




# CARTOGRAFIA DE PAISAGENS: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUJEITAS À RESTRIÇÃO DE USO COM VISTAS À PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA UGRH PARANAPANEMA, BRASIL

CARTOGRAPHY OF LANDSCAPES: METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE IDENTIFICATION OF AREAS SUBJECT TO USAGE RESTRICTIONS AIMED AT PROTECTING WATER RESOURCES IN THE UGRH PARANAPANEMA, BRAZIL

CARTOGRAFIA DE LOS PAISAJES: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS SUJETAS A RESTRICCIÓN DE USO CON VISTAS A LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA UGRH PARANAPANEMA, BRASIL

## AUTOR

- <sup>1</sup> Letícia Roberta Amaro Trombeta   
<sup>2</sup> Eduardo Salinas Chavez   
<sup>3</sup> Antonio Cezar Leal 

## FILIAÇÃO INSTITUCIONAL

- <sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
<sup>2</sup>UNIVERSIDAD DE GRANADA  
<sup>3</sup>UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

## E-MAIL

leticia.trombeta@unifesp.br  
esalinasc@yahoo.com  
cezar.leal@unesp.br

DATA DE SUBMISSÃO: 17/12/24

DATA DE APROVAÇÃO: 14/01/26

DOI: 10.12957/GEOUERJ.2025.88623



E-ISSN 1981-9021

ESTE É UM ARTIGO DE ACESSO ABERTO DISTRIBUÍDO SOB OS TERMOS DA LICENÇA CREATIVECOMMONS BY-NC-SA 4.0, QUE PERMITE USO, DISTRIBUIÇÃO E REPRODUÇÃO PARA FINS NÃO COMERCIAIS, COM A CITAÇÃO DOS AUTORES E DA FONTE ORIGINAL E SOB A MESMA LICENÇA.

## // RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta metodológica fundamentada na Cartografia de Paisagens para identificação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos (UGRH) Paranapanema, localizada entre os estados de São Paulo e Paraná. A pesquisa partiu da identificação de uma lacuna teórica e metodológica existente na delimitação dessas áreas no Plano Integrado de Recursos Hídricos Paranapanema (PIRH Paranapanema), que utilizou como critério o balanço hídrico quantitativo e qualitativo, não considerando fatores paisagísticos e territoriais mais amplos. A metodologia desenvolvida baseou-se na elaboração de um mapa de paisagem em quatro níveis taxonômicos de detalhamento, utilizando dados temáticos de hipsometria, declividade, clima, geomorfons, litologia, solos e uso e ocupação da terra processados em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para o diagnóstico das unidades da paisagem, foram aplicados cinco indicadores: diversidade, singularidade, naturalidade, fragilidade geoambiental e criticidade de qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Estes indicadores fundamentaram a construção do Índice de Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas (IPGBH) para classificação de prioridades de gestão. Os resultados demonstraram que aproximadamente 46% da UGRH Paranapanema apresentam paisagens de Alta e Muito Alta prioridade para gestão, indicadas neste estudo como áreas de restrição com vistas aos recursos hídricos. Comparando essas áreas propostas pela análise da paisagem com aquelas identificadas no PIRH Paranapanema houve uma coincidência territorial de aproximadamente 50%. A pesquisa conclui que a abordagem paisagística integrada se mostrou consistente e apropriada para complementar a identificação dessas áreas, permitindo uma compreensão mais sistêmica da bacia hidrográfica e proposição de áreas prioritárias para atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

**Palavras-chave:** cartografia de paisagens; bacia hidrográfica; áreas de restrição de uso; recursos hídricos; Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema.

## // ABSTRACT

This article presents a methodological proposal grounded in Landscape Cartography. The objective is to identify areas subject to land-use restrictions for the protection of water resources in the Paranapanema Water Resources Management Unit (UGRH Paranapanema), located between the states of São Paulo and Paraná, Brazil. The study addresses a theoretical and methodological gap in the delimitation of these areas in the Paranapanema Integrated Water Resources Plan (PIRH Paranapanema). This plan was based on quantitative and qualitative water balance criteria, without considering broader landscape and territorial factors. The proposed methodology involved the development of a landscape map at four taxonomic levels of detail. The map was produced using thematic data on hypsometry, slope, climate, geomorphons, lithology, soils, and land use and land cover, processed in a Geographic Information System (GIS). Five indicators were applied to characterize the landscape units: diversity, singularity, naturalness, geoenvironmental fragility, and the criticality of water resource quality and quantity. These indicators supported the construction of the Landscape Index for Watershed Management (IPGBH), which was used to classify management priorities. The results indicate that approximately 46% of the Paranapanema UGRH comprises landscapes classified as High and Very High priority for management. These areas are identified in this study as restricted-use areas in relation to water resources. A comparison with the areas defined in the PIRH Paranapanema shows a territorial overlap of approximately 50%. The study concludes that the integrated landscape-based approach is consistent and suitable for complementing the identification of these areas. It also enables a more systemic understanding of the watershed and supports the designation of priority areas for action by River Basin Committees.

**Keywords:** landscape cartography; watershed; restricted use areas; water resources; Paranapanema Water Resources Management Unit.

## // RESUMEN

El artículo presenta una propuesta metodológica basada en la Cartografía del Paisaje para la identificación de áreas sujetas a restricciones de uso con miras a la protección de los recursos hídricos en la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos de Paranapanema (UGRH), ubicada entre los estados de São Paulo y Paraná. La investigación surgió de la identificación de una brecha teórica y metodológica en la delimitación de estas áreas en el Plan Integrado de Recursos Hídricos de Paranapanema (PIRH Paranapanema), que utilizó el balance hídrico cuantitativo y cualitativo como criterio, sin considerar factores paisajísticos y territoriales más amplios. La metodología desarrollada se basó en la creación de un mapa de paisaje en cuatro niveles taxonómicos de detalle, utilizando datos temáticos sobre hipsometría, pendiente, clima, geomorfons, litología, suelos y uso y ocupación del suelo procesados en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Para el diagnóstico de las unidades de paisaje, se aplicaron cinco indicadores: diversidad, singularidad, naturalidad, fragilidad geoambiental y criticidad de la calidad y cantidad de los recursos hídricos. Estos indicadores formaron la base para la construcción del Índice de Paisaje para la Gestión de Cuencas Hidrográficas (IPGBH) para la clasificación de las prioridades de gestión. Los resultados mostraron que aproximadamente el 46% de la Unidad de Gestión de la Cuenca Hidrográfica de Paranapanema (UGRH) presenta paisajes de alta y muy alta prioridad de gestión, señalados en este estudio como áreas de restricción en cuanto a los recursos hídricos. Al comparar estas áreas propuestas por el análisis del paisaje con las identificadas en el Plan de Gestión Integrada de la Cuenca Hidrográfica de Paranapanema (PIRH), se observó una coincidencia territorial de aproximadamente el 50%. La investigación concluye que el enfoque integrado del paisaje resultó ser consistente y adecuado para complementar la identificación de estas áreas, permitiendo una comprensión más sistémica de la cuenca y la propuesta de áreas prioritarias para la acción de los Comités de Cuenca.

**Palabra Clave:** cartografía del paisaje; cuenca hidrográfica; áreas de restricción de uso; recursos hídricos; Unidad de Gestión de Recursos Hídricos Paranapanema.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com a água tem sido cada vez mais frequente em regiões brasileiras que antes apresentavam uma situação confortável quanto à disponibilidade hídrica, como é o caso das regiões Sudeste e Sul do Brasil (Jardim, 2015; Soriano *et al.*, 2016; Fontão e Zavattini, 2019; Fontão, Molina e Salgado, 2022). Nesse contexto, cresce a relevância dos estudos relacionados ao gerenciamento de recursos hídricos, que pautam os desafios encontrados em manter a disponibilidade de água em níveis quantitativos e qualitativos necessários para os diversos tipos de usos antrópicos e para os processos naturais e serviços ecossistêmicos.

Nesse sentido, a gestão das águas, especialmente em bacias hidrográficas, precisa estar alinhada com o planejamento e a gestão dos territórios, principalmente com o ordenamento do uso e ocupação da terra, além da articulação entre os planos existentes em nível municipal, estadual e federal, tais como planos diretores, de saneamento básico, de resíduos sólidos etc., e os planos de recursos hídricos.

Diante desse desafio, o conceito de paisagem aplicado à gestão integrada do ambiente tem recebido notável importância nas últimas décadas (Reed *et al.*, 2017), sobretudo pela sua capacidade de possibilitar uma aproximação interdisciplinar e multidisciplinar do sistema. Refletir a partir da paisagem é uma oportunidade para compreensão das conexões físico-geográficas acerca das marcas deixadas pela sociedade na natureza, não apenas com análises segmentadas da água, vegetação, litologia, umidade, precipitação, solo, formas de relevo e intervenção humana, mas o produto de tudo isso (Fernandes, Barros e Neves, 2024).

A paisagem, complexa, variada e contínua no espaço pode ser melhor compreendida quando classificada em tipos e unidades espaciais (Christian, 1958; Antrop e Van Eetvelde, 2017). E uma perspectiva para isso é a utilização da abordagem teórico-metodológica da Cartografia de Paisagens.

Como uma metodologia de análise do ambiente, que pode ser aplicada em diversas escalas geográficas e cartográficas, a Cartografia de Paisagens é utilizada para delimitar unidades sobre um determinado território e representá-las em um mapa de paisagem (Trombeta, 2019). Estas são delimitadas, classificadas e cartografadas a partir do uso de determinados enfoques de

classificação (tipológico, regional ou topológico), seguindo um ou mais critérios (variáveis ou índices diagnósticos) e se representam utilizando legendas hierárquicas, para delimitação de maneira qualitativa e quantitativa de diferentes níveis de homogeneidade do território (Salinas e Ribeiro, 2017).

A Cartografia de Paisagens é baseada em uma cartografia de síntese, reconhecendo que a diversidade paisagística tem importância fundamental no planejamento do território (Cavalcanti, 2014), no qual a melhoria na disponibilidade de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e dados geoespaciais abertos para grande cobertura de área tem proporcionado novas oportunidades de sistematização das variações da paisagem, associadas à experiência e autonomia do observador (Alcantara, Manzanares e Muñoz Álvarez, 2015).

Para garantir essa efetividade, um aspecto importante a ser considerado é o papel institucional na gestão das águas, que tem sido exercido, principalmente, pelos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), criados a partir da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº. 9.433/1997 (Brasil, 1997), em nível federal, ou em experiências anteriores, como no caso da política de recursos hídricos do estado de São Paulo. A existência desses comitês tem se consolidado, funcionando como colegiados das águas, constituindo-se em espaços onde se pratica o planejamento e a gestão dos recursos hídricos de maneira participativa, integrada e descentralizada, compartilhando essa responsabilidade com representantes da sociedade civil, usuários de recursos hídricos e poder público.

Para tanto, um dos principais instrumentos de gestão das águas são os planos de recursos hídricos (nacional, estaduais e de bacias hidrográficas), para os quais a Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), em seu Artigo 7º, Inciso X, prevê que devem ter, como parte de seu conteúdo mínimo, “propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos”, igualmente previstas na Resolução CNRH 145/2012, mas sem explicitar os critérios para identificá-las.

Tendo como área de estudo a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema (UGRH Paranapanema), observou-se que o seu Plano Integrado de Recursos Hídricos, instrumento fundamental para a gestão da bacia hidrográfica, apresenta áreas sujeitas à

restrição que foram identificadas e nomeadas de Unidades Especiais de Gestão (UEGs), considerando-se para o seu estabelecimento a criticidade do balanço hídrico e a qualidade das águas, as quais exigirão atenção especial quanto à gestão dos recursos hídricos (ANA; CBH-Paranapanema, 2016; Trombeta, 2019), atendendo as exigências da legislação vigente.

Com isso, este artigo parte da seguinte pergunta: como identificar e justificar espacialmente, de forma científica, áreas sujeitas à restrição de uso para proteção dos recursos hídricos, conforme exigido pela legislação, a partir de uma abordagem integrada da análise e diagnóstico da paisagem? Tal questionamento evidencia uma lacuna teórica e metodológica no estabelecimento dessas áreas, que está focada em critérios pontuais de balanço hídrico e qualidade das águas, sem considerar a integração de fatores paisagísticos e territoriais na análise para sua delimitação, especificamente no caso do plano de recursos hídricos do Paranapanema. Estudos e metodologias de análise da paisagem são essenciais para a análise do ambiente, pois proporcionam a sua classificação, diagnóstico e prognóstico, promovendo a proteção do ambiente e, conseqüentemente, dos recursos hídricos (Cotler; Priego, 2007; Garcia *et al.*, 2019; Leal, 2012; Mateo-Rodriguez *et al.*, 2011; Salinas, Trombeta, Medeiros, 2022; Trombeta, 2019).

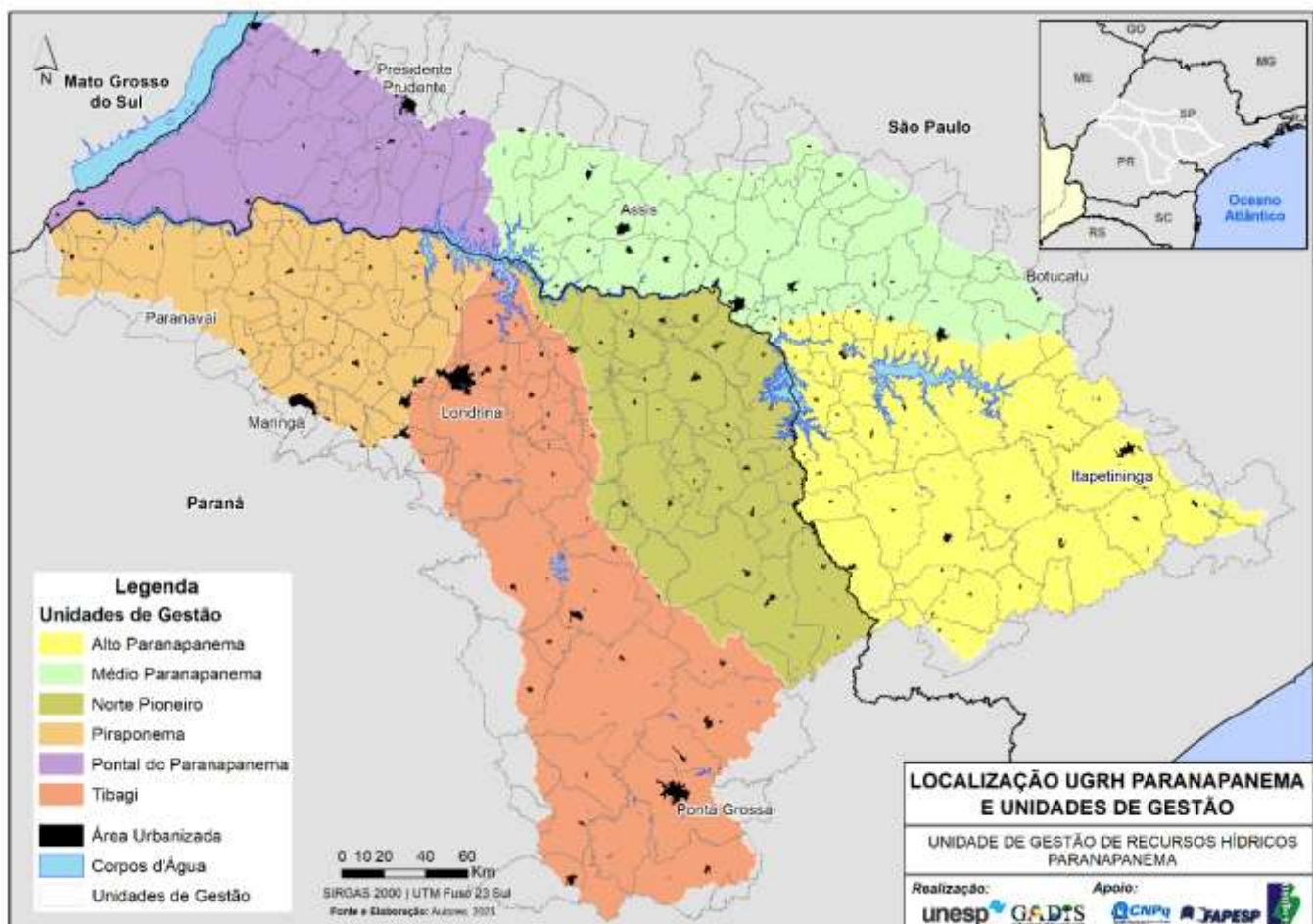
Diante desse contexto, este artigo apresenta a formulação e aplicação de uma metodologia para identificação de áreas sujeitas à restrição de uso para a proteção dos recursos hídricos na UGRH Paranapanema, baseada na paisagem como elemento fundamental de análise, considerando as contribuições do planejamento ambiental de bacias hidrográficas, da Cartografia de Paisagens e diagnóstico da paisagem, com apoio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

## ÁREA DE ESTUDO

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhida a área de abrangência da UGRH Paranapanema e das Unidades de Gestão (UG) estaduais nela inseridas, onde atuam CBHs estaduais, também chamados de Comitês Afluentes, sendo eles o Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema, no Estado de São Paulo; e Norte Pioneiro, Tibagi e Piraponema, no Estado do Paraná (Figura 1), com uma população de aproximadamente 6,3

milhões de habitantes (IBGE, 2022), vivendo em 247 municípios, dentre eles, destacam-se pela sua influência regional, Assis, Itapetininga, Ourinhos e Presidente Prudente, no Estado de São Paulo; e Londrina, Maringá e Ponta Grossa, no Estado do Paraná.

**Figura 1.** UGRH Paranapanema e Unidades de Gestão Estaduais.



Fonte: Autores, 2025.

A UGRH Paranapanema localiza-se na região hidrográfica do rio Paraná, com área de 106,5 mil km<sup>2</sup>, tendo como seu rio principal o Paranapanema, que serve de limite entre os dois estados brasileiros, ao longo de um grande trecho. Todavia, para efeito da gestão hídrica, é considerado não como uma divisa, mas sim como um rio que une os dois estados em um processo participativo de gestão das águas.

As Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema compõem o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, estabelecido pela Política

Estadual de Recursos Hídricos, correspondendo também aos seus respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas, formados por representantes da sociedade civil, estado e municípios (São Paulo, 1991). Dentre as principais atividades e paisagens das UGRHIs da vertente paulista chama atenção as extensas áreas destinadas ao cultivo de cana de açúcar e presença de usinas para produção de açúcar e álcool/etanol, e grandes porções de terra irrigadas por pivôs centrais destinadas à soja e milho. No Alto Paranapanema destacam-se o plantio e processamento de madeira de reflorestamento e um importante polo turístico nas represas de Jurumirim e Chavantes, também utilizadas como reservatórios para geração de energia elétrica (CBH-ALPA; TCA; IPT, 2018; CBH-MP; IRRIGART, 2017; CBH-PP, 2023).

Os Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná e suas respectivas bacias hidrográficas de atuação fazem parte do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR), inseridos em uma ou mais Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A composição dos CBHs é formada por diversos segmentos da sociedade, envolvendo representantes do poder executivo da União, Estados e Municípios, usuários de recursos hídricos e sociedade civil (Paraná, 2010). As unidades hidrográficas do lado paranaense são marcadas pelos seus solos férteis, onde também se destaca o cultivo de cana de açúcar e extensas áreas destinadas ao plantio de soja, e algumas áreas menores com milho e café (Engecorps, 2014; 2016). A bacia hidrográfica do Tibagi, sobretudo no alto e baixo curso, apresenta um grande potencial turístico, com a presença de inúmeras cachoeiras e fragmentos de vegetação, além de pequenas e médias propriedades rurais de agricultura familiar e extensas áreas com madeira de reflorestamento destinadas à produção de papel e celulose na região de Telêmaco Borba (Cobrape, 2010).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos e resultados previstos na pesquisa, foram realizados levantamento e revisão bibliográfica sobre a área de estudo e diversas temáticas, considerando os conceitos, temas e legislações necessárias para sua elaboração, além de aplicações no SIG),

com ferramentas de análise espacial voltadas à cartografia das paisagens (Salinas *et al.*, 2019; Salinas, Ramon, Trombeta, 2019; Salinas, Ramon, 2013; Salinas *et al.*, 2013).

Como estudo detalhado desse sistema, esta pesquisa se ancorou na UGRH Paranapanema, suas Unidades de Gestão e a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (CBH-Paranapanema) e Comitês Afluentes, principalmente na análise do PIRH Paranapanema e da proposição de UEGs nele contida.

O olhar para o PIRH Paranapanema foi necessário para entender e analisar a identificação das UEGs, tendo como hipótese que a definição de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos, indicadas na Política Nacional das Águas (Lei 9.433/1997), devem incluir outros critérios, que se somam aos indicados pelo PIRH Paranapanema, para que as UEGs tenham um caráter sistêmico, visando à integralidade dos componentes e processos existentes em uma bacia hidrográfica.

No sentido de elaborar uma proposta de análise mais abrangente para a identificação das áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos, optou-se por utilizar os enfoques de análises integradas na gestão e planejamento de bacias hidrográficas, empregando como referencial teórico-metodológico diversos conceitos e temas, tais como: planejamento, planejamento de recursos hídricos, gestão de recursos hídricos, planejamento ambiental, bacias hidrográficas, paisagem, análise da paisagem, planejamento da paisagem, Geoecologia das Paisagens, cartografia das paisagens e unidades da paisagem (Feitosa *et al.*, 2021; Salinas, Trombeta, Leal, 2020; Silva; Mateo-Rodriguez, 2014; Salinas *et al.*, 2013; Medeiros *et al.*, 2022; Braz *et al.*, 2020)

Entende-se que, para esta pesquisa, a paisagem é a categoria de análise da Geografia mais apropriada, a qual, aliada a procedimentos cartográficos, possibilitou organizar novos procedimentos para a proposição das "áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos" (Brasil, 1997), tendo como referência sua aplicação na UGRH Paranapanema.

A Geoecologia das Paisagens oferece subsídios metodológicos e procedimentos técnicos para análise e avaliações do ambiente, sob uma perspectiva multidisciplinar, sendo possível

estabelecer a partir dos seus caminhos metodológicos unidades da paisagem, que devem destacar áreas prioritárias para o planejamento e gestão da bacia hidrográfica e das águas (Bollo, 2018; Mateo-Rodriguez, Silva, 2007; Mateo-Rodriguez, Silva, Cavalcanti, 2022; Salinas *et al.*, 2019).

Dessa forma, o principal procedimento para a construção da proposta foi a elaboração do mapa de paisagem, que propiciou a interpretação dos componentes e processos das paisagens em quatro níveis taxonômicos de detalhamento, resultado da sistematização, interpretação e análise dos elementos naturais e da sua relação com a ação antrópica (Salinas *et al.*, 2013; Miravet *et al.*, 2014)

Foram utilizados os dados e informações (especialmente territoriais) produzidas no âmbito do PIRH Paranapanema e disponibilizadas pelo CBH-Paranapanema, formado por diversas temáticas e fontes, os quais foram verificados e tratados a fim de detectar eventuais incongruências que pudessem afetar a qualidade dos produtos necessários nesta pesquisa.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) escolhido para realização desses procedimentos foi o *ArcGis 10.2*<sup>1</sup>, especificamente seu aplicativo *ArcMap*<sup>®</sup>, sendo eficaz nas tarefas de análise espacial, com ferramentas para geoprocessar estruturas de dados vetorial e matricial.

Também foi essencial a realização do trabalho de campo em uma grande extensão da bacia hidrográfica, com objetivo de entender melhor suas características, verificar e corrigir os produtos cartográficos, identificar alguns problemas ambientais mais evidentes e verificar empiricamente algumas UEGs, estabelecidas no PIRH Paranapanema.

O trabalho de campo foi uma etapa muito importante da pesquisa, pois era um desafio compreender as dinâmicas e processos de uso e ocupação da terra em uma área tão grande e com diversas paisagens como a UGRH Paranapanema e o campo possibilitou essa percepção. Para tanto, foram percorridos cerca de 1.300 km e coletados com aparelho de GPS portátil

---

<sup>1</sup> Licença disponibilizada na Unesp.

aproximadamente 370 pontos, com informações de uso e ocupação da terra, formas do relevo, problemas ambientais aparentes etc.

Outros materiais muito utilizados, foram as fotos georreferenciadas do sobrevoo de reconhecimento realizado pela ANA, no âmbito da elaboração do PIRH-Paranapanema, disponibilizadas no portal de metadados geoespaciais da ANA.

O trabalho de campo e as fotos georreferenciadas supracitadas contribuíram de forma substancial para a análise da paisagem da UGRH Paranapanema, proposição e a caracterização das áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos no âmbito desta pesquisa.

## O mapa de paisagem

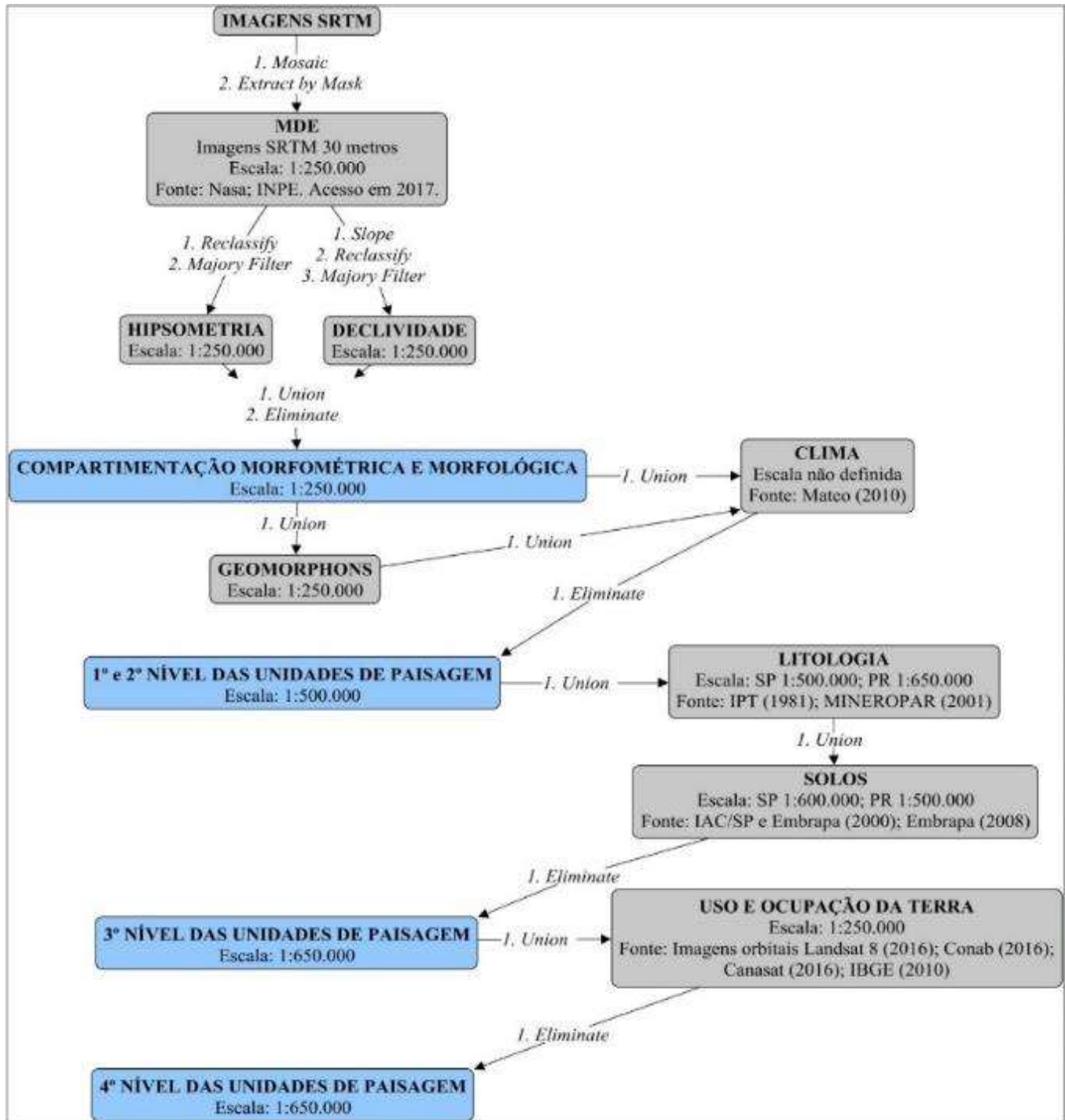
Para elaboração do mapa de paisagem da UGRH Paranapanema e suas Unidades de Gestão estaduais, foram utilizados os mapas temáticos de hipsometria, declividade, clima, *geomorphons*<sup>2</sup>, litologia, solos e uso e ocupação das terras, os quais foram padronizados para o mesmo sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) e *datum* Sirgas 2000.

A partir dos pressupostos metodológicos da Cartografia de Paisagens, foram realizados diversos cruzamentos espaciais, a partir da análise espacial de sobreposição entre os mapas temáticos, necessários à elaboração do mapa de paisagens. A Figura 2 mostra os mapas temáticos utilizados nas etapas para construção do mapa de paisagem, bem como a especificação da escala cartográfica de cada mapa e as ferramentas (em *itálico*) do *ArcMap* 10.2® utilizadas nos procedimentos.

---

<sup>2</sup> Elaborado para cada unidade morfométrica identificada, a fim de caracterizar as formas de relevo na bacia hidrográfica, utilizando a metodologia de Josiewicz e Stepinski (2013) e Robaina, Trentin e Laurent (2016).

**Figura 2.** Elaboração do Mapa de Paisagem da UGRH Paranapanema.



Elaboração: Autores.

Como os mapas temáticos utilizados apresentam diferentes escalas cartográficas foi utilizado o método da área mínima cartografada (Priego, 2008), para generalização gráfica do tamanho dos polígonos, sempre utilizando a menor escala da sobreposição espacial entre as duas camadas, já que foram feitas sempre em par.

O mapa de paisagem foi gerado em quatro níveis de representação e sistematização das informações, contemplando:

- 1º nível: sistematização de dados e informações morfoestruturais (estruturas do relevo e altimetria) e climáticos (temperatura e precipitação). Cada unidade é identificada por um algarismo indo-arábico;
- 2º nível: sistematização de dados e informações do relevo, especificando as características morfométricas e morfológicas. Cada unidade é identificada por dois algarismos indo-arábicos;
- 3º nível: sistematização de dados e informações sobre a litologia e os solos. Cada unidade é identificada por três algarismos indo-arábicos;
- 4º nível: sistematização de dados e informações do uso e ocupação da terra e vegetação. Cada unidade é identificada por três algarismos indo-arábicos e uma letra do alfabeto.

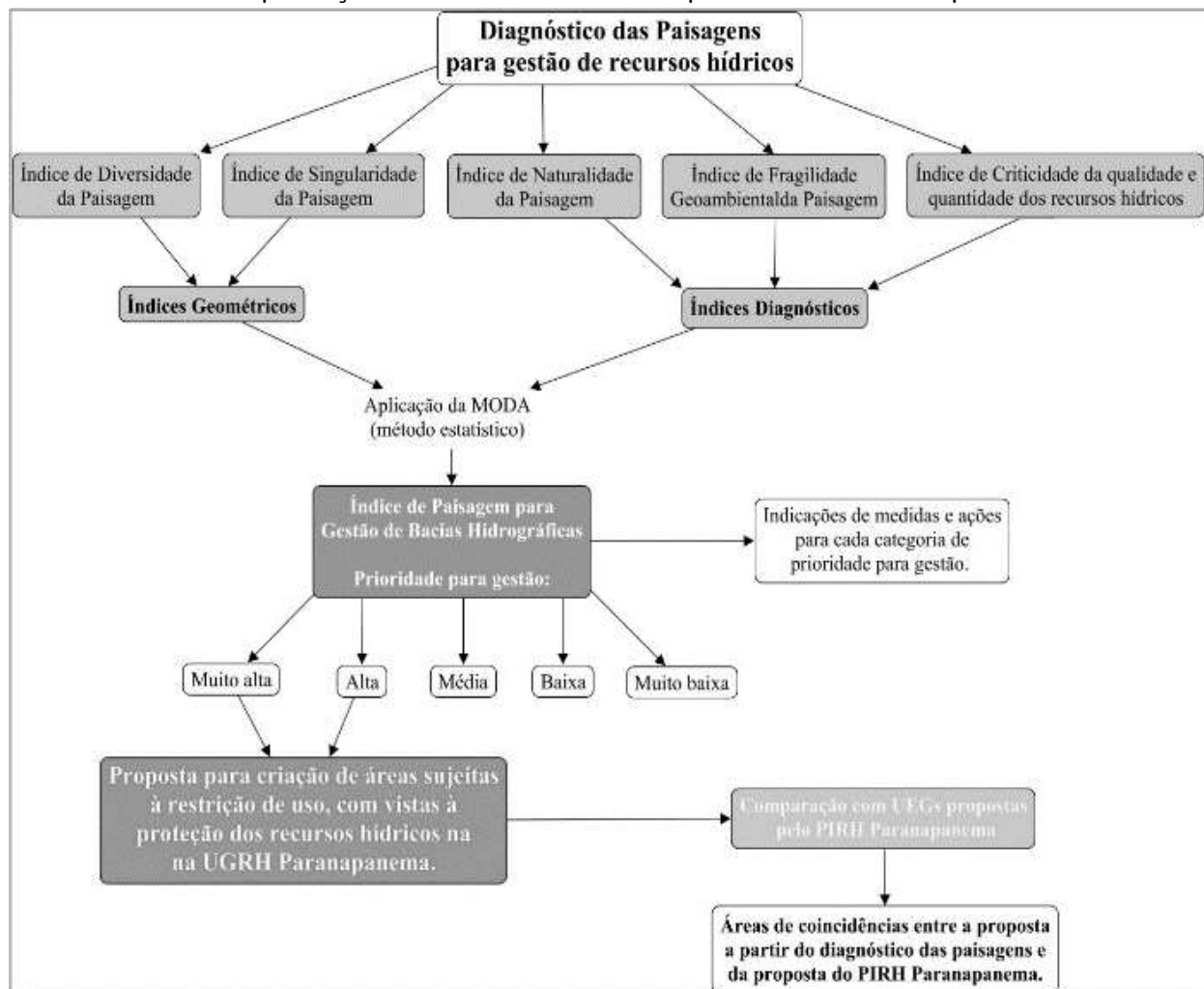
Importante destacar que, em razão do detalhamento e quantidade de unidades da paisagem identificadas, foi necessário representar os mapeamentos em escalas diferentes: o mapa de paisagem de 1º e 2º níveis foi apresentado em uma representação cartográfica para toda a UGRH Paranapanema, e os mapas de 3º e 4º níveis foram representados por unidades de gestão estaduais, não sendo possível representar em um único mapa todos os níveis para a área de estudo.

Após a verificação e correção dos mapeamentos, a partir das observações feitas em campo, foram aplicados os indicadores de diversidade da paisagem, singularidade da paisagem, naturalidade da paisagem, fragilidade geoambiental e criticidade da qualidade e quantidade dos recursos hídricos para realizar o diagnóstico das unidades da paisagem, a fim de contribuir com a identificação das áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos na perspectiva mais ampla adotada na pesquisa.

## Indicadores utilizados para o diagnóstico da paisagem

A análise dos indicadores parte da utilização do mapa de paisagem como um instrumento de diagnóstico do território, compreendidos de maneira integrada. Optou-se pelo uso de indicadores de fácil compreensão e já utilizados nos estudos de paisagem, que sejam inteligíveis e de simples aplicação e (re)produção em outros trabalhos que desejem aplicar esta metodologia (Medeiros et al., 2022), como apresenta a Figura 3.

**Figura 3.** Diagrama da metodologia de determinação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos para UGRH Paranapanema.



Elaboração: Autores.

A primeira etapa foi a verificação e correção topológica do mapa de paisagem, em seus quatro níveis, procedimento básico de tratamento de dados e informações geográficas. Foi

utilizada a ferramenta Topology do ArcMAP 10.2, verificando as regras de Overlap (sobreposição entre os polígonos) e de Gaps (espaços ou "buracos" entre os polígonos), sendo fundamental neste estudo em que a contagem e análise dos polígonos foi uma variável analisada.

Utilizando a abordagem quantitativa e qualitativa das entidades (polígonos) que formam o mosaico da paisagem, foram escolhidos os seguintes indicadores para o diagnóstico da paisagem: diversidade, singularidade, naturalidade, fragilidade geoambiental e criticidade da qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

A diversidade da paisagem foi medida a partir do indicador de Diversidade de Shannon-Weaner, baseado no estudo de Baev e Lyubomir (1995), que calcula a diversidade dos tipos de unidades inferiores em uma unidade superior, ou seja, identificação do número de tipos diferentes em cada unidade maior.

O indicador de diversidade representa a heterogeneidade da paisagem, ou seja, utilizado para compreender quão diversa é a paisagem comparando os níveis 3 e 4 do mapa de paisagem, conforme detalha o Quadro 1.

**Quadro 1.** Categorias das classes de diversidade.

<b>Classe</b>	<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
1	Muito alta diversidade	Quando ocorrem 5 unidades de paisagem de 4º nível na unidade de paisagem de 3º nível.
2	Alta diversidade	Quando ocorrem 4 unidades de paisagem de 4º nível na unidade de paisagem de 3º nível.
3	Média diversidade	Quando ocorrem 3 unidades de paisagem de 4º nível na unidade de paisagem de 3º nível.
4	Baixa diversidade	Quando ocorrem 2 unidades de paisagem de 4º nível na unidade de paisagem de 3º nível.
5	Muito baixa diversidade	Quando ocorre 1 unidade de paisagem de 4º nível na unidade de paisagem de 3º nível.

Elaboração: Autores.

O indicador de singularidade foi baseado em Mateo-Rodriguez (2011), com a quantificação do número de polígonos para cada unidade maior. Quanto maior a quantidade de entidades, maior a dominância da paisagem.

A singularidade da paisagem para a UGRH Paranapanema foi atribuída a partir da aplicação do coeficiente de singularidade ( $K_s$ ) (Mateo-Rodriguez, 2011), calculado pela expressão  $K_s = \text{área da unidade de paisagem de 4º nível} / \text{área da unidade de paisagem de 3º nível}$ , variando seu coeficiente entre 0 a 1. O cálculo foi realizado com a utilização da ferramenta *Field Calculator*, na qual realizou-se o cálculo da área de cada polígono em  $\text{km}^2$  e, posteriormente, no Excel foi aplicada a expressão  $K_s$ , com o uso da tabela dinâmica. Diante do resultado, tem-se que quanto menor a área ( $\text{km}^2$ ) da unidade de paisagem de 4º nível em relação a unidade de paisagem de 3º nível em qual está inserida, mais única é a paisagem nesse nível, conforme a classificação apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2.** Categorias das classes de singularidade.

<b>Classe</b>	<b>Categoria</b>	<b>Coefficiente de singularidade (<math>K_s</math>)</b>
1	Paisagem Única	< 0,1
2	Paisagem Rara	0,1 a 0,25
3	Paisagem Subdominante	0,25 a 0,5
4	Paisagem Quase Dominante	0,5 a 0,75
5	Paisagem Dominante	0,75 a 1,0

Elaboração: Autores.

O indicador de naturalidade é uma ferramenta que realiza um diagnóstico ambiental da área de estudo, utilizado para refletir e poder comparar, de maneira sucinta, o estado de conservação de diferentes unidades territoriais, podendo ser áreas de conservação ou não (Machado, 2004).

A naturalidade da paisagem para a UGRH Paranapanema foi definida a partir da presença de fragmentos de vegetação nativa do 4º nível do mapa de paisagem, obtidos do mapa de Cobertura e Uso da Terra e Vegetação do PIRH Paranapanema (2016), o qual foi elaborado a

partir de classificação supervisionada de imagens em composição RGB do satélite Landsat sensor ETM+, com resolução espacial de 30 metros. E em seguida, verificado se esses fragmentos de vegetação estão dentro ou fora de unidades de conservação, a partir dos dados geoespaciais disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, como apresenta o

Quadro 3.

**Quadro 3.** Categorias das classes de naturalidade.

Classe	Categoria	Descrição	Composição
1	Natural protegida	Áreas florestadas protegidas por Unidades de Conservação. Pouca presença de elementos externos, infraestrutura artificial mínima, temporária e removível. Poluição físico-química ausente ou pouco significativa.	Unidades da paisagem de 4º nível com presença de florestas protegidas por Unidades de Conservação.
2	Natural sem proteção	Áreas florestadas com pouca presença de elementos externos, infraestrutura artificial mínima, temporária e removível. Poluição físico-química ausente ou pouco significativa.	Unidades da paisagem de 4º nível com presença de florestas.
3	Natural com transformações	Áreas com possível presença de espécies exóticas, mas não dominantes (baixo impacto) e de elementos artificiais pequenos. Poluição ocasional capaz de ser assimilada pelo sistema, ou seja, ainda com capacidade de recuperação. Pouca extração de recursos renováveis. Dinâmica natural pouco alterada	Unidades da paisagem de 4º nível com presença de silvicultura e plantação de cítricos.
4	Pouco natural	Áreas com infraestrutura antrópica escassa ou concentrada. Possível domínio de espécies exóticas e elementos nativos, consideravelmente, reduzidos. Adição ocasional de energia e/ou extração de recursos renováveis ou materiais não relevantes. Dinâmica geral ainda controlada por processos naturais. Pode incluir sistemas culturais abandonados, em processo de recuperação natural.	Unidades da paisagem de 4º nível com presença de pastagem e cultura permanente.
5	Paisagens modificadas	Áreas com infraestrutura importante e condicionamento do meio físico, com produções biológicas fortes, moderada adição de matéria (pode ter poluição associada). Possui elementos naturais mesclados e manejo intensivo da água.	Unidades da paisagem de 4º nível com presença de cultura temporária e/ou intensiva.

Elaboração: Autores.

A fragilidade geoambiental das unidades de paisagem foi obtida a partir do cruzamento espacial das unidades da paisagem de 4º nível com o estudo e mapeamento realizado para UGRH Paranapanema por Moroz-Caccia Gouveia *et al.* (2014). Para isso, utilizando a ferramenta *Intersect* e, posteriormente, calculada a área de cada polígono de fragilidade dentro do polígono de 4º nível da paisagem e considerado o grau de fragilidade predominante para classificação do polígono de paisagem, utilizando o *Field Calculator* e o Excel, classificando-os em três categorias, conforme o Quadro 4.

**Quadro 4.** Categorias das classes de fragilidade geoambiental.

Classe	Categoria
1	Baixa Fragilidade
3	Média Fragilidade
5	Alta Fragilidade

Elaboração: Autores.

O indicador referente aos recursos hídricos foi derivado das informações de criticidade de qualidade e quantidade por *ottobacias* e a recorrência de bacias hidrográficas indicadas a partir da realização de oficinas regionais com os CBHs afluentes sobre áreas prioritárias para UEGs, realizadas no âmbito do PIRH Paranapanema (ANA e CBH-Paranapanema, 2016). As geometrias dessas duas variáveis foram unidas, utilizando a ferramenta *Union*, considerando como ocorrência de criticidade de qualidade e quantidade de recursos hídricos as áreas classificadas pelas *ottobacias* ou indicadas pelas oficinas, a partir da aplicação da ferramenta *Topology* para eliminação das sobreposições.

Em seguida, o resultado da união espacial foi utilizado na ferramenta *Intersection* juntamente com as unidades de paisagem de 4º nível, a fim de verificar a intersecção espacial e porcentagem de recobrimento – com uso do *Field Calculator* e Excel, apresentadas no Quadro 5. É necessário salientar que se optou por juntar os polígonos identificados nas oficinas com as *ottobacias* críticas em qualidade e quantidade de recursos hídricos, justamente para reconhecer a participação da sociedade civil na indicação dessas áreas.

**Quadro 5.** Categorias das classes de criticidade da qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

Classe	Categoria	% de recobrimento
1	Muito baixa	< 10
2	Baixa	10 a 25
3	Média	25 a 50
4	Alta	50 a 75
5	Muito alta	75 a 100

Elaboração: Autores.

Os indicadores utilizados podem ser divididos em dois grupos: diversidade e singularidade são indicadores geométricos para análise da paisagem, que utilizam como métrica a quantidade de polígonos das unidades de paisagem; e naturalidade, fragilidade e criticidade da quantidade e qualidade dos recursos hídricos são indicadores diagnósticos da paisagem, que expressam atributos qualitativos.

### **Composição do Índice de Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas e as áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos**

Para realizar a proposta de identificação das áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos, foi proposto um índice agregado, baseado na moda simples - método estatístico escolhido após testes realizados com a média aritmética e a mediana, as quais deixaram os resultados mais simplificados e homogêneos, não estabelecendo uma variação espacial como a moda simples - dos cinco indicadores utilizados para o diagnóstico da paisagem neste trabalho, denominado Índice de Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas (IPGBH).

A moda foi escolhida por oferecer a melhor condição de representar dados categóricos e ordinais, e por ser uma medida de posição, pois indica a região das máximas frequências (Costa Neto, 2002). Por conta da adoção deste método estatístico, 417 polígonos – que representam 2,6% do universo de polígonos obtidos – tiveram resultados não modais, ou seja, valores

amodais, os quais não apresentaram nenhuma repetição de valores, ficando classificados no mapa como “Valores amodais”. Caso aplique-se a média simples, suas paisagens podem ser classificadas como de Média prioridade para gestão, deixando de ser valores amodais. Importante destacar que as classes de áreas urbanas e água não integraram a análise do IPGBH, visto que não foram detalhadas paisagens para essas classes, o que demandaria uma escala maior de abordagem e mapeamento.

Com isso, no estudo procurou-se entender que a identificação dessas áreas nos planos de recursos hídricos, como estabelecido pelo Art. 7º, inciso X, da Política Nacional de Recursos Hídricos, não deve estar relacionada apenas à relação positiva ou negativa do balanço hídrico quantitativo e/ou qualitativo dos recursos hídricos, sendo necessário incluir nas análises componentes que são importantes para entender a bacia hidrográfica integralmente.

O IPGBH foi composto na perspectiva de possibilitar sua aplicabilidade em outros trabalhos com temática semelhante, bem como em planos de bacias na identificação e criação das “áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos” (Brasil, 1997).

Dessa forma, foi proposta a identificação dessas áreas considerando os valores modais da série de dados formada pelas classes estabelecidas em cada um dos indicadores diagnósticos da paisagem, sendo:

$$\text{IPGBH}_i = \text{Moda} (D_i, S_i, N_i, F_i, \text{RH}_i)$$

Onde  $\text{IPGBH}_i$  é o valor do índice para unidade de paisagem  $i$ ;  $D_i$  é o indicador de diversidade da paisagem;  $S_i$  é o indicador de singularidade da paisagem;  $N_i$  é o indicador de naturalidade da paisagem;  $F_i$  é o indicador de fragilidade geoambiental da paisagem; e,  $\text{RH}_i$  é o indicador de criticidade da qualidade e quantidade dos recursos hídricos.

A equação do índice IPGBH considera os cinco indicadores como equivalentes, não sendo considerado nenhuma ponderação ou hierarquização entre eles, visto que na abordagem de paisagem foram entendidos como igualmente relevantes na análise integrada. Os valores que resultaram como amodais não foram classificados na metodologia proposta.

Neste trabalho, consideram-se como áreas sujeitas à restrição de uso aquelas classificadas como Alta (4) e Muito Alta (5) prioridade, conforme Quadro 6, interpretando-as como a categoria de "Muito alta prioridade", sendo aquelas que possam apresentar diversidade da paisagem muito baixa, paisagens dominantes, paisagens modificadas, com alto grau de fragilidade e criticidade muito alta na qualidade e/ou quantidade dos recursos hídricos. Com isso, o mapa com a espacialização das áreas sujeitas à restrição foi elaborado a partir da extração dos resultados do IPGBH, filtrando apenas as classes Alta (4) e Muito Alta (5) prioridade, no ArcMap 10.2.

**Quadro 6.** Classificação do Índice da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas.

Valor modal	Categorias
5	Muito alta prioridade
4	Alta prioridade
3	Média prioridade
2	Baixa prioridade
1	Muito baixa prioridade

Elaboração: Autores.

Posteriormente, o resultado do IPGBH foi cruzado a partir da ferramenta *Intersect* com as UEGs indicadas a *priori* no PIRH Paranapanema e analisados os pontos de convergência e divergência, a fim de comparar os resultados obtidos nas duas propostas.

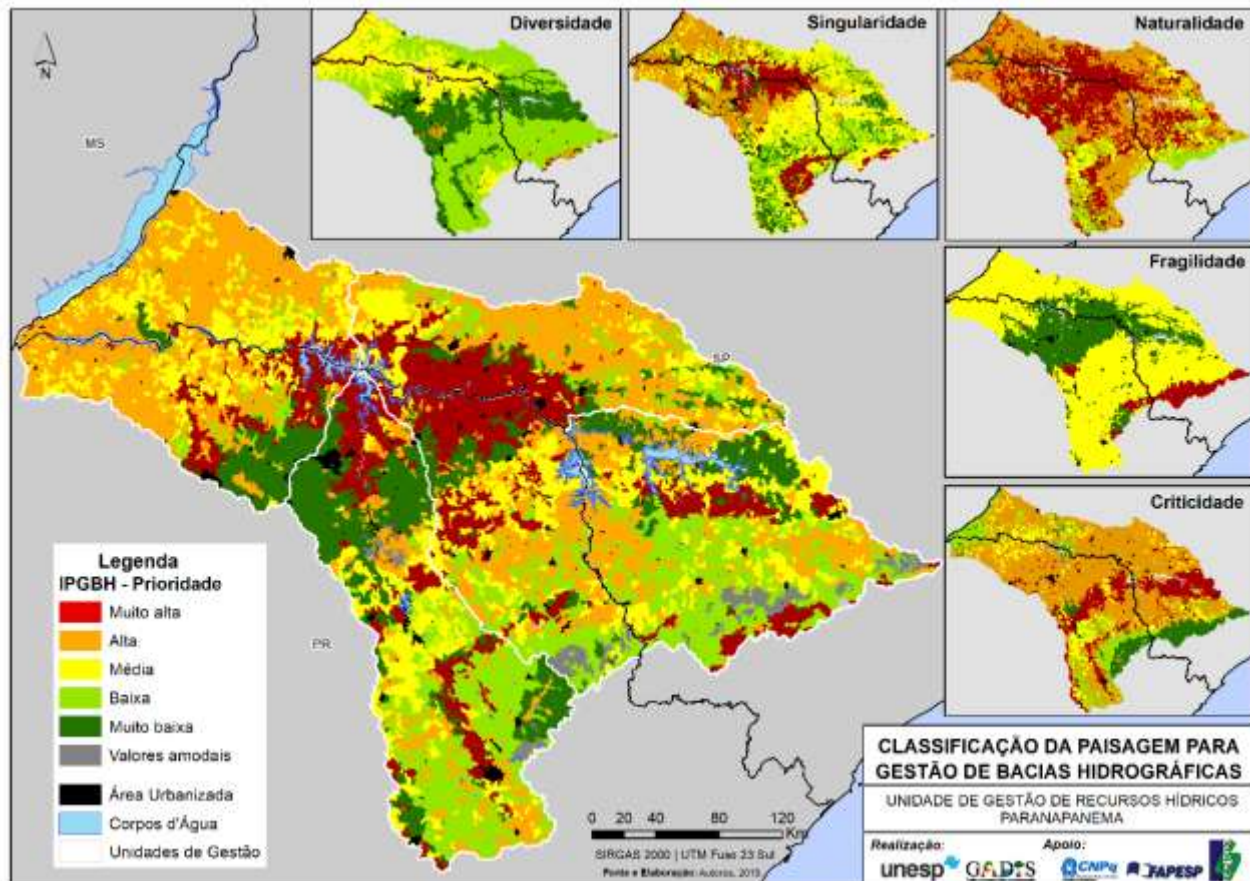
A partir da aplicação desta metodologia, diferenças significativas foram apontadas utilizando a análise da paisagem, Geoecologia das Paisagens e cartografia das paisagens para fundamentar uma proposta de criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos, na UGRH Paranapanema, a qual visa entender a bacia hidrográfica como um sistema complexo, onde suas paisagens apontam potencialidades e fragilidades que devem ser consideradas no planejamento e gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Determinação das áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à proteção dos recursos hídricos

De acordo com a síntese realizada, utilizando-se o Índice da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas (IPGBH), foi elaborado o mapa de Classificação da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas (Figura 5) apresenta as classes de prioridade para gestão da paisagem no Paranapanema, considerando os indicadores de diversidade, singularidade e naturalidade paisagística, bem como a fragilidade geoambiental e a criticidade dos recursos hídricos, propiciando uma abordagem multidimensional da bacia hidrográfica, que permite visualizar como diferentes aspectos da paisagem interagem para determinar prioridades de gestão. A distribuição espacial demonstra uma forte heterogeneidade territorial das classes mapeadas, revelando uma situação bastante preocupante para o território da UGRH Paranapanema, quanto a qualidade ambiental das suas paisagens.

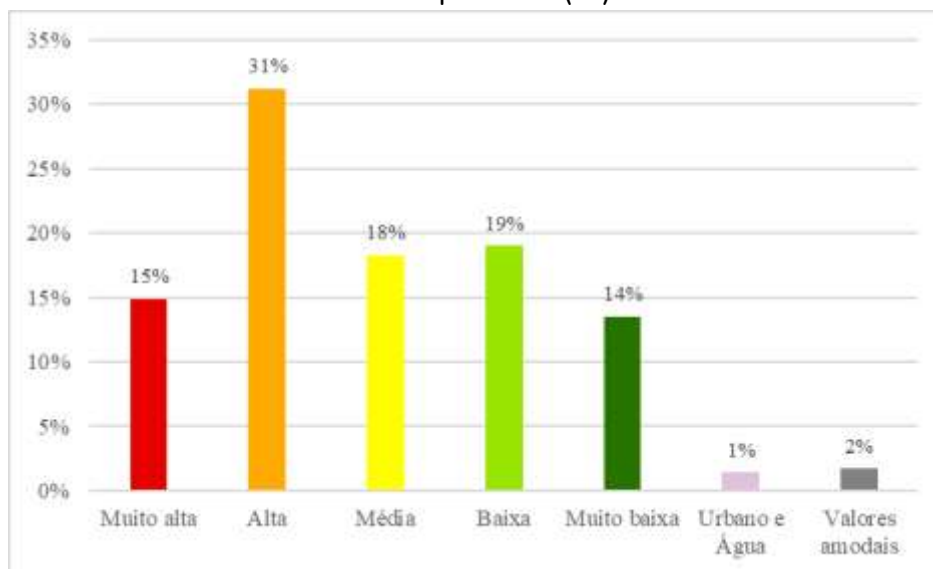
**Figura 5.** Classificação da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas na UGRH Paranapanema.



Elaboração: Autores.

Conforme mostra a Figura 6, 15% da UGRH Paranapanema tem paisagens de Muito Alta prioridade para gestão e 31% de Alta prioridade. As UGs Pontal do Paranapanema, Piraponema, Médio Paranapanema e Norte Pioneiro apresentam uma grande porção do seu território com paisagens de Muito Alta prioridade para gestão, sendo destacadas por áreas de pastagem e agricultura intensiva de monoculturas, com diferentes estágios de processos erosivos, utilização de grande volume de água na irrigação, inclusive com a presença de pivôs centrais.

**Figura 6.** Classificação da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas da UGRH Paranapanema (%).



Elaboração: Autores.

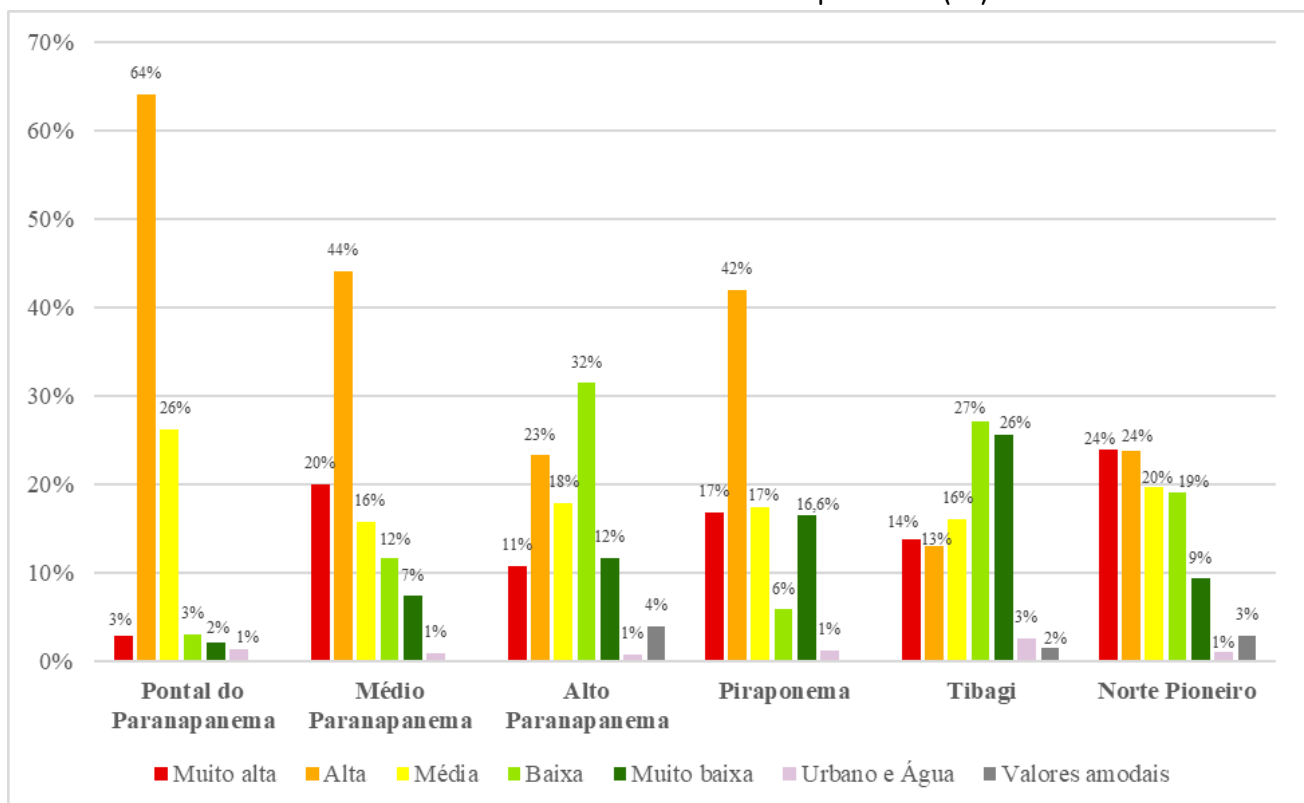
As unidades de gestão Tibagi e Alto Paranapanema, embora apresentem áreas de Muito Alta e Alta prioridade para gestão (24% e 34%, respectivamente), tem um pouco mais de áreas de Média, Baixa e Muito baixa prioridade (69% e 62%, respectivamente), principalmente por serem unidades com relevo um pouco mais ondulado, o que dificulta a prática da agricultura intensiva e favorece a resistência de alguns fragmentos de vegetação.

Com isso, notadamente, uma porção significativa do território da UGRH Paranapanema tem Alta prioridade (31%) para intervenção com medidas que melhorem a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a proteção dos recursos hídricos, as quais somadas às áreas de Muito Alta prioridade (15%) e Alta prioridade representam aproximadamente 46% da bacia hidrográfica (Figura 6).

É notável que, embora a bacia hidrográfica apresente um cenário preocupante, ainda existem muitas áreas com paisagens em boa qualidade e que necessitam de proteção, sendo 33% de Baixa e Muito Baixa e 18% da área com paisagens com Média prioridade para gestão. Por isso, torna-se necessário um olhar da gestão também para essas áreas, justamente para evitar processos de degradação em curto e médio prazos. E 18,3% da UGRH Paranapanema têm paisagens com Média prioridade para gestão.

Na UGRHI Pontal do Paranapanema, a maior parte das paisagens tem Alta prioridade (64%) para gestão, sendo 3% com Muita Alta prioridade, 26% com Média prioridade, havendo pouca representação das áreas de Baixa e Muito Baixa prioridades, 3% e 2%, respectivamente, conforme a Figura 7.

**Figura 7.** Classificação da Paisagem para Gestão de Bacias Hidrográficas nas Unidades de Gestão estaduais da UGRH Paranapanema (%).



Elaboração: Autores.

A Alta prioridade se dá, sobretudo, nas paisagens com pastagens sem manejo e culturas temporárias. Mesmo a UGRHI Pontal do Paranapanema não tendo fortes declividades, os tipos

de uso e ocupação da terra e seu manejo acarretam diversos problemas de erosão em diferentes estágios evolutivos, que impactam diretamente a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, com o aumento do assoreamento, uma vez que muitos córregos não possuem parte de suas Áreas de Preservação Permanente (APP) vegetadas. Nesse sentido, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH 2024-2027) apontou como temas críticos para a gestão dos recursos hídricos nesta UGRHI a baixa quantidade de remanescentes florestais (área de drenagem vegetada <10%), processos erosivos intensos e conflitos pelo uso da água, demandando também atenção à transposição de águas da UGRHI 21 – Peixe, e concentração populacional em Presidente Prudente (São Paulo, 2024; CBH-PP, 2023).

As paisagens da UGRHI Médio Paranapanema também apresentam elevado grau de modificações que estão diminuindo sua condição ambiental, sendo que 44% das paisagens têm Alta prioridade em receber ações e medidas para sua gestão, 20% com Muito Alta e 16% com Média prioridade. As paisagens com melhores condições e, portanto, de Baixa e Muito Baixa prioridades representam 12% e 7% do território, respectivamente, localizadas de maneira bastante dispersas nesta unidade (Figura 8). O PERH 2024-2027 também elencou temas críticos associados à gestão de recursos hídricos nesta UGRHI, tais como: poucos remanescentes florestais (área de drenagem vegetada <10%), preocupação com a qualidade das águas subterrâneas e conflitos pelo uso da água, bem como o plano também elenca os mesmos aspectos de atenção para impactos da UGRHI 14, como a expansão de áreas de cultivo agrícola - intenso uso para a irrigação, baixa vegetação remanescente e áreas suscetíveis à erosão (São Paulo, 2024; CBH-MP; Irrigart, 2017).

Observa-se, a partir da Figura 7, que a UGRHI Alto Paranapanema tem melhores condições ambientais, com 44% das suas paisagens classificadas como de Baixa e Muito Baixa prioridade para gestão. Quanto às áreas de Muito Alta e Alta prioridades, estas representam 11% e 23%, respectivamente. E as áreas de Média prioridade compreendem 18%, apresentando também 4% da unidade de valores amodais, os quais, utilizando a média simples, poderiam ser enquadrados em Média prioridade de gestão.

Embora as paisagens apresentem uma qualidade melhor, com mais áreas naturais, a UGRHI Alto Paranapanema também apresenta grandes extensões de culturas temporárias, com muita utilização de irrigação por pivôs centrais e, conseqüentemente, utilização de grandes volumes de água e existência de reservatórios para sua captação. Há, também, forte ocupação imobiliária com condomínios de alto padrão nas bordas dos reservatórios, especialmente da UHE Jurumirim. Inclusive, o PERH 2024-2027 apontou como temas críticos para a gestão dos recursos hídricos nesta UGRHI a estrutura de esgotamento sanitário insuficiente, processos erosivos intensos e conflitos pelo uso da água, além de chamar atenção aos impactos que podem estar associados à expansão de áreas de cultivo agrícola - intenso uso para a irrigação, baixa vegetação remanescente e áreas suscetíveis à erosão (São Paulo, 2024; CBH-ALPA; TCA; IPT, 2018).

Na UG Piraponema grande parte do seu território compreende as paisagens com Alta prioridade na gestão (42%) e quase 17% de paisagens com Muito Alta prioridade. As paisagens em melhores condições, portanto, classificadas como Muito Baixa e Baixa prioridade representam 22,6% da unidade e as com Média prioridade são 17%, como mostra a Figura 7.

A maior parte dos problemas encontrados na Unidade, que tornam as paisagens com Alta prioridade de gestão, é provocada pela presença de paisagens pouco diversas e dominantes, principalmente, pela existência de grandes extensões de monocultura e agricultura intensiva. Essas características pressionam a utilização dos recursos hídricos e provocam o comprometimento de grande volume de água para irrigação. Este cenário é agravado por muitos cursos d'água estarem sem proteção de mata ciliar, com a existência de poucas áreas naturais na bacia hidrográfica, sendo a maior ocorrência na porção sudeste, onde é possível encontrar alguns fragmentos de vegetação nativa. Além disso, para a região, o PLERH/PR identificou problemas associados como o potencial de contaminação por poluição difusa, vulnerabilidade à contaminação do aquífero Caiuá, alto volume de comercialização de agrotóxicos, altas taxas de impermeabilização nas áreas urbanas, grande volume de resíduos sólidos domiciliares com destinação inadequada, insuficiência na infraestrutura de esgoto e drenagem, áreas de déficit habitacional e baixa precipitação no trimestre mais seco (junho, julho e agosto) (Cobrape, 2010).

A UG Tibagi apresenta condições melhores, com a maioria das suas paisagens (53%) classificadas como Baixa e Muito Baixa prioridade de gestão, 27% e 26%, respectivamente. No entanto, a unidade hidrográfica também tem porções significativas de paisagens com Muito Alta, Alta e Média prioridade para gestão (14%, 13% e 16%, respectivamente), as quais precisam de atenção para não comprometerem as paisagens que apresentam qualidade superior, como apresentado na Figura 7.

A bacia hidrográfica do rio Tibagi é dotada de paisagens belas e únicas, com cachoeiras e cânions, sendo o rio Tibagi um curso d'água muito importante para a região, reforçando a necessidade de programas efetivos de fiscalização e incentivos para sua manutenção. Quanto às pressões exercidas sobre os recursos hídricos, o PLERH/PR destaca, ainda, o processo erosivo intenso, potencial de contaminação por poluição difusa, conflito entre os usos múltiplos da água e o abastecimento público, alto volume de agrotóxicos comercializados, altas taxas de impermeabilização nas áreas urbanas, concentração de indústrias com alto potencial de contaminação, áreas de déficit habitacional, baixa infraestrutura urbana de saneamento básico, dentre outros (Cobrape, 2010).

A UG Norte Pioneiro apresenta uma situação crítica, com grande extensão do seu território (68%) constituído de paisagens classificadas com Muito Alta (24%), Alta (24%) e Média (20%) prioridade na gestão, podendo, ainda, considerar os valores amodais também, como de Média prioridade (13%), o que totalizaria 81% da área. As demais áreas são de Baixa (19%) e Muito Baixa (9%) prioridade (Figura 7).

O PLERH/PR enfatizou aspectos de restrições (ou pressões) sobre os recursos hídricos na unidade hidrográfica Norte Pioneiro, como processos erosivos intensos – agravados pela agricultura intensiva, baixa infraestrutura para esgoto e drenagem, áreas com carência de atendimento pelo sistema de abastecimento público (principalmente na unidade hidrográfica Paranapanema 2), municípios com grande proporção de pobreza (áreas de baixo desenvolvimento socioeconômico) e baixa precipitação no trimestre mais seco (junho, julho e agosto) (Cobrape, 2010). Além disso, durante a pesquisa, observou-se que alguns reservatórios de água apresentavam margens secas e processos de assoreamento em consequência, dentre

outras, da inexistência de mata ciliar em alguns trechos, o que agrava o processo erosivo. Também foram observados estágios de eutrofização em reservatórios de água, afetando a qualidade dos recursos hídricos.

As belezas naturais também estão presentes na UG Norte Pioneiro, sobretudo em alguns trechos do rio das Cinzas, com a presença de cachoeiras e corredeiras, bem como de áreas de florestas, as quais também devem ter atenção da gestão das águas para garantir a continuidade de sua existência.

A situação crítica dessa região reforça a escolha dessa área, especificamente a bacia hidrográfica do rio das Cinzas como a primeira UEG a ser implementada, como definido no âmbito do PIRH Paranapanema (ANA; CBH-Paranapanema, 2016).

### **Comparação entre as propostas de áreas de restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos: diagnóstico das paisagens e PIRH Paranapanema**

A proposta apresentada no PIRH Paranapanema foi de considerar as áreas de restrição com vistas à proteção dos recursos hídricos a partir das porções do território que apresentam criticidade no balanço hídrico quantitativo e qualitativo. Entretanto, como já destacado, esses procedimentos não consideram aspectos mais amplos de análise do ambiente na bacia hidrográfica, que também podem pressionar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, como a proposta metodológica deste estudo. Todavia, a comparação das áreas identificadas nas duas propostas apontou aderências em diversas porções do território, como também algumas áreas diferentes nas duas indicações.

Em termos quantitativos, a proposta do PIRH Paranapanema representa uma cobertura de 43.782 km<sup>2</sup>, aproximadamente 41% da área da UGRH Paranapanema, com áreas de restrições de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos; e a proposta desta pesquisa, com base na análise e no diagnóstico da paisagem, compreende a 48.041 km<sup>2</sup>, cerca de 45% da unidade.

Já as coincidências territoriais se deram em quase 50% de áreas sobrepostas, quando comparada as duas propostas de indicação de áreas sujeitas à restrição de uso com vistas à

proteção dos recursos hídricos, com uma extensão de 21.564 km<sup>2</sup>, observadas no Quadro 7 e nas Figuras 8 e 9.

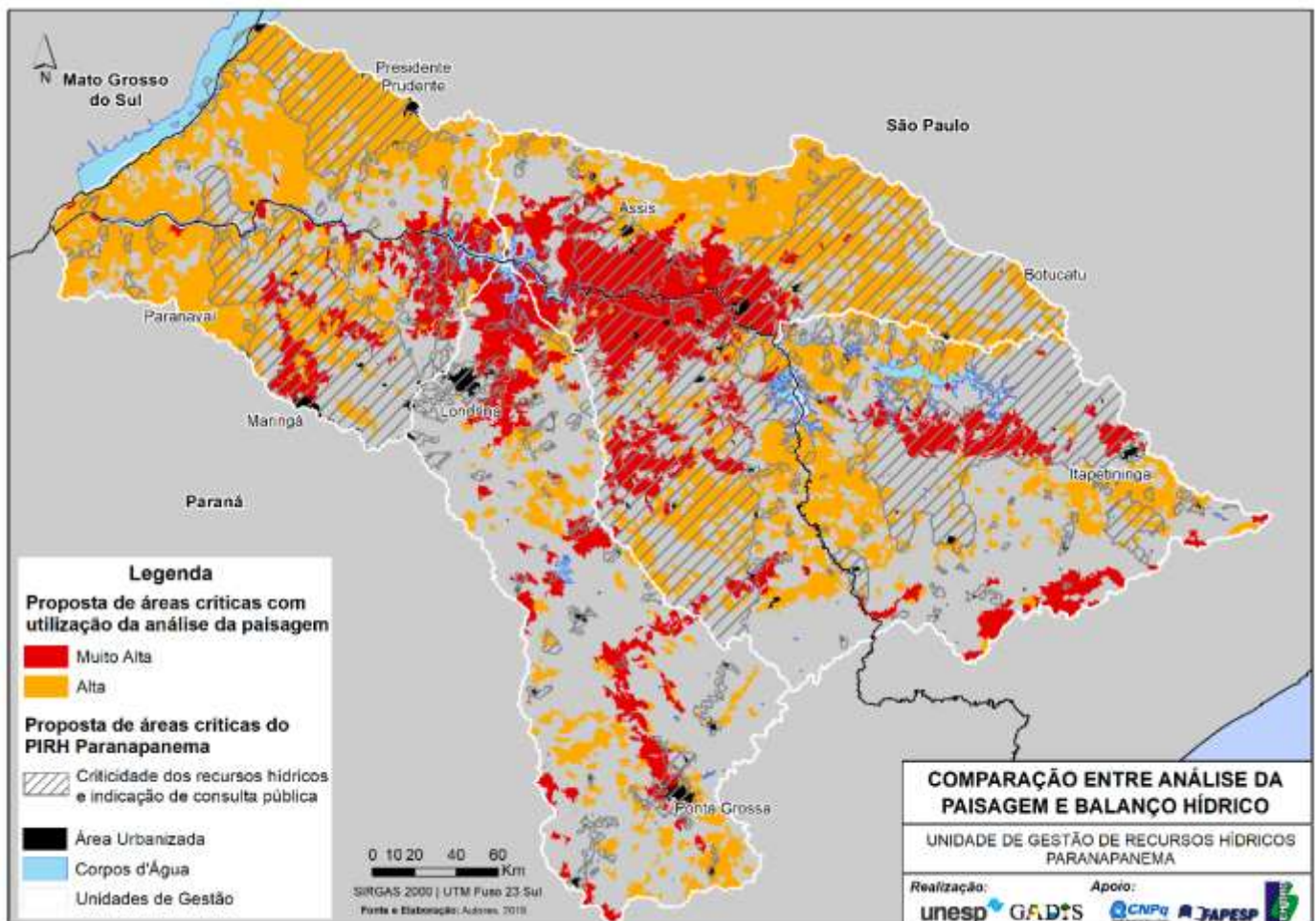
As áreas com coincidência territorial nas duas propostas se encontram principalmente na UGs Pontal do Paranapanema, Médio Paranapanema, Piraponema e Norte Pioneiro (Figura 9).

**Quadro 7.** Comparação de áreas (km<sup>2</sup>) entre as propostas da análise da paisagem e criticidade do balanço hídrico para identificação de áreas sujeitas a restrição de uso.

Áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.	Área (km <sup>2</sup> )
Proposta a partir do diagnóstico das paisagens	48.041
Proposta do PIRH Paranapanema	43.782
Coincidência territorial entre as duas propostas	21.564

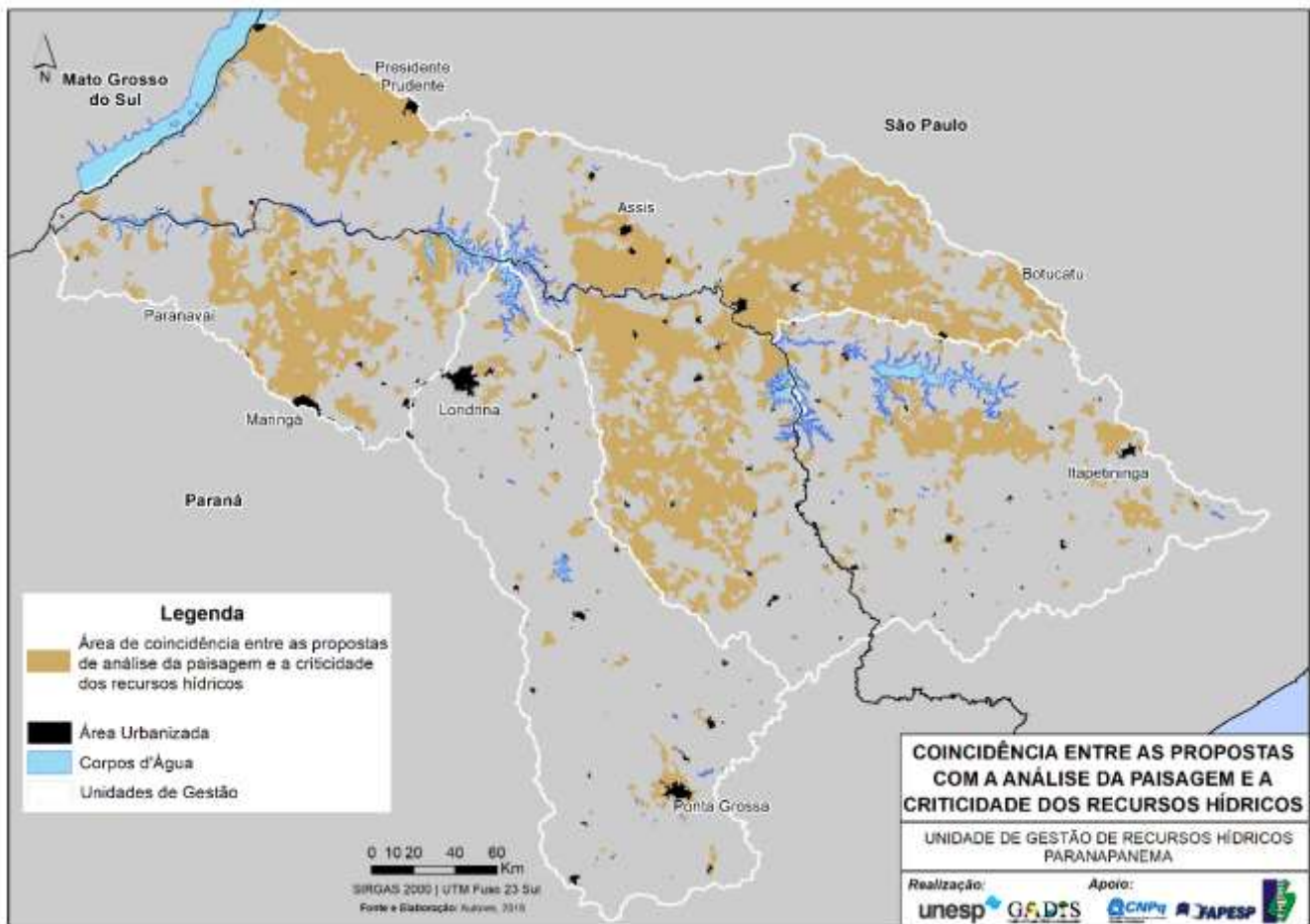
Elaboração: Autores.

**Figura 8.** Comparação entre as propostas da análise da paisagem e criticidade do balanço hídrico para fins de identificação de áreas sujeitas a restrição de uso.



Elaboração: Autores.

**Figura 9.** Coincidências territoriais entre as propostas da análise da paisagem e do PIRH para a UGRH Paranapanema.



Elaboração: Autores.

Assim, a coincidência territorial entre as duas propostas pode ser utilizada como sendo as áreas a serem prioritárias dentro do plano de ação do PIRH Paranapanema, tendo em vista que já está em curso a análise da proposta de criação da UEG Rio das Cinzas, podendo, assim, as duas propostas se complementarem. Para isso, é necessário o aporte de recursos financeiros a programas, ações e projetos que implementem medidas a fim de promover a melhoria

significativa das condições em que diversas porções do território da UGRH Paranapanema se encontram.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de estudos baseados na Geoecologia da Paisagem e de Cartografia de Paisagens na UGRH Paranapanema se mostrou consistente e apropriada para ser utilizada como recurso metodológico adicional na proposição de áreas sujeitas à restrição de uso, visando à proteção dos recursos hídricos, tendo em vista a elaboração de planos de recursos hídricos, como previsto na legislação de recursos hídricos.

Considera-se fundamental a visão para a totalidade da bacia hidrográfica, percebendo e analisando seus elementos em conjunto e de forma integrada e sistêmica, que permita entender a relação dinâmica entre a sociedade e a natureza. Assim, a concepção integradora da paisagem se mostrou viável para aplicação na elaboração dos planos de recursos hídricos e na gestão de bacias hidrográficas, sendo possível identificar áreas prioritárias para atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

A partir da análise da paisagem, usando diversos indicadores de sua estrutura, naturalidade e características dos recursos hídricos, foi possível propor áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos, com critérios amplos e sistêmicos do ambiente, especialmente da bacia hidrográfica, contemplando a integralidade da UGRH Paranapanema, desenvolvendo-se um índice agregado, o qual possibilitou identificar e destacar paisagens que necessitam de prioridade na gestão.

O diagnóstico da paisagem, ainda pouco explorado em estudos de bacias hidrográficas no Brasil para fins de gestão das águas, mostrou-se bastante consistente para fazer parte da opção metodológica para estabelecer as unidades de paisagem com maior prioridade na gestão e, conseqüentemente, na proposição das áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Entretanto, ressalta-se que é fundamental, independentemente da localização das áreas sujeitas à restrição de uso indicadas nos planos de recursos hídricos, que estas sejam integradas

às políticas territoriais municipais, visto que o município é o ente federativo com autonomia para legislar sobre o seu uso do solo, conforme define a Constituição Federal de 1988.

Com base na pesquisa realizada destaca-se, porém, que embora os processos de elaboração dos mapeamentos tenham sido feitos a partir da aplicação em Sistema de Informações Geográficas, os resultados de análise da paisagem dependem da capacidade de interpretação e sistematização dos componentes da paisagem, não sendo possível uma operação totalmente automática.

Outro aspecto a ser ressaltado neste estudo é a escolha da moda simples como método estatístico para geração do IPGBH, a qual é fundamentada pela análise comparativa com a média e a mediana, revelando-se a mais apropriada para o contexto desta pesquisa ao preservar a variação espacial do fenômeno estudado. Contudo, reconhece-se como necessário o aprofundamento metodológico em futuras pesquisas, testando-se alternativas complementares como a agregação ponderada, permitindo atribuir importâncias relativas aos indicadores conforme sua relevância temática, além da exploração de técnicas geoestatísticas, que podem capturar tanto a variabilidade espacial quanto as inter-relações entre indicadores de naturezas distintas.

Por fim, evidencia-se que a gestão integrada e racional dos recursos hídricos nesta unidade hidrográfica tem grande importância para os estados de São Paulo e Paraná e para o território nacional, sobretudo para a população que nela habita e para as atividades econômicas. Dessa forma, recomenda-se promover sua aplicação, não apenas na gestão da água, mas também em estudos que tratem do manejo e conservação dos solos e do uso e ocupação da terra, buscando reduzir processos de degradação e promover o desenvolvimento sustentável a médio e longo prazo na UGRH Paranapanema.

## REFERÊNCIAS

ALCÁNTARA MANZANARES, J.; MUÑOZ ÁLVAREZ, J.M. *Landscape classification of Huelva (Spain): an objective method of identification and characterization*. **Estudios Geográficos** 76 (279), 447–471, 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas; CBH-Paranapanema, Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Paranapanema. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema**. ANA e CBH-Paranapanema, 2016.

ANTROP, M., VAN EETVELDE, V. **Landscape Perspectives**. 2017. BAEV, P. V.; LYUBOMIR, D. P. **BIODIV ver. 5.1**, PENSOFT, Exeter Software, 1995.

BOLLO, M. *La Geografía del Paisaje y la Geoecología. Teoría y Enfoques*. En: CHECA-ARTASU, M. M.; SUNYER, P. **El Paisaje: Reflexiones y Métodos de Análisis**. México: Ediciones del Lirio-Editorial UAM, 2018.

BRASIL. **Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Palácio do Planalto. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm) >. Acesso em: 23 abr. 2024.

BRAZ, A. M.; MIRANDOLA, P. H.; PINTO, A. L.; SALINAS, E.; OLIVEIRA, I. J. *Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra*, Cuadernos de Geografía: **Revista Colombiana de Geografía** 29 (1): 69-85, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v29n1/2256-5442-rcdg-29-01-69.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

CBH-ALPA, Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema; TCA, Soluções e Planejamento Ambiental; IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema (UGRHI 14) – 2016-2027**. 2018. Disponível em: < <https://cbhalpa.org/wp-content/uploads/2022/04/PLANO-DA-BACIA-HIDROGRAFICA-DO-ALTO-PARANAPANEMA-UGRHI-14-%E2%80%93-2016-2027.pdf> >. Acesso em: 13 jun. 2024.

CBH-MP, Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema; IRRIGART, Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17) 2016 - 2027**. 2017. Disponível em: <

[https://drive.google.com/drive/folders/12BN5XTgAszLDARo\\_jgyufxqwmr3sgJR8](https://drive.google.com/drive/folders/12BN5XTgAszLDARo_jgyufxqwmr3sgJR8) >. Acesso em: 13 jun. 2024.

CBH-PP, Comitê da Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema – Ano base 2022**. 2023. Disponível em: < [https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PP/27152/rs\\_ano\\_base\\_2022\\_vs\\_final.pdf](https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PP/27152/rs_ano_base_2022_vs_final.pdf) >. Acesso em: 15 jun. 2024.

CHRISTIAN, C.S. **The concept of land units and land systems**. *Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress*, 1958.

COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

COBRAPE. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná**. 2010. Disponível em: < [https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-03/resumo\\_executivo\\_plerh.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-03/resumo_executivo_plerh.pdf) >. Acesso em: 22 jun. 2024.

COTLER, H.; PRIEGO, A. *El análisis del paisaje como base para el Manejo Integrado de cuencas: el caso de la cuenca Lerma-Chapala*. In: COTLER, H. (org.). **El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental**, 2. ed. México: INE-SEMARNAT, pp. 79-89. 2007.

ENGECORPS. Engecorps Engenharia S.A. **Plano das bacias: Pirapó e Paranapanema 3 e 4 – Produto 10: Relatório Síntese**. 2016. Disponível em: < [https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-05/1261-iap-41-gl-rt-0010-r0.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-05/1261-iap-41-gl-rt-0010-r0.pdf) >. Acesso em: 22 jun. 2024.

ENGECORPS. Engecorps Engenharia S.A. **Plano das bacias: Cinzas, Itararé, Paranapanema 1 e 2 – Produto 01 Caracterização geral e regionalização**. 2014. Disponível em: < [https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-07/produto\\_01\\_caracterizacao\\_geral\\_e\\_regionalizacao.pdf](https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/produto_01_caracterizacao_geral_e_regionalizacao.pdf) >. Acesso em: 13 jun. 2024.

FEITOSA, T. B.; ARAUJO FILHO, R. N.; IOST, C. Diagnóstico geoambiental como ferramenta no planejamento e gestão dos recursos hídricos da sub-bacia do rio Lontra – TO. **Revista Geonorte**, v.12, n.39, p.185-201, 2021.

FERNANDES, U.; BARROS, G.T.; NEVES, C.E. **As perspectivas da paisagem na Geografia**. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2024.

FONTÃO, P.A.B.; MOLINA, J.V.; SALGADO, P.P. Avaliação dos riscos de seca na Região Metropolitana de São Paulo. **RA'EGA**, Curitiba, V. 55, p. 3-24, 2022.

FONTÃO, P.A.B.; ZAVATTINI, J.A. A “crise hídrica” na Região Metropolitana de São Paulo: análise da variabilidade pluvial e a repercussão hídrica no sistema Cantareira. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 17(1), p. 43-54, 2019.

GARCIA, A.; MIRAVET, B. L.; SALINAS, E.; DOMINGUEZ, A. Z. A cartografia das paisagens com sistemas de informação geográfica como base para o diagnóstico geológico da bacia hidrográfica do rio Ariguanabo (Cuba), **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (ANPEGE)**. V.15, n.27, mai./ago, p. 169-194, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/9578>. Acesso em: 20 abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 14 abr. 2024.

JARDIM, C.H. A “crise hídrica” no sudeste do Brasil: aspectos climáticos e repercussões ambientais. **Revista Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 11, n. 2, p. 67-83, 2015.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. *Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms*. **Gomorphology**, 182, 2013, p. 147-156.

LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos, **Entre-Lugar**, Dourados, v. 3, n. 6, p. 65-84. 2012.

MACHADO, A. *An index of naturalness, Journal*, **Nature Conservation** 12, 2004.

MATEO-RODRIGUEZ, J. M. **Geografía de los Paisajes, Primera Parte, Paisajes Naturales**. Havana: Editorial Universitaria Félix Varela. 2011.

MATEO-RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V. *La Geoecología del Paisaje como Fundamento para el Análisis Ambiental*. **Rede–Revista Eletrônica do PRODEMA**, Vol. 1, Nº 1, p.77-98, 2007.

MATEO-RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6. ed. Fortaleza: Editora UFC, 2022.

MATEO-RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V.; MATEO, J. M.; MEIRELES, A. J. (orgs.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**, Fortaleza: Edições UFC, 2011.

MEDEIROS, R. B.; SALINAS, E. SILVA, CH. A.; BEREZUK, A. G. *Geoecological Diagnosis of Landscapes of the Formoso River Watershed, Bonito/MS, Brazil*, **Environmental Earth Sciences**, v.81, n. 174, 2022.

MIRAVET, B. L.; GARCÍA, A. E.; SALINAS, E.; CRUAÑAS, E.; REMOND, R. *Diagnóstico Geoecológico de los paisajes de la cuenca hidrográfica Ariguanabo, Artemisa, Cuba*, **Ciencias de la Tierra y el Espacio**, Vol. 15 No.1, enero –junio, p. 53-6, 2014.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; LEAL, A. C.; TROMBETA, L. R.; NUNES, R. S.; STOQUI, V. B. CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS EM BACIA HIDROGRÁFICA: GEOMORFOLOGIA E FRAGILIDADE GEOAMBIENTAL DA UGRH PARANAPANEMA. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, Volume 27, 2014, p. 21-46.

PARANÁ. **Decreto nº. 9.129, de 27 de dezembro de 2010**. Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: < <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/exibirAto.do?action=iniciarProcesso&codAto=58671&codItemAto=452635> >. Acesso em: 13 jun. 2024.

PRIEGO, A.G.S. **Geoecología del paisaje**. México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de La Universidad Autónoma de México, 2008.

- REED, J.; VAN VIANEN, J.; BARLOW, J.; SUNDERLAND, T. *Have integrated landscape approaches reconciled societal and environmental issues in the tropics?* **Land Use Policy** 63, 481–492, 2017.
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R., LAURENT, F. Compartimentação do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através do uso de *geomorphons* obtidos em classificação topográfica automatizada. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, nº.2, 2016, p. 287-298.
- SALINAS, E.; GARCÍA, A. E.; MIRAVET, B. L.; REMOND, R.; CRUAÑAS, E. *Delimitación, Clasificación y Cartografía de los Paisajes de la cuenca Ariguanabo, Cuba, mediante el uso de los SIG*, **Revista Geográfica del IPGH**, No. 154 julio-diciembre, p. 9-30, 2013.
- SALINAS, E.; MATEO-RODRIGUEZ; J. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. *Cartografía de los Paisajes: Teoría y aplicación*, **Physis Terrae**, Vol. 1, nº 1, p. 7-29, 2019. Disponível em: <https://revistas.uminho.pt/index.php/physisterrae/issue/view/29>. Acesso em: 06 mai. 2024.
- SALINAS, E.; RAMON, A. M. *Propuesta metodológica para la delimitación semiautomatizada de unidades de paisaje de nivel local*. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, Volume 25, p. 3-22, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/75171/78719>. Acesso em: 15 mai. 2024.
- SALINAS, E.; RAMÓN, A. M.; TROMBETA, L. R. A. *La cartografía de los paisajes y los sistemas de información geográfica: aspectos conceptuales y metodológicos*. In: Días, L.; Salinas, E. (orgs.) **Cartografia Biogeografica e da Paisagem**, Vol. 2, Primera Edición, Tupã: ANAP, 2019.
- SALINAS, E.; TROMBETA, L. R. A.; LEAL, A. C. *Estudo da Paisagem aplicado ao Planejamento y Gestao de bacias Hidrográficas*, In: Figueiró; A. S.; Di Mauro, C. A. (orgs.) **Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos**, Campina Grande: EPTEC, 2020.
- SALINAS, E., TROMBETA, L. R. A.; MEDEIROS, R. B.; *Paisagem e Gestão de Recursos Hídricos: um diagnóstico das Bacias Hidrográficas do Rio Paranapanema (SP-PR) e Rio Formoso (MS), Brasil*, **Espaço em Revista**, v.24, n.1, (Edição Especial), p. 291-321, 2022.
- SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística. **Plano Estadual de Recursos Hídricos** (PERH 2024 – 2027). 2024. Disponível em: <

[https://drive.google.com/drive/folders/1cIU-94JR9qxzvJdECN\\_ooKmS3kLxcBV2](https://drive.google.com/drive/folders/1cIU-94JR9qxzvJdECN_ooKmS3kLxcBV2) >. Acesso em: 13 jun. 2024.

SÃO PAULO. **Lei nº. 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html> >. Acesso em: 12 jun. 2024.

SILVA, E. V.; MATEO-RODRIGUEZ, J. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada, **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, v. especial, p. 4-17. 2014

SORIANO, E.; LONDE, L.R.; GREGORIO, L.T.; COUTINHO, M.P.; SANTOS, L.B.L. Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XIX, n.1, p. 21-42, 2016.

TROMBETA, R.A.T. **Gestão das águas, planejamento de bacias hidrográficas e paisagem: proposta metodológica aplicada na Unidade de Gestão de Recursos Hídricos Paranapanema, Brasil**. Presidente Prudente, 2019. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2019.