo *ex novo*, conformado por diferentes partes interessadas (*stakeholders*) que lutam pelo controle do processo de tomada de decisões relacionado com um problema ambiental em disputa. Nesse sentido, qualquer problema socioambiental pode se transformar em um conflito social uma vez que as partes interessadas discutem e questionam a distribuição desigual dos efeitos positivos e negativos que o problema gera.

Gráfico 1. Demanda de água por setores econômicos no Pontal do Paranapanema, SP.



Fonte: CBH-PP, 2022.

Diversos estudos demonstram que longo das últimas duas décadas os solos da UGRH22 se encontram altamente comprometidos e suscetível a processos erosivos (LEAL, 2000; BARONE et al., 2007; MOROZ, 2017). Todos esses fatores somados ao alto grau de suscetibilidade a erosão apresentado naquela área colocam em risco a capacidade do ecossistema de apoiar a promoção das atividades econômicas mais importantes da região.

[...] a conjugação de fatores relativos às características do meio físico, aliada à ocupação agressiva do Oeste Paulista, fez com que esta região se tornasse uma das áreas com maior número e maior diversidade de atuação de processos erosivos no estado de São Paulo. Os graves problemas ambientais que ocorrem no Oeste Paulista tais como: poluição das águas superficiais; comprometimento das águas subterrâneas; exaustão e erosão do solo; assoreamento dos rios; extinção da flora, da fauna e da ictiofauna, causados pelas atividades humanas, nunca ameaçaram tanto a qualidade de vida e a própria sobrevivência do homem, neste espaço geográfico (BOIN, 2000).

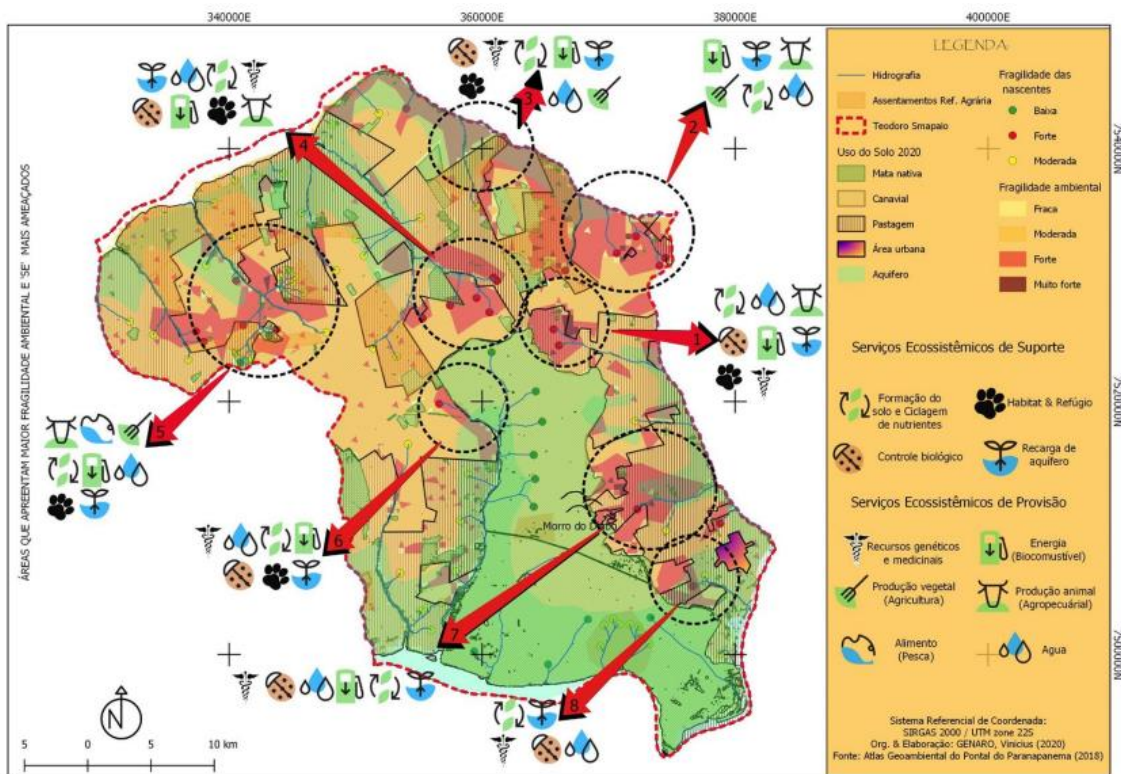
No mapeamento do município de Teodoro Sampaio, foram identificadas 5 classes de uso e cobertura do solo, onde é possível observar um predomínio das atividades agrícolas no município, que cobrem aproximadamente 64% do território; outros 37% desse valor, que equivale a 60 mil ha corresponde às pastagens destinadas a atividade agropecuária. As atividades destinadas ao setor do agrohídronegócio ocupam outros 25% do território municipal. A área correspondente à zona urbana é irrelevante em comparação à zona rural, abrangendo ínfimos 539,86 hectares, ou seja, 0,35% da área territorial total de Teodoro Sampaio. De acordo com dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017), as culturas permanentes ocupam uma ínfima porção do território e baixíssimo valor de produção, o que torna a atividade pouco determinante para a economia local, que tem como atividade principal o agronegócio. A maior parte dessas culturas permanentes são estão localizadas no território destinado aos assentamentos de reforma agrária e outra parte na porção sul do município, às margens do Rio Paranapanema, onde se encontram as comunidades tradicionais que já habitavam a área antes do represamento das águas do rio para a construção da UHE de Taquaruçu, situada 40Km à montante.

De acordo com o *Relatório de Gestão 2019*, apresentado pela China Tree Gorges (CTG-Brasil) empresa que administra a concessão das usinas hidrelétricas no rio Paranapanema, nos últimos anos, as hidrelétricas têm gerado abaixo de suas garantias físicas devido a períodos de hidrologia e secas cada vez mais prolongadas e severas. A situação se mostra extremamente

preocupante uma vez que no Brasil, estão previstos cenários de clima mais extremos, com secas, inundações e ondas de calor mais severas e frequentes (PBMC, 2014). Além disso, o aquecimento da atmosfera pode acarretar mudanças nos padrões de precipitação, afetando a disponibilidade e a distribuição temporal das vazões dos rios. Este possível cenário de variabilidade hídrica deve ser ainda mais pressionado pela elevação da demanda por água, por consequência do crescimento populacional e desenvolvimento do país (ANA, 2010).

Apesar de ainda apresentar uma elevada capacidade de fornecer SE, o meio físico tem se tornado cada vez mais frágil em consequência das ações antrópicas que avançam sobre os fragmentos naturais. A maior fonte de capital natural da cidade, o Parque Estadual do Morro do Diabo (PEMD), vem sofrendo intensas pressões (Figura 2) – sobretudo nas bordas leste, nordeste e noroeste –, promovidas pela expansão do agrohidronegócio e da agropecuária.

Figura 3 – Mapa de Fragilidade ambiental dos serviços ecossistêmicos em Teodoro Sampaio, SP.



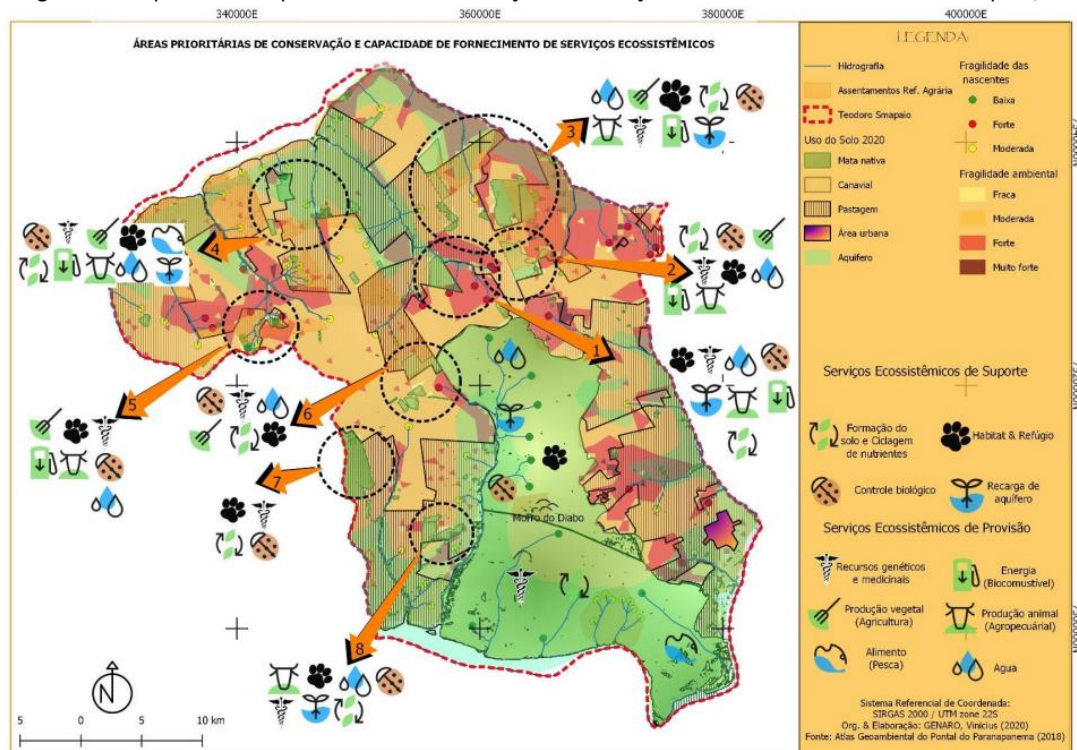
Fonte: GENARO, 2020

Apesar de estar sofrendo intensa pressão – sobretudo, nas vertentes leste, nordeste e noroeste –, o PEMD continua a ser um elemento chave como fonte de provisão e manutenção de um grande número de SE para a região. Nota-se também, que os ecossistemas que produzem maior diversidade de serviços são aqueles nos quais se encontram mais próximos a fragmentos florestais. Com seus mais de 30 mil hectares de extensão, o Parque Estadual do Morro do Diabo mostrou ser um exemplo claro da importância de conservar os ecossistemas como meio de reserva e produção de capital natural. As redes de drenagem que se encontram em melhores condições de conservação se encontram no interior do parque. É notória a influência da cobertura vegetal no estado de conservação dos recursos hídricos, sobretudo nas áreas de nascente, como mostra a figura anterior. No sentido Sul – Norte, todas as nascentes que se

encontram nos limites do PEMD apresentam Baixo grau de fragilidade ambiental, enquanto as demais, cujas coberturas são pasto ou cana, sem encontram com graus moderado, Forte e Muito Forte. As maiores áreas de recarga de lençol freático também seguem os canais fluviais, adentrando pelas bordas sudeste e principalmente sul e sudoeste, onde se encontram as terras alagadas que dão acesso ao Rio Paranapanema.

A Figura 3 representa as áreas que dependem de uma boa gestão, pois são as áreas com maior capacidade de gerar diferentes tipos de serviços ecossistêmicos. É possível ver também quais são os tipos de atividade econômica (uso do solo) que atua em cada um dos pontos.

Figura 3 – Mapa das áreas prioritárias de conservação dos serviços ecossistêmicos em Teodoro Sampaio, SP.



Fonte: GENARO, 2020

A matriz dos serviços ecossistêmicos e das atividades econômicas envolvidas na exploração dos mesmos, aparece como complemento do material cartográfico. Através desse material é possível associar de quais ‘SE’ as principais atividades estão se beneficiando. Ao analisá-lo, nota-se claramente que a agricultura é o setor da sociedade que mais depende dos serviços ecossistêmicos no interior da área de estudos, sejam eles de suporte ou provisão. A agroindústria, assim como as atividades agropecuárias se utilizam majoritariamente dos serviços de suporte, enquanto as áreas urbanas e o setor industrial são grandes consumidores dos serviços ecossistêmicos de provisionamento. Esse fenômeno pode estar associado ao papel que as agroindústrias alimentícias que se encontram na região do Pontal desempenham na região oeste do estado de São Paulo. Da mesma maneira, a água doce que é considerada um ‘serviço de provisão’, foi junto com a ‘recarga de aquífero’ (serviço de suporte) os únicos dois ‘SE’ das quais todas as atividades dependem diretamente. O ambiente urbano e as indústrias por sua vez, se destacam pelo grande consumo de ‘SE’ de provisão, enquanto a agropecuária e o agroindústriário tendem a se apropriar mais dos serviços de suporte (Quadro 2).

Quadro 2- Matriz dos serviços ecossistêmicos e atividades econômicas em Teodoro Sampaio, SP.

Serviço Eossistêmico	Atividades econômicas (Usuários dos serviços ecossistêmicos)						
	Cidade	Indústria	Agropecuária	Agricultura	Pesca	Setor hidrelétrico	Agrohidronegócio
Formação de solo e ciclagem de nutrientes*			x	x			x
Habitat e refúgio*			x	x			x
Reposição de aquífero*	x	x	x	x	x	x	x
Controle biológico*				x	x	x	x
Recursos genéticos**	x	x	x	x			x
Produção vegetal (alimentos)**	x	x		x			
Produção animal (alimentos)**	x	x		x			
Alimento** (peixe)	x	x		x	x		
Bioenergia** (cana-de-açúcar)	x	x		x			
Água doce**	x	x	x	x	x	x	x

*Serviços de suporte **Serviços de provisão

Fonte: GENARO, 2020

Os caminhos apontam que futuro das cidades não depende apenas da vontade e do esforço por parte do poder público, mas do equilíbrio entre as forças políticas, o setor privado e a sociedade civil na busca de um futuro mais digno. Através das constatações obtidas por via do material cartográfico é possível observar a complexa dinâmica existente entre os diversos setores sociais em relação à apropriação do território que também envolvem a utilização de serviços e recursos ambientais difusamente espalhados por esse mesmo território. Por essa razão, o espaço geográfico de Teodoro Sampaio, torna-se um “sistema”, pois, existe um conjunto de componentes interligados por “fluxos” de energia e funcionando como unidade. A partir daí o mundo das interconectividades passa ser o mundo das possibilidades, pois a junção de variáveis em um sistema em totalização pode, por probabilidade, gerar inúmeras respostas, incluindo as imprevisíveis.

4 CONCLUSÃO

Diante da complexidade inerente à dinâmica abordada, os resultados discutidos neste artigo convergem para a necessidade premente de uma abordagem integrada de análise e gestão. Torna-se evidente que um novo modelo de desenvolvimento se faz imperativo, um modelo que seja, simultaneamente, socialmente inclusivo, ecologicamente viável e economicamente justo.

Do ponto de vista técnico, a metodologia mista empregada, combinando Mapas de Fragilidade Ambiental e o Método da Matriz de 'SE', demonstrou-se altamente eficaz, cumprindo com sucesso os objetivos propostos na investigação científica. A validação dessa abordagem é respaldada pelo reconhecimento do TEEB, que destaca a Matriz de 'SE' como uma

ferramenta poderosa e simples para diagnósticos iniciais em projetos, integrando a abordagem ecossistêmica e os valores dos serviços ecossistêmicos.

Diante das conclusões extraídas dessa pesquisa, é possível afirmar que Teodoro Sampaio apresenta peculiaridades que o diferenciam positivamente de outros municípios paulistas, destacando-se pelo significativo patrimônio natural. A compreensão da localização e conservação desse capital natural não apenas orienta o gerenciamento rural e urbano, mas também embasa o planejamento espacial e a gestão de áreas protegidas.

A importância dos serviços ecossistêmicos transcende o âmbito ambiental, oferecendo soluções e estratégias para o aproveitamento sustentável de recursos, monitoramento da qualidade ambiental e planejamento territorial. Além disso, o enfoque nos serviços ecossistêmicos pode resultar em benefícios econômicos e fiscais, ampliando a receita pública municipal para além do ICMS Ecológico e royalties já existentes. Além disso, os gestores municipais desempenham um papel fundamental na maximização dos benefícios dos serviços ecossistêmicos. Influenciar os modos de produção, implementar regulamentações governamentais e criar incentivos baseados no mercado são estratégias que podem potencializar o fluxo e os benefícios desses serviços, contribuindo para um desenvolvimento sustentável e equitativo.

5 REFERÊNCIAS

- ALEDO, A. EIS como un socio-espacio de conflicto. In: **Evaluación de Impacto Social: Teoría, Métodos y Casos Practicos**. (EDS) Antonio Aledo y José Andrés Domínguez-Gómez. Publicacións de la Universitat d'Alacant, 2018.
- ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Dossiê Sustentabilidade**. *Estud. av.* 26 (74); 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000100011>.
- AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. 3ª edição, 2005.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão. IE/UNICAMP**, Campinas, n. 155, fev. 2009.
- ARAÚJO, G. dos S. O capitalismo e a apropriação da natureza: usos, consequências e resistências. **GEOSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 112-123, 2019. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2019.115218. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/115218>. Acesso em: 22 set. 2023.
- ARAUJO, P. R.; PINESE, J. P. P. Planejamento ambiental em micro bacias hidrográficas: aplicação de uma matriz de impacto ambiental na micro bacia hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina, PR. **IV Seminário Latino-americano de Geografia Física: Novos Paradigmas e Políticas Ambientais**, 2006.
- BARRETO, M. J.; THOMAS JR, A. A territorialização do agrohidronegócio canavieiro na região do Pontal do Paranapanema, SP. **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 9, n. 19, p. 287-307, out., 2014.
- BENNET, E. M., PETERSON, G. D., LEVITT, E. A., Looking to the future of ecosystem services. **Ecosystems** 8, 125-132, 2005.
- BOIN, M. N. Chuvas e Erosões no Oeste Paulista: Uma análise Climatológica Aplicada. **Tese (Doutorado em Geografia)**. IGCE - UNESP, Rio Claro, 2000.
- CBH-PP (2022). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos - Pontal do Paranapanema UGRHI-22 (Ano Base 2021)**. Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/>>, acessado em 18/09/2023.
- DEAK, M.; CERQUEIRA, C. **Diagnóstico do estado de São Paulo e suas regiões**. Secretaria de Desenvolvimento Econômico Produtividade e Desenvolvimento Sustentável, 2019.
- FURTADO, Celso. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3ª ed., 1974.

GVces. **Explorando Conexões entre Finanças Corporativas e Serviços Ecossistêmicos: Estudos Pilotos**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, p. 48. 2018.

HERRERA, S. E. R; TORRENT, J. C. R. Proyecto Hidroaysén: capitalismo extractivista, regulación estatal y acción colectiva en la Patagonia. **Polis, Revista Latinoamericana**, Volumen 14, Nº 40, 2015, p. 439-467.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/teodoro-sampaio>; Acesso em 21 set. 2023.

LEFF, H. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução: Lúcia Mathilde Endlich Orth. 11ª edição – Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

LEITE, J. F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais da Universidade Estadual Paulista – Campus de Presidente Prudente, 1981, 256 folhas.

LEAL, Antonio César. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema – São Paulo**. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. In: Lewinsohn, T. M. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. MMA, v. 1, p. 21-109. 2006.

MARSH, W. M; GROSA, J. Jr. *Environmental Geography: science, land use, and earth systems*. 3rd Edition; John Wiley & Sons, Inc. 2005, 455p.

MARTINEZ ALIER, J. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. Tradução de Maurício Waldman. 2ª ed., 4ª reimpressão, - São Paulo: Contexto, 2018.

MENDES, N. A. S. As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista. **Dissertação de Mestrado**. Presidente Prudente, 2005.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). **Ecosystems and Human well-being. Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005. 155 p.

MONBEIG, P. **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo, Ed. Hucitec; 1984.

OECD. **The Water Challenge: sharing a precious commodity**. March 2012. Disponível em: <https://www.oecd.org/>. Acessado em: 22/11/2020.

OLIVEIRA, J. da S. Algumas reflexões acerca da disputa pela água no Pontal do Paranapanema: movimentos sociais e os conflitos que permeiam o agrohidroterritório. **PEGADA - A Revista Da Geografia Do Trabalho**, 2012 - 9(2). <https://doi.org/10.33026/peg.v9i2.1685>

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇA CLIMÁTICA (PBMC). **Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação às Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudança Climática ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional Sobre Mudança Climática. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014. 414 p.

PRADO Jr, C. **Formação do Brasil Contemporâneo**. São Paulo, Editora. Brasiliense, 23ª edição, 1998.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. V.8, 1994.

SANTOS, R; COCA, E. L. F. *Sociedade e Natureza no Pontal do Paranapanema*. Geografia (Londrina) v. 26. n. 1 p. 62 – 75, jan/jun. 2017. ISSN 2447-1747

SAMPAIO, T. Considerações geográficas e econômicas sobre o Valle do Rio Paranapanema. **Boletim da Comissão Geographica e Geologica do Estado de S. Paulo**, 4. São Paulo: 1890: Typographia King.

SOUZA, J. M. **Memorial Theodoro Sampaio: sua gente, sua história, sua geografia**. 2002.

TEEB (2010). **The economy of ecosystems and biodiversity: integrating the economy of nature and biodiversity: a synthesis approach, conclusions and recommendations of the Teeb**.

TEEB (2012). **Integração de Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento. Um passo a passo para profissionais com base na iniciativa TEEB**. Brasília, 2012.

TEEB (2018). **Mapeamento dos Serviços Ecossistêmicos no Território. Cartilha Metodológica: A experiência de Duque de Caxias, RJ**. Brasília.

THOMAZ JUNIOR, A. O agrohidronegócio no centro das disputas territoriais e de classe no Brasil do século XXI . **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 5, n. 10 Ago., p. 92–122, 2010. DOI: 10.14393/RCT51012042. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/12042>. Acesso em: 24 set. 2023.

TURETTA, A. P; FIDALGO, E. C.C; PRADO, R.B; *et al.* Agricultural practices and ecosystem services provision to ensure the food, water and energy security. **ESP-10 World Conference**; Hannover, Germany – 2019.

TROMBETA, L. R. et al. Análise da fragilidade potencial e emergente do relevo da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, Volume Especial, p. 159-173, 2014.

U.S. DEPARTMENT OF NATIONAL INTELLIGENCE. (2023). **Global Trends 2040: A More Contested World**. Recuperado de <https://www.dni.gov/index.php/gt2040-home>

WWF (2020). **Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss**. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.