

**Caracterização Hidroambiental da Unidade de Gerenciamento de  
Recursos Hídricos do Rio Pardo**

**Julia de Paula Maschio**

Mestranda, UNESP, Brasil

julia.maschio@unesp.br

ORCID iD 0009-0006-1475-7620

**Maria Isabel Delgado**

Professora Doutora, UNLP, Argentina

isabeldelgado@agro.unlp.edu.ar

ORCID iD 0000-0001-5493-7462

**Juliana Heloisa Piné Américo-Pinheiro**

Professora Doutora, UNESP e UB, Brasil

juliana.heloisa@unesp.br

ORCID iD 0000-0001-6252-828X

## Caracterização Hidroambiental da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Pardo

### RESUMO

**Objetivo:** Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre a caracterização hidroambiental da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Pardo (UGRHI 04), localizada no Estado de São Paulo.

**Metodologia:** Nesse sentido, abordam-se aspectos físicos, hidrológicos, ambientais e socioeconômicos, com ênfase na análise integrada do relevo, solos, clima, vegetação, uso e ocupação do solo, além da dinâmica dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

**Relevância:** A caracterização hidroambiental dessa Unidade é essencial para subsidiar estratégias de planejamento e ordenamento territorial que conciliem a conservação ambiental e o desenvolvimento regional sustentável, considerando as especificidades naturais e socioeconômicas do território.

**Resultados:** Os resultados evidenciam que a UGRHI 04 desempenha papel estratégico no contexto estadual, integrando atividades agrícolas, industriais, comerciais, geração de energia e de serviços, sustentadas por infraestrutura robusta e vasta disponibilidade hídrica. No entanto, a intensificação das atividades agropecuárias, a expansão urbana e industrial e a fragmentação da cobertura vegetal impõem desafios à conservação ambiental e à gestão dos recursos hídricos.

**Contribuições teóricas/metodológicas:** Recomenda-se a adoção de estratégias integradas de manejo, restauração ecológica e fortalecimento da governança, visando à compatibilização entre o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade hídrica e ecológica da bacia do Rio Pardo.

**Contribuições sociais e ambientais:** Entre as principais vulnerabilidades identificadas destacam-se os processos erosivos, o assoreamento dos corpos d'água, o impacto sobre áreas de preservação permanente e a necessidade de aprimoramento dos sistemas de saneamento e destinação de resíduos.

**Palavras-chave:** Manejo integrado; Uso e ocupação; Vulnerabilidade.

## Hydroenvironmental Characterization of the Rio Pardo Water Resources Management Unit

### ABSTRACT

**Objective:** This article presents a literature review on the hydroenvironmental characterization of the Rio Pardo Water Resource Management Unit (UGRHI 04), located in the State of São Paulo.

**Methodology:** It addresses physical, hydrological, environmental, and socioeconomic aspects, with an emphasis on the integrated analysis of relief, soils, climate, vegetation, land use and occupation, as well as the dynamics of surface and groundwater resources.

**Relevance:** The hydroenvironmental characterization of this Unit is essential to support planning and territorial management strategies that reconcile environmental conservation and sustainable regional development, considering the natural and socioeconomic specificities of the territory.

**Results:** The results demonstrate that UGRHI 04 plays a strategic role in the state context, integrating agricultural, industrial, commercial, energy generation, and service activities, supported by robust infrastructure and vast water availability. However, the intensification of agricultural activities, urban and industrial expansion, and the fragmentation of vegetation cover pose challenges to environmental conservation and water resource management.

**Theoretical/methodological contributions:** The adoption of integrated management, ecological restoration, and governance strengthening strategies is recommended, aiming to balance socioeconomic development with the water and ecological sustainability of the Pardo River basin.

**Social and environmental contributions:** Among the main vulnerabilities identified are erosion processes, silting of water bodies, the impact on permanent preservation areas, and the need to improve sanitation and waste disposal systems.

**Keywords:** Integrated management; Use and occupation; Vulnerability.

## Caracterización Hidroambiental de la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos del Río Pardo

### RESUMEN

**Objetivo:** Este artículo presenta una revisión bibliográfica sobre la caracterización hidroambiental de la Unidad de Gestión de Recursos Hídricos de Río Pardo (UGRHI 04), ubicada en el Estado de São Paulo.

**Metodología:** Aborda aspectos físicos, hidrológicos, ambientales y socioeconómicos, con énfasis en el análisis integrado del relieve, los suelos, el clima, la vegetación, el uso del suelo y la ocupación, así como la dinámica de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

**Relevancia:** La caracterización hidroambiental de esta Unidad es esencial para sustentar estrategias de planificación y ordenamiento territorial que concilien la conservación ambiental y el desarrollo regional sostenible, considerando las especificidades naturales y socioeconómicas del territorio.

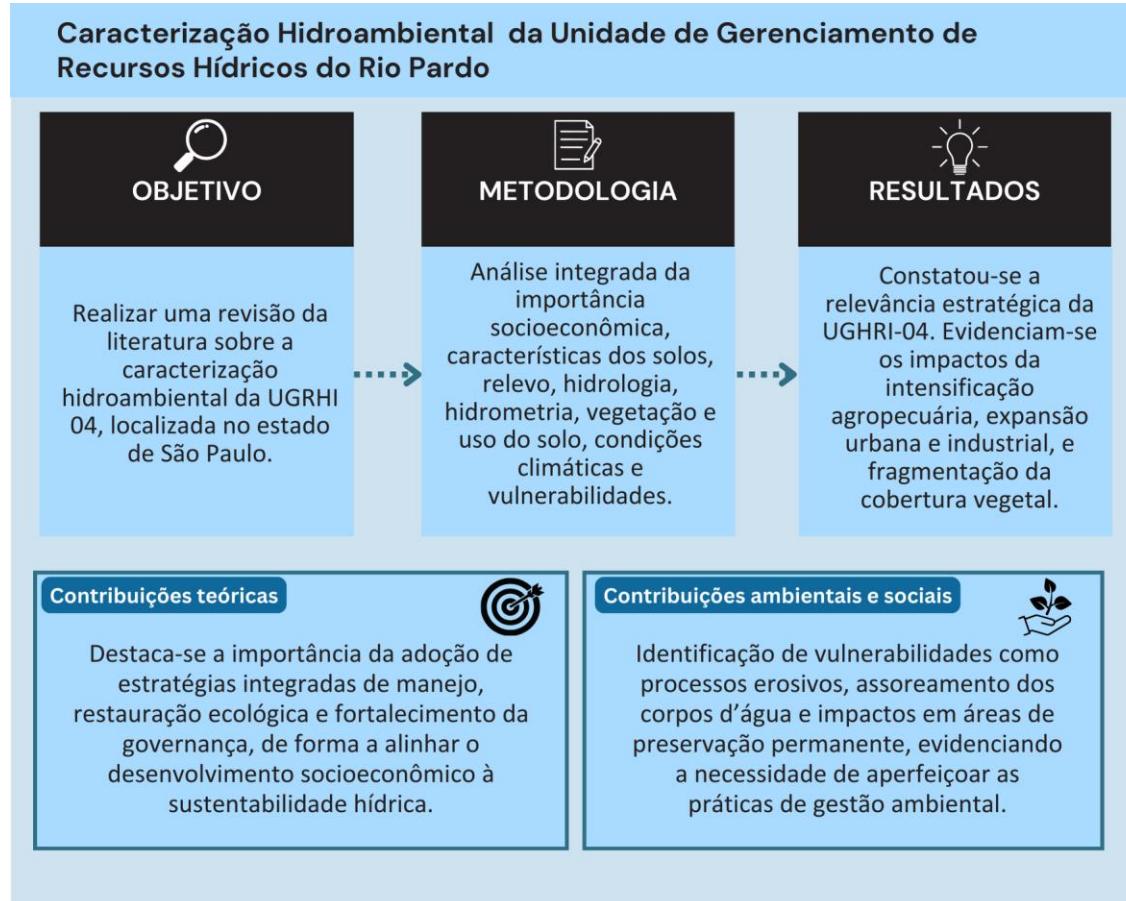
**Resultados:** Los resultados demuestran que la UGRHI 04 desempeña un papel estratégico en el contexto estatal, integrando actividades agrícolas, industriales, comerciales, de generación de energía y de servicios, con el respaldo de una sólida infraestructura y una amplia disponibilidad de agua. Sin embargo, la intensificación de las actividades agrícolas, la expansión urbana e industrial, y la fragmentación de la cobertura vegetal plantean desafíos para la conservación ambiental y la gestión de los recursos hídricos.

**Contribuciones teóricas y metodológicas:** Se recomienda la adopción de estrategias de gestión integrada, restauración ecológica y fortalecimiento de la gobernanza, con el objetivo de equilibrar el desarrollo socioeconómico con la sostenibilidad hídrica y ecológica de la cuenca del río Pardo.

**Contribuciones socioambientales:** Entre las principales vulnerabilidades identificadas se encuentran los procesos de erosión, la sedimentación de los cuerpos de agua, el impacto en las áreas de preservación permanente y la necesidad de mejorar los sistemas de saneamiento y gestión de residuos.

**Palabras clave:** Gestión integrada; Uso y ocupación; Vulnerabilidad.

### RESUMO GRÁFICO



## 1 INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo é organizada por meio de 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs), as quais abrangem integralmente os 645 municípios paulistas (IGC, 2024). Essa divisão é fundamentada em critérios administrativos, hidrológicos, ambientais e socioeconômicos, com o propósito de promover maior eficiência, descentralização e integração nas políticas públicas voltadas à conservação e ao uso sustentável da água. Tal estrutura está alinhada com os princípios definidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei Estadual nº 7.663/1991 (São Paulo, 1991), que adota a bacia hidrográfica como unidade físico-territorial para planejamento e gerenciamento, reconhecendo a água como bem de domínio público e essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social.

A UGRHI 04, a Bacia do Rio Pardo, está localizada na porção Nordeste do Estado, abrange cerca de 30 municípios e apresenta elevada complexidade hidroambiental, decorrente da interação entre fatores geológicos, climáticos, pedológicos e antrópicos (Águas do Guarani, 2025). Inserida em uma área de transição entre os domínios fitogeográficos do Cerrado e da Mata Atlântica, a bacia é caracterizada por uma paisagem fragmentada, composta por remanescentes florestais, áreas produtivas e centros urbanos. O uso e ocupação do solo são marcados pela predominância da agropecuária, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar, pastagens e citicultura, além da presença de importantes reservatórios hidrelétricos (CBH Pardo, 2008).

No contexto da gestão hídrica, verifica-se um crescimento expressivo na utilização de mananciais subterrâneos em detrimento das fontes superficiais, impulsionado por vantagens como a melhor qualidade da água, decorrente da proteção natural dos aquíferos contra contaminações, e pelos benefícios econômicos associados. Esse recurso é empregado para atender à demanda de abastecimento público e aos diferentes setores produtivos. Contudo, a intensificação de seu uso, sem o devido controle e monitoramento, pode resultar em exploração excessiva, acarretando impactos de natureza física, econômica, social e ambiental. (Santos *et al*, 2008).

Do ponto de vista pedológico, a bacia apresenta notável diversidade de classes e condições de solos, predominando Latossolos e Argissolos, cuja variabilidade em textura, fertilidade e teor de matéria orgânica condiciona tanto o potencial agrícola quanto as vulnerabilidades ambientais, sobretudo nas áreas de preservação permanente (Piroli, 2023). A intensificação do uso agrícola, especialmente nas margens dos corpos hídricos, contribui para processos de degradação, como compactação, erosão e assoreamento. Nesse contexto, o conhecimento detalhado dos atributos físicos do solo é essencial para a implementação de práticas conservacionistas que favoreçam a infiltração da água, minimizem o escoamento superficial e assegurem a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

O regime climático da bacia hidrográfica do rio Pardo é fortemente influenciado por fatores como a configuração geomorfológica, a variação altimétrica e a distância em relação ao litoral (Soares, 2020). A ocorrência de chuvas com elevada variabilidade espacial e temporal, aliada à ocupação intensiva do solo, impõe desafios à gestão integrada dos recursos hídricos, especialmente a respeito da segurança hídrica e ao controle de eventos hidrológicos extremos.

Diante desse panorama, torna-se evidente que a Bacia do Rio Pardo (UGRHI 04) configura-se como um território estratégico e desafiador para a gestão integrada dos recursos hídricos em São Paulo. Trabalhos semelhantes corroboram a efetividade de análises

multifatoriais na caracterização hidroambiental, fornecendo respaldo técnico consistente para o estabelecimento de ações de planejamento. Nesse sentido, Mello et al. (2020) analisaram impactos multiescalares do uso do solo na qualidade da água no Brasil, evidenciando como padrões distintos de ocupação influenciam os parâmetros hídricos e destacando a utilidade de abordagem geoespacial no planejamento de bacias. De forma complementar, Veiga et al (2019) demonstraram o papel determinante do uso da terra, especialmente para monocultura agrícola, áreas urbanas e vegetação natural, na variabilidade da qualidade e disponibilidade hídrica, por meio de modelagem SWAT e ferramentas Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

## 2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo realizar uma análise hidroambiental da UGRHI 04, correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, por meio de uma revisão da literatura científica e técnica.

## 3 METODOLOGIA

A área de estudo foi delimitada considerando os impactos socioeconômicos e ambientais na região paulista. Para tanto, foi selecionada a UGHRI 04, amplamente objeto de estudos voltados à caracterização e manejo de seus recursos hídricos. Santos et al. (2008) destacam a utilização significativa do Sistema Aquífero Guarani na região, com captações destinadas ao abastecimento público, irrigação e atividades industriais, evidenciando a importância do monitoramento para evitar exploração excessiva. Ademais, Barbosa et al. (2020) obtiveram como resultado a expressiva área de recarga do Aquífero Guarani na UGRHI 04, reforçando a necessidade de políticas específicas voltadas à proteção e gestão sustentável deste recurso estratégico.

O presente estudo fundamenta-se em uma revisão de literatura com foco na caracterização hidroambiental da UGRHI 04. Para a análise, foram consultados e analisados relatórios técnicos emitidos por órgãos oficiais, como o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Pardo, assim como artigos científicos e trabalhos acadêmicos pertinentes à área de estudo.

A seleção das fontes considerou a relevância temática, abrangência geográfica e a atualidade dos documentos, priorizando publicações que apresentassem dados consolidados sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, além de informações referentes ao uso e ocupação do solo e aos fatores ambientais críticos que influenciam a dinâmica social, ambiental e hidrológica da bacia.

A investigação contemplou a avaliação dos parâmetros e indicadores adotados por tais instituições, com o objetivo de compreender a representatividade dos dados no contexto da bacia ao longo da série histórica monitorada. Essa abordagem permitiu identificar as principais vulnerabilidades e os desafios de gestão associados à UGRHI 04, considerando tanto os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos quanto os impactos decorrentes de atividades antrópicas e das características naturais da região.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Características Gerais

A bacia hidrográfica do rio Pardo, inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 04) do estado de São Paulo, possui expressiva relevância tanto no âmbito ambiental como socioeconômico. Para a compreensão da compartimentação hidrográfica, a UGRHI 04 está subdividida em sub-bacias, cujas áreas de drenagem e principais cursos d'água são apresentados no

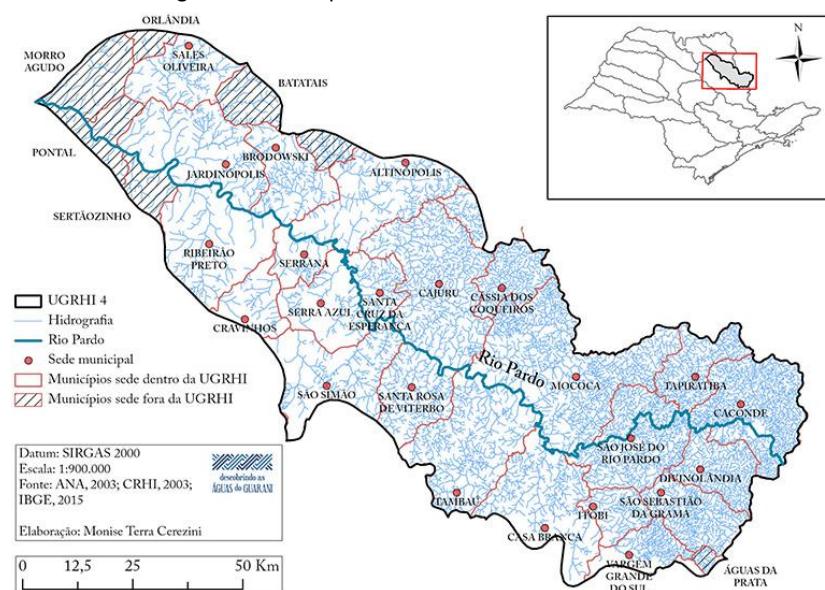
Quadro 1 - Relação de sub-bacias da UGRHI-04

SUB-BACIA	ÁREA DRENAGEM [km <sup>2</sup> ]	% UGRHI	DUAS MAIORES BACIAS LOCAIS EM ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO POR SUB-BACIA
Ribeirão São Pedro/Ribeirão da Floresta	1.451,80	16,10	Ribeirão Santa Barbara e Ribeirão São Pedro
Ribeirão da Prata /Ribeirão Tamanduá	1.680,84	18,70	Ribeirão da Prata e Ribeirão Tamanduá
Médio Pardo	2.533,78	28,20	Rio Araraquara e Rio Cubatão
Rio Canoas	516,80	5,80	Rio Canoas
Rio Tambaú/ Rio Verde	1.271,38	14,10	Rio Tambaú e Rio Verde
Alto Pardo	1.536,42	17,10	Ribeirão Guaxupé e Rio Verde
TOTAL	8.991,02	100	-

Fonte: CBH PARDO (2008). Adaptado pelas autoras.

A UGRHI 04 é composta por 28 municípios paulistas, entre os quais se destacam Altinópolis, Brodowski, Caconde, Cajuru, Casa Branca, Cravinhos, Itobi, Jardinópolis, Mococa, Ribeirão Preto, Santa Rosa de Viterbo, São José do Rio Pardo, São Simão e Sertãozinho, entre outros (SIGRH, 2024). Esses municípios apresentam distintos perfis de uso e ocupação do solo, estrutura fundiária, densidade populacional e atividades econômicas, o que confere heterogeneidade aos desafios para a gestão integrada dos recursos hídricos. Na Figura 1, apresentam-se os municípios por onde o rio Pardo percorre, indicando aqueles que estão inseridos nos limites definidos para a UGRHI 04.

Figura 1 – Municípios inseridos na UGRHI 04



Fonte: Monise Terra Cerezini. Águas do Guarani (2025).

As nascentes do rio Pardo estão situadas no Planalto Sul de Minas Gerais, especificamente na Serra do Cervo, no município de Itapeva. Sendo que, deságua no rio Grande,

a uma distância de 550 quilômetros. Embora sua nascente se situe em território mineiro, cerca de 84% de sua extensão desenvolve-se no Estado de São Paulo, acompanhando a declividade natural do relevo regional (CBH Pardo, 2008).

A rede de drenagem é composta por rios de diversas ordens, destacando-se, além do rio Pardo, os rios Araraquara, Cubatão, Canoas, Tambaú, Verde, Fartura, do Peixe e Bom Jesus. Adicionalmente, incluem-se ribeirões como São Pedro, Lambari e Tamanduá, e córregos como Santa Bárbara e Aguadinha, o que evidencia a complexidade da dinâmica hidrológica superficial da região (CBH Pardo, 2024). A bacia abriga reservatórios estratégicos para a regulação do regime hídrico, geração de energia e usos múltiplos da água.

Segundo dados do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos ano base 2024, em 2022, a população total era de 1.229.547 habitantes, com predominância de residentes em áreas urbanas (96,5%) em relação às zonas rurais (3,5%), o que evidencia o grau de urbanização da região e a pressão sobre os sistemas de abastecimento e. O uso e ocupação do solo é marcado por atividades agropecuárias e industriais, com destaque para o cultivo de cana-de-açúcar, citros e café, além de culturas irrigadas como batata e cebola. A urbanização e a consolidação de polos industriais, como no município de Ribeirão Preto, sinalizam a transição de uma economia predominantemente rural para um perfil mais diversificado e dinâmico, intensificando as intervenções antrópicas no ambiente (CBH Pardo, 2024).

A cobertura vegetal remanescente na bacia corresponde a aproximadamente 13% de sua área, totalizando cerca de 1.197 km<sup>2</sup>, com predomínio da Floresta Estacional Semidecidual, bastante fragmentada devido à expansão agrícola e urbana. Em termos de conservação, destacam-se unidades como a Área de Proteção Ambiental (APA) Morro de São Bento, as Estações Ecológicas de Ribeirão Preto e Santa Maria, a Floresta Estadual de Cajuru e a RPPN Fazenda Palmira, que exercem papel relevante na proteção dos mananciais e na manutenção dos serviços ecossistêmicos (SIGRH, 2024).

A análise do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), elaborado pela Fundação Seade, revela importantes dinâmicas socioeconômicas e demográficas nos municípios da UGRHI 04. O IPRS, composto por indicadores de riqueza, longevidade e escolaridade, permite avaliar o estágio de desenvolvimento humano municipal com maior sensibilidade às realidades regionais. Entre 2014 e 2018, observou-se piora nos indicadores em municípios como Itobi, Tambaú, Serra Azul e Altinópolis, os quais passaram à classificação de vulneráveis. Em contrapartida, houve avanço em municípios como Jardinópolis, São José do Rio Pardo, Mococa e Tapiratiba, que migraram para o grupo classificado como dinâmico (CBH Pardo, 2022).

Tais resultados evidenciam tanto avanços quanto desafios, ressaltando a importância de integrar indicadores sociais ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos, de modo a promover o desenvolvimento social e sustentável.

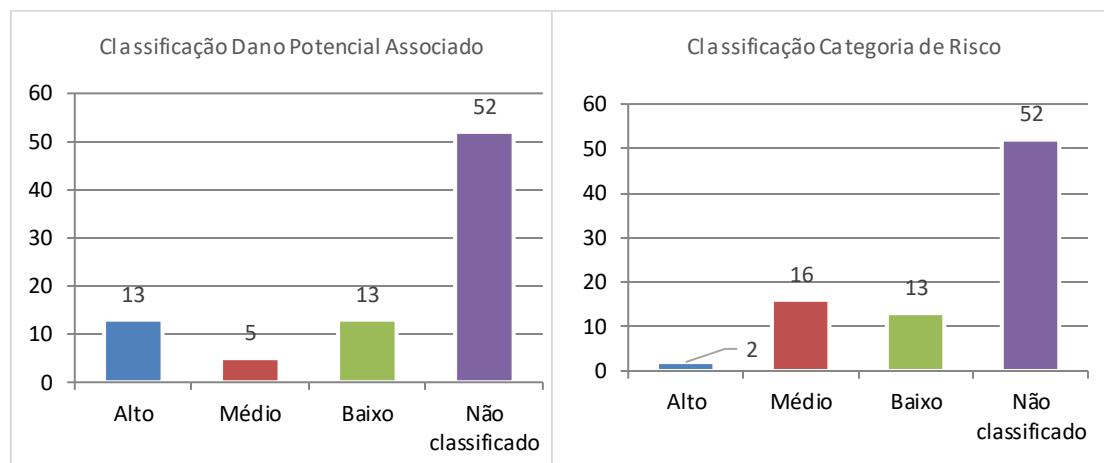
#### **4.2 Importância Socioeconômica**

Ao analisar com viés socioeconômico, verifica-se que a UGRHI 04 se configura como um dos principais polos de desenvolvimento do estado de São Paulo, resultado de sua localização estratégica, infraestrutura territorial consolidada e diversificação das atividades produtivas. A região é interligada por uma malha viária extensiva e funcional de grande importância para o escoamento da produção agrícola, industrial e de serviços. Destacam-se, entre elas, a Rodovia Anhanguera (SP-330), principal eixo de ligação com a Região Metropolitana de São Paulo, e a SP-340, que conecta municípios como Campinas, Mogi Guaçu e Casa Branca até a divisa com

Minas Gerais. Outras rodovias relevantes, como a SP-333 (Ribeirão Preto–Cajuru), SP-253 (Santa Rosa de Viterbo), SP-338 (Cajuru–SP-340), SP-332 (Tambaú), SP-350 (Casa Branca–São José do Rio Pardo) e SP-344 (Vargem Grande do Sul–Caconde), promovem a integração logística regional e viabilizam a movimentação de bens e serviços em escala intermunicipal e interestadual (CBH Pardo, 2008).

No que se refere à infraestrutura hídrica, a UGRHI 04 apresenta 83 barragens cadastradas, destinadas a diferentes finalidades, como abastecimento público, irrigação, controle de cheias, lazer e geração de energia elétrica (SNISB, 2025). A classificação dessas estruturas segue os critérios técnicos estabelecidos pela Política Nacional de Segurança de Barragens, conforme a Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei Federal nº 14.066/2020, que adota dois parâmetros principais: o Dano Potencial Associado (DPA) e a Categoria de Risco (CRI). O DPA considera os impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes de eventual falha estrutural, independentemente da probabilidade de ocorrência, enquanto a CRI avalia as características técnicas, o estado de conservação, o plano de segurança e os aspectos operacionais do empreendimento (Brasil, 2010). Conforme apresentado no Gráfico 1, observa-se que 62,7% das barragens da UGRHI 04 ainda não possuem classificação concluída quanto a esses parâmetros, o que representa uma lacuna significativa para o planejamento preventivo e para a implementação de medidas de mitigação de riscos.

Gráfico 1 – Classificação dos empreendimentos



Fonte: SNISB, 2025. Adaptado pelas autoras.

Observa-se o expressivo potencial hidrelétrico da UGRHI 04, destacando-se as usinas hidrelétricas de Caconde, Euclides da Cunha e Limoeiro, que, em conjunto, somam uma capacidade instalada superior a 240 megawatts (MW). Essas estruturas exercem papel estratégico na matriz energética regional e operam sob concessão da empresa Auren Energia S.A. (Auren Energia, 2024).

A economia da bacia hidrográfica do rio Pardo apresenta elevada diversificação, com forte presença dos setores agropecuário, industrial, comercial e de serviços, sendo estes últimos fortemente consolidados no entorno do município de Ribeirão Preto, que atua como centro econômico e administrativo da região. Tem-se uma expressiva ocupação do território por pastagens, que representam aproximadamente 22% da área total, juntamente com a produção de cana-de-açúcar e citricultura, que configuram os principais sistemas produtivos agrícolas da

região. (CBH Pardo, 2022). O cultivo da cana-de-açúcar, em particular, impulsiona a cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro fomentando o desenvolvimento de indústrias de bens intermediários, fertilizantes e equipamentos industriais, além de gerar empregos (SMA, 2012).

O setor terciário, por sua vez, também se sobressai, principalmente em Ribeirão Preto, que concentra mais de 55% da população da bacia e responde por cerca de 65,7% do Produto Interno Bruto (PIB) agregado dos municípios da UGRHI 04. A dinâmica econômica desse município exerce forte influência sobre os indicadores regionais, sendo sensível às flutuações macroeconômicas. Haja vista, que durante a crise sanitária provocada pela pandemia de COVID-19, em 2020, observou-se uma retração das atividades produtivas, com redução das exportações, queda nas operações de crédito e elevação dos índices de desemprego. Em 2021, a região apresentou sinais de recuperação, com crescimento do PIB, queda no desemprego e reativação gradual do setor de serviços, embora sem retorno pleno aos níveis anteriores à pandemia (CBH Pardo, 2022).

Além do expressivo desempenho nos setores agrícola e energético, a UGRHI 04 possui elevado potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas, como o turismo rural, de aventura, religioso e o ecoturismo. A valorização do patrimônio natural e histórico, incluindo antigas fazendas de café e rotas como o Caminho da Fé, configura oportunidade relevante de diversificação econômica sustentável (SMA, 2012).

#### **4.3 Solos**

As características pedológicas de uma bacia hidrográfica exercem influência direta sobre sua aptidão agrícola, seu potencial produtivo e suas vulnerabilidades ambientais. Esses atributos do solo orientam a escolha de práticas de manejo, o tipo e o grau de investimento necessário, além de subsidiar estratégias voltadas à conservação dos recursos naturais e à sustentabilidade dos sistemas de produção (Piroli, 2023).

Segundo o Relatório de situação dos recursos hídricos: Bacia do Rio Pardo – UGRHI (CBH Pardo, 2008), na bacia hidrográfica do rio Pardo, predominam solos bem desenvolvidos, com destaque para os Latossolos e Argissolos, cujas texturas variam de média a argilosa. Os Latossolos Vermelhos são amplamente distribuídos na bacia, de forma que conferem coloração parda às águas superficiais, especialmente durante os períodos de maior pluviosidade, em função do carreamento de partículas finas. Essa classe apresenta variações quanto a fertilidade e o teores de ferro. Enquanto o Latossolo Roxo, derivado da alteração de rochas basálticas da Formação Serra Geral, predomina em áreas de relevo suavemente ondulado.

Conforme definição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018), os Argissolos apresentam profundidade considerável e drenagem moderada, com horizonte B textural bem definido, e coloração que varia do vermelho ao amarelo. No horizonte superficial observa-se menor teor de argila e matéria orgânica.

De acordo com os estudos conduzidos por Piroli (2023), as condições de conservação dos solos apresentam uma grande heterogeneidade, frequentemente associada à presença ou ausência de cobertura vegetal nativa. Nas áreas onde a vegetação original permanece preservada, os solos tendem a manter sua estrutura e qualidade, o que foi corroborado pelas amostras analisadas em laboratório. No entanto, mesmo em regiões com cobertura florestal remanescente, a proximidade de atividades agrícolas pode alterar substancialmente as propriedades do solo, demonstrando que a simples presença de vegetação ciliar, embora

essencial para a retenção de sedimentos e proteção de corpos d'água, não é suficiente para evitar processos erosivos nas áreas adjacentes.

Ademais, em relação às características químicas dos solos, Piroli (2023) aborda uma significativa variabilidade do pH, com valores que variaram desde valores ácidos (3,8) até próximos à neutralidade (6,8), sendo que a maioria dos pontos amostrados apresentou valores entre 4,1 e 4,9. Os teores de matéria orgânica também variaram consideravelmente, indo de 7 g/dm<sup>3</sup> a 110 g/dm<sup>3</sup>. Nas áreas de preservação permanente (APPs), os valores de matéria orgânica esperados devem estar, ao menos, na média estadual, em torno de 30 g/dm<sup>3</sup>. Essa variação pode ser atribuída tanto à diversidade de classes de solos e usos da terra, quanto ao histórico de manejo agrícola.

O monitoramento contínuo desses atributos, aliado à implementação de práticas de manejo adequadas, é fundamental para garantir a sustentabilidade produtiva e a conservação dos recursos hídricos na bacia do Rio Pardo.

#### **4.4 Relevo**

A diversidade geomorfológica do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP), em função da localização na Bacia Sedimentar do Paraná, permite a ampliação das finalidades de uso do solo na região. O setor oriental da bacia, onde se situam as principais nascentes do Rio Pardo, no Planalto Residual de Botucatu, apresenta altitudes que variam de 600 a 900 metros, com declividades médias entre 10% e 20%. Este setor é marcado por colinas com topos amplos e convexos, e é uma área com maior susceptibilidade a processos erosivos, especialmente em regiões de solos mais frágeis e sob uso agrícola intensivo (Piroli, 2023). As maiores altitudes, que podem ultrapassar os 1.000 metros no divisor de águas do município Pardinho, também favorecem o processo de recarga do Aquífero Guarani, desempenhando papel estratégico para a manutenção dos fluxos hídricos da região (Piroli, 2023).

Na região central e na foz da bacia, já no Planalto Centro Ocidental, o relevo se torna mais suave, com colinas amplas e baixas, altitudes variando entre 300 e 600 metros e declividades predominantemente entre 10% e 20%. Esse relevo suavemente ondulado foi um dos principais fatores que favoreceu a ocupação agrícola mecanizada na bacia ao longo dos anos (Cruz e Almeida, 2007). Além disso, mais de 70% da área da bacia está situada em faixas de declividade entre 3% e 12%, o que contribuiu para o desmatamento e a conversão de áreas naturais em agroecossistemas, especialmente para o cultivo de cana-de-açúcar, citros e pastagens (Silva et al., 2019).

A configuração geomorfológica, com a presença de cuestas basálticas nas nascentes e colinas amplas no restante da bacia, determina não apenas a distribuição dos solos e da vegetação, mas também a organização dos sistemas de drenagem, majoritariamente dendríticos, e a localização de importantes reservatórios e infraestruturas viárias (Soares e Pereira, 2020). A bacia é, portanto, um mosaico de ambientes com diferentes aptidões e limitações, onde a estrutura do relevo é determinante para a sustentabilidade das práticas produtivas e para a conservação dos recursos hídricos.

Essas características, aliadas à utilização do solo, implicam em um desafio para a gestão integrada da bacia, uma vez que o relevo acidentado e as áreas de maior declividade exigem estratégias de manejo que minimizem os riscos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos (Ribeiro e Carvalho, 2021). Por outro lado, as áreas de relevo mais suave, embora propícias à agricultura intensiva, requerem atenção no que se refere à manutenção da cobertura

vegetal, como forma de proteger os solos e as nascentes. A interação entre os fatores geomorfológicos e os usos antrópicos exige práticas adequadas de manejo e conservação do solo, para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a resiliência ambiental da região.

#### 4.5 Hidrologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP) abrange uma área de drenagem total de aproximadamente 35.414 km<sup>2</sup>, sendo que 8.818 km<sup>2</sup> correspondem à UGRH 04. A área remanescente está distribuída entre a Bacia do Baixo Pardo/Grande (UGRH-12), com 7.030 km<sup>2</sup>, a Bacia do Rio Mogi Guaçu (UGRH-9), com 14.653 km<sup>2</sup>, e cerca de 4.913 km<sup>2</sup> situados no estado de Minas Gerais (Resolução SMA, 1995a; 1995b). A declividade média da bacia é de 3 m/km (0,3%), sendo mais acentuada nos primeiros 70 km do rio, onde atinge aproximadamente 4 m/km (0,4%). Essa variação na declividade tem grande impacto na dinâmica hídrica e na suscetibilidade aos processos erosivos, especialmente nas áreas de relevo mais acidentado (IPT, 2000a).

Os principais cursos d'água da BHRP incluem, além do Rio Pardo, afluentes pela margem direita, como os rios Canoas e Araraquara, e os ribeirões São Pedro, da Floresta e da Prata. Pela margem esquerda, destacam-se os rios Tambaú, Verde, do Fartura e o ribeirão Tamanduá (IPT, 2000a). Estes corpos d'água desempenham papel crucial no abastecimento de água e na conservação da biodiversidade regional, sendo essenciais para a gestão integrada dos recursos hídricos.

No que se refere à qualidade das águas superficiais, a avaliação é realizada por meio do Índice de Qualidade das Águas (IQA), o qual expressa uma estimativa global das condições do corpo hídrico, considerando variáveis relacionadas principalmente à presença de efluentes de origem doméstica e industrial. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adota esse índice para indicar a aptidão das águas destinadas ao abastecimento público. A análise dos pontos monitorados ao longo do Rio Pardo, no ano de 2023 e no histórico dos cinco anos anteriores, revelou que a classificação do IQA se manteve na categoria “Boa” em 2023, permanecendo próxima à média do período analisado. Contudo, observou-se leve tendência de redução da qualidade nos trechos situados entre Pontal e Guaíra (CETESB, 2023).

Em termos de águas subterrâneas, o Indicador de Potabilidade das Águas Subterrâneas (IPAS) é utilizado para avaliar a conformidade das amostras coletadas pela CETESB com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde (Portaria de nº 888/2021). Em 2015, o IPAS foi de 89,3%, mas apresentou declínio entre 2016 e 2019, com valores variando de 50% a 57,1%. Esse declínio sugere um aumento no número de parâmetros desconformes, possivelmente associados à proteção inadequada dos poços e à contaminação do solo nas áreas de influência (CBH PARDO, 2022). Embora, a pandemia de Covid-19 tenha causado a interrupção das análises entre 2020 e 2021, em 2022, observou-se uma melhoria no indicador, com 67,6% das amostras em conformidade. Contudo, municípios como Cravinhos, Jardinópolis, Mococa, Ribeirão Preto, São Simão e Serra Azul continuam a apresentar desconformidades, especialmente microbiológicas, necessitando de investigações detalhadas para distinguir entre contaminação do aquífero e problemas relacionados à infraestrutura dos poços (CBH Pardo, 2022). Então, a série histórica mostra que a qualidade da água subterrânea na UGRH 04 variou entre “boa” e “regular”.

De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas Interiores (2023), a UGRHI conta com 13 pontos de monitoramento, apresentados na Figura 3, onde estão indicadas as principais cidades e a localização da rede de acompanhamento da qualidade das águas superficiais.

Figura 2 – Características gerais e redes de monitoramento da UGHRI – 04



Fonte: CETESB (2023). Apêndice H, p. 3.

Adicionalmente, a disponibilidade hídrica na bacia tem mostrado um declínio constante ao longo do tempo, com uma redução de aproximadamente 3% tanto nas águas superficiais quanto subterrâneas (SMA, 1995b). A constante redução da disponibilidade hídrica, aliada à contaminação em áreas urbanas densamente povoadas, destaca a importância de ações coordenadas para a proteção das fontes de água, a melhoria dos sistemas de saneamento e a atualização dos parâmetros de avaliação hidrológica.

Em síntese, a gestão integrada da BHRP exige o monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade da água, o aprimoramento das práticas de saneamento e a adoção de políticas públicas focadas na proteção dos recursos hídricos, especialmente nas áreas críticas da bacia.

## 4.6 Hidrometria

No Estado de São Paulo, a rede de monitoramento pluviométrico, gerida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em parceria com o Centro de Tecnologia Hidráulica (CTH), abrange aproximadamente 1.000 pluviômetros e 130 pluviógrafos, resultando em uma densidade média de um posto para cada 250 km<sup>2</sup>, o que assegura uma cobertura eficiente para o acompanhamento das precipitações regionais. Especificamente na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP), que ocupa uma área de 8.991,02 km<sup>2</sup>, a rede de monitoramento é distribuída de forma relativamente homogênea, com a operação de 46 pluviômetros e 9 pluviógrafos. Esse arranjo resulta em uma densidade média de um pluviômetro

a cada 195,46 km<sup>2</sup>, valor superior à média estadual, o que reflete um nível de monitoramento adequando às demandas regionais (CBH Pardo, 2008).

A análise dos dados pluviométricos, quando considerados ao longo de uma série histórica, são fundamentais tanto para a modelagem hidrológica quanto para a gestão dos riscos associados a eventos hidrológicos extremos, como enchentes e secas (SMA, 2024). Na Tabela 1 está apresentado os menores e maiores índices pluviométricos de 1997 a 2004.

Tabela 1 – Valores referência dos índices pluviométricos mensais do período 1997 a 2004 por bacia

SUB-BACIA	Menores índices verificados		Maiores índices verificados	
	Ano	Índice pluviométricos [mm]	Ano	Índice pluviométricos [mm]
Ribeirão São Pedro/Ribeirão da Floresta	1999	103,03	2004	149,56
Ribeirão da Prata /Ribeirão Tamanduá	2000	104,35	2002	162,08
Médio Pardo	2000	90,4	2004	132,27
Rio Canoas	1999	105,29	1997	140,98
Rio Tambaú/ Rio Verde	2000	85,96	1997	123,55
Alto Pardo	2000	87,88	1997	148,75

Fonte: CBH PARDO (2008). Adaptado pelas autoras.

A análise dos registros pluviométricos nas sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP) revela que os menores totais anuais de precipitação ocorreram nos anos de 1999 e 2000, enquanto os maiores volumes foram registrados em 1997, 2002 e 2004. Notavelmente, os anos de 1999 e 2000 representam um ponto de inflexão na série histórica, indicando uma tendência de redução nos índices pluviométricos até 2000, seguida por um crescimento nos anos subsequentes. A exceção a esse padrão foi observada na sub-bacia do Rio Canoas, que apresenta um período de monitoramento mais restrito em comparação às demais sub-bacias da região, o que pode ter influenciado a variabilidade observada (CBH Pardo, 2008).

A variabilidade espacial e temporal da precipitação na região é influenciada por diversos fatores, como a distância em relação ao litoral, características geomorfológicas (incluindo a orientação das vertentes), latitude e altitude, os quais desempenham papel crucial na modulação da distribuição e intensidade dos eventos pluviométricos (SMA, 2024).

Em relação à demanda hídrica efetiva, devido à indisponibilidade de dados consolidados, a vazão total outorgada é utilizada como uma aproximação da demanda total, sendo imprescindível realizar uma análise criteriosa sobre as possíveis limitações dessa metodologia. Entre essas limitações estão a existência de outorgas não utilizadas ou subutilizadas, que podem influenciar os resultados. As informações sobre as vazões outorgadas, discriminadas por tipo de uso e finalidade, são obtidas a partir do Banco de Outorgas do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), por meio da Diretoria de Procedimentos de Outorga (DPO). Para os corpos hídricos de domínio da União, os dados são obtidos junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (CBH Pardo, 2024).

A seguir, será detalhado o volume de vazões outorgadas, conforme o tipo de uso, finalidade e jurisdição dos recursos hídricos envolvidos.

Figura 3 – Gráfico das vazões outorgada por tipo de 2017 a 2023



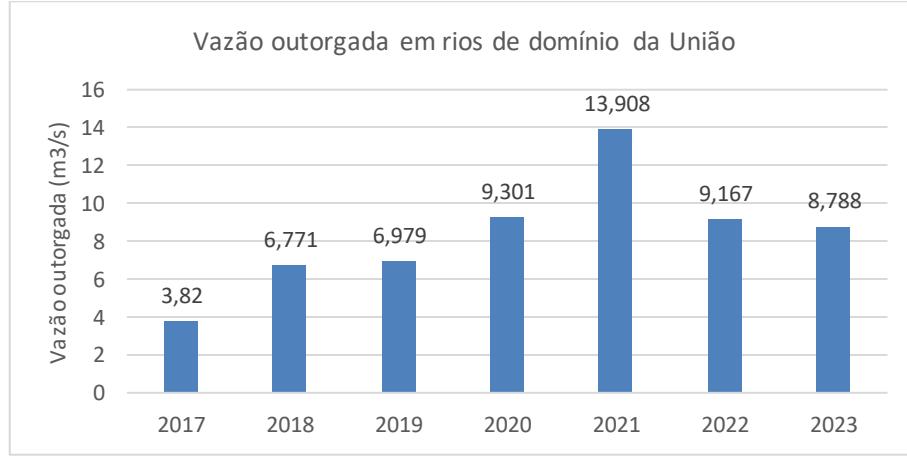
Fonte: CBH Pardo (2022; 2024). Adaptado pelas autoras.

Figura 4 – Gráfico das vazões outorgada por uso de 2016 a 2023



Fonte: CBH Pardo (2022; 2024). Adaptado pelas autoras.

Figura 5 – Gráfico das vazões outorgada em rios de domínio da União de 2017 a 2023



Fonte: CBH Pardo (2022; 2024). Adaptado pelas autoras.

A avaliação das vazões superficiais outorgadas na UGRHI-04 indica um crescimento anual constante. Quanto às finalidades de uso, verifica-se que as captações destinadas ao setor industrial apresentam distribuição relativamente uniforme, embora representem uma fração menos significativa do total. Por outro lado, o uso rural, incluído o uso para a irrigação,

corresponde à categoria com maior número de autorizações concedidas. Ademais, a análise das outorgas em corpos hídricos de domínio da União demonstra que o maior volume de concessões ocorreu em 2021, enquanto o menor foi registrado em 2017, refletindo a variabilidade interanual e a influência de fatores regulatórios e da demanda sobre o comportamento das outorgas na bacia.

#### **4.7 Vegetação e uso do solo**

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo está localizada em uma região de transição ecológica entre os domínios fitogeográficos do Cerrado e do Mar de Morros, apresentando elevada diversidade ambiental (CBH Pardo, 2008). Estima-se a presença de 1.197 km<sup>2</sup> de cobertura vegetal nativa remanescente, representando aproximadamente 13% da área total da bacia. A fitofisionomia dominante é a Floresta Estacional Semidecidual, embora fortemente fragmentada pela expansão agropecuária e urbana (CBH Pardo, 2024). Essa condição evidencia a urgência de políticas de restauração ecológica e proteção ambiental integradas ao planejamento territorial regional.

No âmbito da UGRHI 04, as principais Áreas de Preservação Permanente (APPs) que ainda mantêm cobertura vegetal nativa concentram-se predominantemente em fragmentos de vegetação com florestas secundárias, majoritariamente em estágios iniciais e intermediários de regeneração. A vegetação nativa do Cerrado encontra-se fortemente reduzida, especialmente nas sub-bacias dos ribeirões São Pedro, da Floresta, da Prata e do Tamanduá (CBH Pardo, 2008).

A predominância de terras cultivadas e pastagens, associada à supressão da vegetação nativa, resulta na diminuição da transpiração vegetal e na perda das raízes profundas típicas da cobertura arbórea, favorecendo o aumento do escoamento superficial e, por conseguinte, da carga hídrica nos corpos d'água, o que contribui para a intensificação dos processos erosivos. O cultivo extensivo da cana-de-açúcar, predominante na região, apresenta uma estrutura vertical que reduz a interceptação da água pluvial, ampliando a infiltração direta no solo e aumentando a lixiviação de nutrientes (CBH Pardo, 2008).

No que se refere à infraestrutura urbana, observa-se uma condição preocupante quanto à cobertura de drenagem subterrânea na UGRHI 04, sendo que 56,52% dos municípios estão classificados na pior categoria, com menos de 50% de cobertura (CBH Pardo, 2024). A cobertura vegetal nativa da unidade é limitada, correspondendo a apenas 18% do seu território, sendo que somente 0,4% está inserida em áreas protegidas. O elevado índice de queimadas registrado em 2021, que afetou remanescentes de Cerrado e Mata Atlântica, contribuiu ainda mais para a redução dessa cobertura. Torna-se, portanto, imprescindível o fortalecimento das políticas públicas voltadas à conservação, por meio da criação de Unidades de Conservação e da implementação de programas de restauração ecológica (CBH Pardo, 2022).

#### **4.8 Condições climáticas**

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo está inserida predominantemente em uma região com precipitação média anual variando entre 1.500 e 2.000 mm, incluindo áreas como o rebordo da Serra da Mantiqueira. A distribuição das chuvas na UGRHI 4 varia entre 1.450 e 1.650 mm anuais, influenciada por fatores orográficos e pela atuação de sistemas atmosféricos regionais. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é predominantemente do tipo Cwa, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos, com precipitações

inferiores a 30 mm no mês mais seco. Durante o verão, as temperaturas médias superam 22°C, enquanto no inverno, os valores ficam abaixo de 18°C (CBH Pardo, 2008).

A bacia é composta por diversas unidades geomorfológicas que condicionam microclimas distintos. Na Unidade Mantiqueira, que se estende de Atibaia a Cássia dos Coqueiros, predominam altitudes elevadas, com precipitação média anual entre 1.500 e 1.800 mm. Nessa área, cerca de 75% das chuvas ocorrem entre outubro e março, com 50% concentradas entre dezembro e fevereiro. Durante o trimestre mais seco, nos meses de junho a agosto, observa-se apenas 10% da precipitação anual. Na Unidade da Depressão Periférica, situada entre a Serra da Mantiqueira e as frentes das cuestas basálticas, a precipitação varia de 1.300 a 1.500 mm anuais, sendo uma região predominante de invernos secos e verões chuvosos. A Unidade das Cuestas Basálticas, localizada no nordeste da bacia, incluindo áreas como Altinópolis, apresenta precipitações entre 1.500 e 2.000 mm anuais. A Unidade Norte, que abrange a subunidade Vale do Pardo/Mogi e a região de Ribeirão Preto, apresenta totais pluviométricos anuais entre 1.500 e 1.700 mm (CBH Pardo, 2008).

A variabilidade anual das chuvas está associada à atuação da Frente Polar Atlântica durante o período úmido e das Correntes Perturbadas de Sul, cujas frequências determinam a intensidade da estação chuvosa e a duração da estiagem. Com relação aos demais elementos climáticos, a temperatura é fortemente influenciada pela altitude. A pressão atmosférica diminui de norte a sul da bacia, apresentando maior variação no inverno e menor no verão (DNAEE, 1983). A evaporação aumenta à medida que se desloca das regiões mais elevadas em direção ao interior da bacia, atingindo valores máximos no verão e mínimos no inverno, sendo influenciada pela temperatura, nebulosidade, umidade relativa e precipitação.

Em seu estudo, Sant'Anna Neto (1995) identificou uma tendência de aumento da pluviosidade no Estado de São Paulo ao longo de 53 anos, com elevação de aproximadamente 10%, embora de forma não uniforme. Na Bacia do Pardo, observou-se aumento de 3% na subunidade Borda do Planalto (Serra da Mantiqueira), 15% na Depressão Setentrional, 26% na subunidade Cuestas Franca/Batatais e mais de 20% no Vale do Pardo. Esses dados sugerem que fatores antrópicos, como desmatamento, queimadas, urbanização, industrialização, erosão e assoreamento de corpos d'água, podem estar relacionados às alterações no regime de chuvas e nos padrões climáticos locais, interferindo diretamente na dinâmica do ciclo hidrológico e na disponibilidade de recursos hídricos superficiais.

#### **4.9 Vulnerabilidades e gestão**

Os municípios inseridos na Bacia do rio Pardo enfrentam distintos processos erosivos tanto em áreas urbanas quanto rurais. No contexto urbano, a principal causa está relacionada à concentração das águas pluviais e à insuficiência dos sistemas de drenagem, o que resulta em acúmulo e intensificação do fluxo superficial. Já nas áreas rurais, destacam-se o desmatamento, especialmente associado à remoção da vegetação ciliar, e o manejo inadequado do solo para fins agrícolas como fatores determinantes para a intensificação da erosão (Salomão, 2020).

Além disso, a bacia apresenta áreas suscetíveis a inundações, em função da ocupação irregular de várzeas, canalização inadequada de cursos d'água, deficiências nas galerias pluviais e drenagem insuficiente. O assoreamento dos corpos hídricos é recorrente em diversos municípios, sendo atribuído ao uso inadequado do solo, especialmente em áreas agrícolas e de pastagens, à supressão de mata ciliar, ao depósito irregular de resíduos nas margens dos córregos, à falta de manutenção das estradas vicinais e à exploração mineral (Salomão, 2020).

O histórico de ocupação e desenvolvimento econômico do interior paulista resultou em intensa fragmentação e redução das formações vegetais nativas, limitando-as a pequenos remanescentes. Esse processo impacta negativamente a biodiversidade, a qualidade dos recursos hídricos e a estabilidade do solo, favorecendo a intensificação dos processos erosivos e a diminuição da fertilidade (CBH Pardo, 2022).

Diante dessas vulnerabilidades, torna-se imprescindível a implementação de ações voltadas à restauração da cobertura vegetal. O Plano de Bacia da UGRHI-04 evidencia uma série de desafios estruturais que comprometem a efetividade da gestão dos recursos hídricos. Entre os principais entraves, destacam-se: lacunas significativas nas bases de dados quantitativos e qualitativos, especialmente no que se refere à identificação de usuários de água, fontes potenciais de poluição e parâmetros de qualidade hídrica; carência de iniciativas e projetos voltados à gestão integrada; cobertura limitada de sistemas de tratamento de esgotos domésticos; manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos; escasso incentivo à pesquisa e monitoramento de áreas contaminadas; situação crítica no balanço entre oferta e demanda hídrica em determinadas sub-bacias; gestão insuficiente dos aquíferos subterrâneos; restrições orçamentárias diante da elevada demanda por intervenções e investimentos; além da necessidade urgente de consolidar uma abordagem integrada que articule ações estruturais e não estruturais, visando à otimização do uso dos recursos disponíveis e à sustentabilidade da bacia(CBH Pardo, 2022).

## 5 CONCLUSÃO

A UGRHI 04 destaca-se como um território estratégico para o desenvolvimento socioeconômico do Estado de São Paulo, integrando setores produtivos relevantes, sustentados por infraestrutura consolidada e disponibilidade hídrica diferenciada. Entretanto, a intensificação das atividades agropecuárias, a expansão urbana e industrial sobre os remanescentes florestais impõe desafios crescentes à conservação ambiental e à sustentabilidade dos recursos naturais.

A análise das vulnerabilidades ambientais da bacia evidencia impactos significativos decorrentes desses processos, com destaque para a erosão do solo, intensificada pela deficiência dos sistemas de drenagem, ocupação inadequada do solo, supressão da vegetação ciliar e manejo agrícola insatisfatório. A fragmentação da cobertura vegetal e o uso intensivo das áreas de várzea agravam problemas como assoreamento, inundações e perda de fertilidade dos solos, comprometendo a integridade dos ecossistemas e a qualidade dos recursos hídricos.

Os municípios inseridos na UGRHI 04 apresentam pluralidade quanto ao uso e ocupação do solo, densidade populacional e atividades econômicas, o que resulta em desafios distintos para a gestão dos recursos hídricos e para a conservação ambiental. A integração entre os entes municipais é fundamental para a implementação de estratégias de manejo e fortalecimento da governança no âmbito da bacia.

Do ponto de vista hidrológico, a UGRHI 04 apresenta uma rede de monitoramento pluviométrico e fluviométrico estruturada. A variabilidade observada nos atributos físico-químicos das águas e dos solos reforça a necessidade de monitoramento contínuo e da adoção de práticas conservacionistas.

A concentração das precipitações nos meses de verão e a ocorrência de estiagens no inverno tornam a região vulnerável a eventos hidrológicos extremos, evidenciando a importância de abordagens localizadas e adaptativas na gestão dos recursos hídricos.

A compatibilização entre o desenvolvimento socioeconômico e a conservação ambiental constitui um desafio estratégico para a sustentabilidade hídrica e ecológica da UGRHI 04, demandando ações integradas de planejamento, monitoramento, restauração e gestão participativa dos recursos naturais.

## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ÁGUAS DO GUARANI. UGRHI Pardo: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Pardo. Disponível em: <https://www.aguasdoguarani.sp.gov.br>. Acesso em: 10 março 2025.

AUREN ENERGIA. Concessões e portfólio energético. Disponível em: <https://www.aurenenergia.com.br/>. Acesso em: 12 abril 2025.

BARBOSA, F. D.; ALMEIDA, A. G. La.; MOSCHINI, L. E; PUGLIESI, É; PINTO, M. J. R.; HANAI, F. Y. **Áreas de afloramento do Aquífero Guarani (SP) e políticas de recursos hídricos: medidas para gestão.** Revista de Políticas Públicas, v. 24, n. 1, p. 87-107, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/3211/321165166006/html/>. Acesso em: 14 ago. 2025

BRASIL. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano CXLVII, n. 181, p. 1, 21 set. 2010.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARDO (CBH-PARDO). **Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI Pardo: ano base 2008.** São Paulo, 2008. Disponível em: [https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7089/rel\\_sit\\_indicadores\\_2008\\_vol\\_1.pdf](https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7089/rel_sit_indicadores_2008_vol_1.pdf). Acesso em: 12 abr. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARDO (CBH-PARDO). **Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI Pardo 2021: ano base 2022.** São Paulo, outubro 2022. Disponível em: [https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PARDO/23315/rs\\_2022\\_2021.pdf](https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PARDO/23315/rs_2022_2021.pdf) . Acesso em: 12 abr. 2025.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARDO (CBH-PARDO). **Relatório de situação dos recursos hídricos da UGRHI Pardo 2024: ano base 2023.** São Paulo, dezembro 2024. Disponível em: [https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PARDO/29026/rs\\_2024\\_2023.pdf](https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-PARDO/29026/rs_2024_2023.pdf) . Acesso em: 12 abr.. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2023.** Série de Relatório. ISSN 0103 4103. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2024/11/RAI-2023-Relatorio-de-Qualidade-de-Aguas-Interiores-2023.pdf>. Acesso em 14 de agosto de 2025.

CRUZ, I. M.; ALMEIDA, F. F. M. **Geologia e Geomorfologia da Bacia do Rio Pardo: Aspectos e Implicações Ambientais.** Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo: Editora HUCITEC, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DNAEE. **Estudos de clima e recursos hídricos.** Brasília, 1983.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Argissolos.** Bioma Caatinga – Solos. Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Ageitec. Embrapa Semiárido. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/solos/argissolos> . Acesso em: 09 de agosto de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Relatório de Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo.** São Paulo: IPT, 2000a.

INSTITUTO GEOREFERENCIADO DE CIDADANIA - IGC. **Divisão político-administrativa das UGRHIs do Estado de São Paulo.** São Paulo: IGC, 2024.

MELLO, K; TANIWAKI, R.H.; PAULA, F.R.; VALENTE, R.A.; RANDHIR, T.O.; MACEDO, D.R.; LEAL, C.G.; RODRIGUES, C.B.; HUGHES, R.M. **Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in**

Brazil. Journal of Environmental Management. 2020 Sep 15;270:110879. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.110879. Epub 2020 Jun 12. PMID: 32721318.

PIROLI, E. L. Características físicas da bacia hidrográfica do rio Pardo. São Paulo: UNESP, 2023. In: **Manejo integrado de bacias hidrográficas para produção de água: exercícios aplicados ao Rio Pardo**. São Paulo: Editora UNESP, 2023. ISBN 978-65-5714-453-4. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9786557144534.0003>.

RIBEIRO, M. R.; CARVALHO, E. S. **Uso e Cobertura do Solo: Desafios e Potencialidades na Bacia do Rio Pardo**. Revista Brasileira de Ecologia e Conservação, v. 42, p. 14-28, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-411x.2355>

SALOMÃO, F. S. **Erosão laminar e qualidade do solo no município de Itapevi/SP: subsídio ao planejamento territorial**. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva. Sorocaba. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2020.

SANT'ANNA NETO, José Carlos. **Variação da pluviosidade no Estado de São Paulo: tendências e impactos**. São Paulo, 1995.

SANTOS, M. M. dos; ALENCASTRE, C. E.; CAETANO-CHANG, M. R.; KIANG, C. H.; GASTMANS, D.; CRIVELENTI, R. **Uso atual do Sistema Aquífero Guarani na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (UGRHI 04) (SP)**. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008.

SÃO PAULO. **Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 1991.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE - SMA. **Relatório de Qualidade Ambiental 2012**. 1º Edição. São Paulo: SMA, 2012. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2012/04/Relatorio\\_Anual\\_da\\_Qualidade\\_Ambiental.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/2012/04/Relatorio_Anual_da_Qualidade_Ambiental.pdf)

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Informações técnicas e institucionais da UGRHI Pardo**. São Paulo: SIGRH, 2024b. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhpardo/apresentacao>

SILVA, J. R.; ALMEIDA, A. G.; RIBEIRO, G. L. **Estudo Hidrológico e Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo**. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 24, n. 1, p. 56-64, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS - SNISB. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, 2025. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/>. Acesso em: 12 de abril. 2025.

SOARES, F. A. B.; PEREIRA, D. A. **Análise de Qualidade da Água e Gestão de Recursos Hídricos na Bacia do Rio Pardo**. Revista de Gestão de Recursos Hídricos, v. 25, p. 110-123, 2020.

SOARES, J. A. **Climatologia e recursos hídricos no nordeste paulista**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2020.

VEIGA, D.P.B; GUANDIQUE, M.E.G.; NARDOCCI, A. C. N. **Land use and water quality in watersheds in the State of São Paulo, based on GIS and SWAT data**. Revista Ambiente & Água, São Paulo, v. 14, n. 5, e2325, 2019. DOI: 10.4136/ambi-agua.2325.

## DECLARAÇÕES

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Eng. Julia de Paula Maschio realizou a seleção da ideia central do estudo, enquanto a Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e a Profa. Dra. Maria Isabel Delgado colaboraram na definição dos objetivos e da metodologia.
  - **Curadoria de Dados:** Eng. Julia de Paula Maschio organizou, revisou e validou os dados, assegurando sua qualidade, com supervisão da Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e da Profa. Dra. Maria Isabel Delgado.
  - **Análise Formal:** Eng. Julia de Paula Maschio conduziu a análise dos dados, aplicando os métodos estatísticos e técnicos apropriados.
  - **Aquisição de Financiamento:** Não foram necessários recursos financeiros específicos para a realização do estudo.
  - **Investigação:** Eng. Julia de Paula Maschio foi responsável pela coleta e compilação de dados, não se aplicando experimentos práticos.
  - **Metodologia:** As autoras, em conjunto, desenvolveram e ajustaram as metodologias utilizadas no estudo.
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Eng. Julia de Paula Maschio elaborou a primeira versão do manuscrito.
  - **Redação - Revisão Crítica:** Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e Profa. Dra. Maria Isabel Delgado revisaram o texto, aprimorando sua clareza e coerência.
  - **Revisão e Edição Final:** As autoras revisaram e ajustaram o manuscrito, garantindo conformidade com as normas da revista.
  - **Supervisão:** Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e Profa. Dra. Maria Isabel Delgado coordenaram o trabalho, assegurando a qualidade geral do estudo.
- 

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Eng. Julia de Paula Maschio, Profa. Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e Profa. Dra. Maria Isabel Delgado, declaro(amos) que o manuscrito intitulado "Caracterização Hidroambiental e Gestão dos Recursos Hídricos na UGRHI 04 – Rio Pardo":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.