

V.21 nº44 (2025)

REVISTA DA

AN PE GE

ISSN 1679-768X

a

ANPEGE

Associação Nacional
de Pós-graduação e
Pesquisa em Geografia

REVISTA DA

AN PE GE



DOSSIÊ GEOGRAFIA BRASILEIRA NA UGI

Água, sociedade e mineração: a integração da socio-hidrologia na gestão da APA de Descalvado – SP

Water, society and mining: the integration of socio-hydrology in the management of the Descalvado APA – SP

Entre casa y lugar: vivienda, barrio y aspiraciones de movilidad residencial en contextos de desigualdad

DOI: 10.5418/ra2025.v21i44.19757

CAIO ADORNO

Universidade de São Paulo

CLIBSON ALVES DOS SANTOS ALVES DOS SANTOS

Universidade Federal de Alfenas

OTACILIO LOPES DE SOUZA DA PAZ

Universidade Estadual do Paraná

LUIS ANTONIO BITTAR VENTURI

Universidade de São Paulo

V.21 n°44 (2025)

e-issn : 1679-768X

RESUMO: Este artigo propõe a integração da socio-hidrologia na gestão da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado – SP junto do Plano Diretor Municipal. O objetivo foi avaliar os impactos socioambientais das atividades mineradoras e propor estratégias de manejo sustentável que considerem tanto a dinâmica hídrica quanto às relações sociais locais. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, utilizando análise integrada da paisagem e geoprocessamento para mapear as principais características ambientais. Os resultados evidenciam a fragmentação dos ecossistemas e a fragilidade do cenário hídrico, com morfologias e solos sensíveis, além da falta de mecanismos participativos de gestão. Conclui-se que a socio-hidrologia oferece uma abordagem eficaz para promover uma gestão mais inclusiva e resiliente da APA, contribuindo para políticas públicas alinhadas à proteção ambiental e ao desenvolvimento sustentável do território.

Palavras-chave: sustabilidade; governança ambiental; paisagem; plano diretor municipal.

ABSTRACT: This article proposes the integration of socio-hydrology in the management of the Environmental Protection Area (APA) of Descalvado – SP, alongside the Municipal Master Plan. The objective was to assess the socio-environmental impacts of mining activities and propose sustainable management strategies that consider both the hydrological dynamics and local social relationships. The research adopts a qualitative and quantitative approach, using integrated landscape analysis and geoprocessing to map key environmental characteristics. The results highlight the fragmentation of ecosystems and the fragility of the hydrological scenario, with sensitive morphologies and soils, in addition to the lack of participatory management mechanisms. It is concluded that socio-hydrology offers an effective approach to promote more inclusive and resilient management of the APA, contributing to public policies aligned with environmental protection and the sustainable development of the territory.

Keywords: sustainability; environmental governance; landscape; municipal master plan.



Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. CC BY - permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que o atribuam devido crédito pela criação original.

RESUMEN: Este artículo propone la integración de la sociohidrología en la gestión del Área de Protección Ambiental (APA) de Descalvado – SP junto con el Plan Director Municipal. El objetivo fue evaluar los impactos socioambientales de las actividades mineras y proponer estrategias de manejo sostenible que consideren tanto la dinámica hídrica como las relaciones sociales locales. La investigación adopta un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando análisis integrado del paisaje y geoprocесamiento para mapear las principales características ambientales. Los resultados evidencian la fragmentación de los ecosistemas y la fragilidad del escenario hídrico, con morfologías y suelos sensibles, además de la falta de mecanismos participativos de gestión. Se concluye que la sociohidrología ofrece un enfoque eficaz para promover una gestión más inclusiva y resiliente del APA, contribuyendo a políticas públicas alineadas con la protección ambiental y el desarrollo sostenible del territorio.

Palabras clave: sostenibilidad; gobernanza ambiental; paisaje; plan director municipal.

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento e desenvolvimento da sociedade estão relacionados à extração e uso de recursos naturais, como água, areia e cascalho (Mononen et al., 2021). Essa relação frequentemente vem acompanhada de custos ambientais significativos. As atividades de mineração podem resultar em desmatamento, destruição de habitats, erosão do solo e poluição hídrica, alterando ecossistemas fluviais e as comunidades que deles dependem (Deng et al., 2022).

As políticas governamentais desempenham um papel vital na garantia do uso sustentável dos recursos minerais, ao mesmo tempo em que protegem os sistemas fluviais, promovendo a exploração e a proteção ambiental (Dutra-Gomes; Vitte, 2017). Políticas eficazes exigem colaboração entre o governo, a indústria e a sociedade para garantir a disponibilidade a longo prazo dos recursos minerais (Liu et al., 2023).

As atividades humanas têm exercido influências profundas nos sistemas hidrológicos em todo o mundo (Falkenmark; Rockström, 2008; Vörösmarty et al., 2013), seja de forma intencional ou inadvertida (Blöschl et al., 2013; Savenije et al., 2014). Essas alterações nos regimes hidrológicos, por sua vez, moldam as sociedades humanas, provocando respostas a desafios relacionados à água, como crises, secas e inundações (Di Baldassarre et al., 2019). Essa interação mútua entre os sistemas humanos e hídricos resulta em padrões complexos observados em diversos contextos, o que cria um dos focos da socio-hidrologia (Xia; Dong; Zou, 2022).

O governo desempenha um papel fundamental no funcionamento da economia de mercado. A intervenção do governo no mercado geralmente tem como objetivo proteger a segurança nacional, promover a igualdade social, realizar o controle macroeconômico e contribuir para o funcionamento adequado da economia de mercado em certo grau. No entanto, quando a decisão do governo não cumpre seu papel original e acaba causando danos imprevistos, esse fenômeno é denominado falha do governo.

Neste contexto, no Brasil, o documento responsável por guiar e dar diretrizes para o desenvolvimento das cidades é o Plano Diretor Municipal (Brasil, 2001). De acordo com o Estatuto da Cidade, este documento é obrigatório para cidades com número de habitantes superior a vinte mil. Nele, devem constar diagnósticos e prognósticos das características naturais e sociais no tempo e no espaço, logo, a análise Geográfica é imprescindível durante a elaboração e/ou atualização do plano.

Contraditórios a este contexto, muitos municípios brasileiros crescem e se desenvolvem sem o auxílio de estudos ambientais e da paisagem (Santos, 2019). O conhecimento das características bióticas, abióticas e culturais pode (e deve) subsidiar as diretrizes de ordenamento de uma cidade, para garantir a resiliência e estabilidade dos sistemas naturais e antrópicos (Amorim, 2012).

Este estudo tem o foco no município de Descalvado – SP, onde a mineração de areia tem sido uma atividade econômica importante (Torresan, 2005). Apesar de sua importância econômica, os impactos ambientais e sociais da mineração de areia têm sido negligenciados (Almeida, 2010). O objetivo deste trabalho foi o de analisar e destacar os impactos das atividades de mineração de areia nos sistemas fluviais, com ênfase na Área de Proteção Ambiental de Descalvado (APA), que é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável da esfera municipal, enfatizando a necessidade de práticas de mineração sustentáveis e esforços de reabilitação eficazes para mitigar esses impactos.

A ideia dessa pesquisa é que a exclusão das atividades de mineração de areia da APA, que é a área de estudo deste trabalho, tem contribuído para os impactos ambientais e sociais nos ecossistemas fluviais locais. Ao avaliar o estado atual da mineração de areia e seus efeitos nos sistemas fluviais e nas comunidades de Descalvado/SP, pretende-se fornecer subsídio para o desenvolvimento de políticas sustentáveis e ambientalmente conscientes.

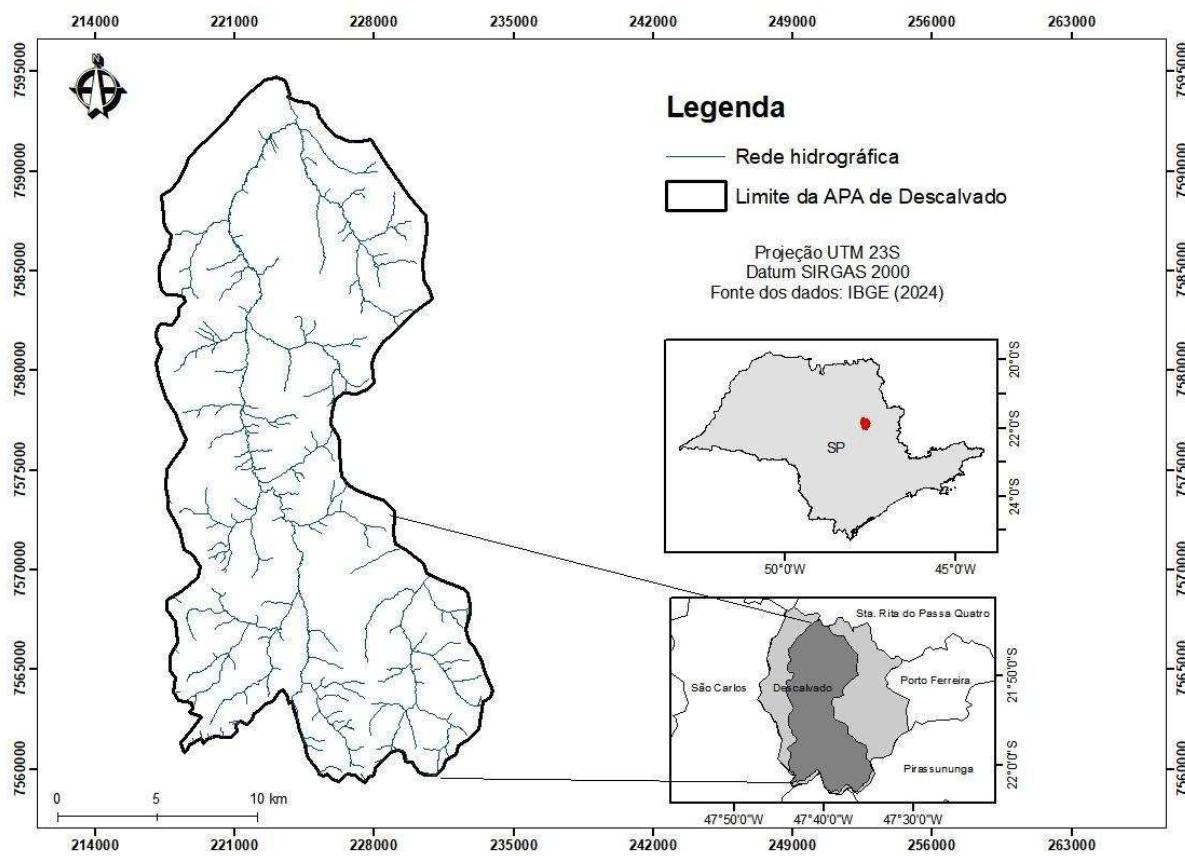
MATERIAIS E MÉTODOS

a) Caracterização da área de estudo

Descalvado/SP ocupa uma área de aproximadamente 753.706 km² e está situado na região noroeste do estado de São Paulo (Figura 1), dentro da área de influência das cidades de Araraquara (IBGE, 2017). Assim como outras cidades dessa região, a economia local é fortemente influenciada pelo cultivo de

cana-de-açúcar e laranja (IBGE, 2017). No que diz respeito à biodiversidade, o município encontra-se na zona de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica. Com uma população estimada de 34 mil habitantes em 2022 (IBGE, 2017), Descalvado/SP se enquadra como um município que precisa passar pela revisão do Plano Diretor Municipal, uma vez que, de acordo com o Estatuto da Cidade (2001), essa atualização é obrigatória para cidades com população superior a 20 mil habitantes.

Figura 1: Localização da APA de Descalvado/SP e do município no estado.



Fonte: Os autores (2024).

b) Análise integrada

A perspectiva geossistêmica considera uma visão holística que vê o meio natural como um sistema complexo e dinâmico, composto por componentes bióticos, abióticos e antrópicos interativos (Souza, 2023). Essa abordagem reconhece que o meio natural não é uma entidade estática, mas sim um sistema dinâmico que está constantemente evoluindo e mudando em resposta às atividades humanas.

A abordagem geossistêmica é baseada em vários princípios-chave, incluindo:

1. Interconexão: Reconhece que todos os componentes do meio ambiente natural são interconectados e interdependentes (Barreiros, 2017). Isso significa que mudanças em um componente podem gerar efeitos em cascata por todo o ambiente;
2. Complexidade: O meio ambiente natural é um sistema complexo que é difícil de compreender ou prever completamente. Essa complexidade surge das interações entre diferentes componentes do sistema, bem como da incerteza e variabilidade inerentes aos processos naturais (Barreiros, 2017);
3. Dinamismo: O meio ambiente natural está em constante mudança e evolução. Isso significa que o sistema é dinâmico e que mudanças em um componente do sistema podem ter consequências de longo prazo para todo o sistema (Barreiros, 2017);
4. Fatores Antrópicos: Reconhece que as atividades humanas podem ter impactos significativos no meio ambiente natural (Barreiros, 2017). Isso inclui a extração e uso de recursos minerais, bem como outras atividades humanas, como agricultura, urbanização e mudanças climáticas.

Ao adotar essa perspectiva holística, a gestão sustentável de recursos minerais e a mitigação de seus impactos ambientais pode ser inserida nos documentos de organização da paisagem, como é o caso do Plano Diretor Municipal (Villaça, 2004). Esse contexto é particularmente relevante para de Descalvado/SP, onde a mineração de areia é uma atividade econômica com implicações ambientais e sociais importantes (Torresan, 2005).

A abordagem integrada adotada neste estudo fundamenta-se na análise geográfica dos elementos naturais e sociais ao longo do tempo e no espaço (Venturi, 2021). A paisagem local é dominada por zonas agrícolas, planícies de inundação, terraços fluviais e áreas de mineração, o que ressalta a importância de uma análise geográfica integrada para desvendar a complexidade das relações entre os sistemas naturais e humanos (Adorno et al., 2024).

Entre os aspectos naturais analisados estão:

- Geologia e relevo: A investigação do substrato geológico e das formas de relevo, fundamentais para avaliar os impactos diretos da mineração, como o desmonte de morros e as alterações nas drenagens;
- Cobertura e uso do solo: A realização de mapeamento e classificação das áreas agrícolas, florestais, solo exposto e mineração;
- Hidrografia: A análise dos impactos nas áreas de nascentes.

Do ponto de vista social, os aspectos incluem:

- Alterações no uso e função do solo urbano e rural, com base no Plano Diretor Municipal;

- Impactos econômicos e sociais da mineração, como a criação de empregos, o aumento do tráfego de caminhões e eventuais conflitos relacionados ao uso do solo;
- Percepção da comunidade local sobre os efeitos da mineração na qualidade de vida.

O estudo utilizou o conceito de socio-hidrologia, que examina os complexos mecanismos de *feedback* entre as atividades humanas e os sistemas hídricos (Xia; Dong; Zou, 2022). Esse panorama ajuda a elucidar as interconexões entre a mineração de areia, a dinâmica dos ecossistemas fluviais e os fatores socioeconômicos que moldam as decisões de gestão de recursos em Descalvado/SP.

Além disso, a pesquisa considera o papel das Áreas de Preservação Permanente (APPs) na mitigação dos impactos da mineração de areia nos sistemas fluviais. Essas áreas legalmente protegidas ao longo dos corpos d'água são fundamentais para manter a integridade ecológica dos ecossistemas fluviais (Brasil, 2012), mas a sua eficácia no contexto das atividades de mineração de areia requer investigação adicional.

Ao analisar os impactos da mineração de areia nos sistemas fluviais de Descalvado/SP e identificar os principais fatores que contribuem para esses impactos, este estudo fornece considerações importantes para formuladores de políticas, organizações ambientais e sociedade local para desenvolver abordagens mais sustentáveis e ambientalmente conscientes para a extração de recursos minerais.

c) Procedimentos metodológicos

Para atender aos objetivos deste estudo, os procedimentos metodológicos foram organizados em três fases: inicialmente, foi realizada a construção de uma base de dados geoespaciais; em seguida, ocorreu a sistematização dos dados e a elaboração dos documentos cartográficos; por fim, foi feito o diagnóstico e prognóstico com base na análise das informações coletadas (Tabela 1).

Tabela 1: Síntese dos procedimentos metodológicos.

Etapa	Metodologia	Procedimentos
Elaboração da base de dados geoespacial	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento do referencial teórico; - Aquisição das informações bióticas, abióticas e culturais das áreas de interesse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: Leitura e escrita; - Organização e estruturação de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).
Sistematização dos dados	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos mapas temáticos e informações adicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: Leitura e escrita; - Uso do software ArcGIS; - Elaboração das cartas temáticas.
Diagnóstico e Prognóstico	<ul style="list-style-type: none"> - Compartimentação e caracterização da APA de Descalvado – SP - Análise da paisagem do município de Descalvado - Resultados e discussões 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de escritório: escrita - Sistematização dos dados e análise do Plano Diretor Municipal

Fonte: Os autores (2025).

O conceito de paisagem, originado do termo alemão *Landschaft*, é fundamental para as teorias sistêmicas na Geografia (Barreiros, 2017) e serviu como base para as análises deste estudo.. A teoria geossistêmica, desenvolvida pelos pesquisadores Sochava (1968) e Bertrand (1968), propõe uma integração dos elementos da paisagem por meio de uma abordagem holística. Assim, essa teoria foi adotada juntamente com a análise geográfica dos componentes sociais e naturais ao longo do tempo e no espaço.

A análise da paisagem em Descalvado/SP baseou-se na correlação entre os elementos naturais e o uso e ocupação do solo, possibilitando a elaboração de um diagnóstico ambiental e crítica nas unidades territoriais básicas elaboradas. As informações geológicas do município foram obtidas na plataforma do Banco de Dados Digital (BDiA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:250.000, e posteriormente recortadas para a área de estudo.

As características geomorfológicas foram obtidas a partir do BDiA e, conforme a taxonomia do relevo estabelecida pelo IBGE (2009), as unidades identificadas correspondem ao terceiro táxon, que agrupa padrões semelhantes de formas altimétricas e fisionômicas. As informações pedológicas também foram extraídas da BDiA, utilizando a legenda do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), que organiza as unidades em subordens na escala 1:250.000.

A elaboração dos documentos cartográficos sobre geologia, geomorfologia e pedologia da área de estudo foi conduzida no software ArcGIS 10.8. Os dados vetoriais foram ajustados para o limite do município de Descalvado, viabilizando análises detalhadas da paisagem. O recorte correspondente à APA foi definido com base no zoneamento disponibilizado no Plano Diretor Municipal, sendo posteriormente vetorizado manualmente e registrado no sistema SIRGAS 2000.

As informações hipsométricas e clinográficas foram geradas a partir de arquivos vetoriais das curvas de nível das folhas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, com equidistância de vinte metros. O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi gerado com a ferramenta "*Topo to Raster*" do ArcGIS, resultando em um produto raster com resolução espacial de dez metros. O raster gerado representa as elevações de Descalvado/SP, que variam entre 500 e 1050 metros. A partir do MDE, as classes de declividade foram definidas pela função "*slope*" do próprio *software*.

Para compreender como a categoria geográfica de Paisagem é abordada no Plano Diretor Municipal, foi realizada uma análise do documento e de seus zoneamentos. Nessa etapa, foi compilado o mapa de uso e ocupação do solo do município. Os dados foram obtidos a partir das imagens do SENTINEL-2 referentes ao ano de 2022, com resolução espacial de 10 metros. As classes de uso do solo foram definidas com base na classificação proposta pela ESRI, ajustada para refletir as particularidades de Descalvado/SP (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação do uso da terra.

Uso da terra	Definição
Massa d'água	Corpos hídricos, como rios, lagos e lagoas. Áreas onde, independentemente do clima, durante o ano, são predominadas por água; não apresentem nenhuma ou quase nenhuma vegetação; rocha, solo exposto ou tipo de ocupação.
Floresta	Consideradas como as matas mais densas; com dossel fechado ou denso; na área, tipicamente resíduos de mata atlântica;
Floresta Mista	Transição de cerrado e mata atlântica; áreas sujeitas a inundações nas épocas chuvosas, típicas do clima Cwb e Cwa; vegetação mais rasteira e arbustiva;
Plantações	Áreas de agricultura densa; plantações de cana de açúcar; milho e laranja;
Área urbana	Cidade; Ocupação antrópica expressiva
Solo exposto	Áreas onde não há nenhum tipo de cobertura vegetal; rocha exposta
Cerrado aberto	Áreas aberta de vegetação arbustiva homogênea; gramíneas e pastagens são comuns nessa área; árvores típicas do cerrado (tortuosas e espalhadas; dossel quase inexistente) em pouca quantidade; exibe, sem padrão, solo exposto e vegetação mista.

Fonte: Adaptado de ESRI (autores, 2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Socio-hidrologia na análise da paisagem: uma abordagem holística para analisar os impactos da mineração

A perspectiva socio-hidrológica oferece uma abordagem abrangente para examinar as complexas interações entre as atividades humanas e os sistemas hídricos (Xia; Dong; Zou, 2022). Em sua essência, a socio-hidrologia reconhece que o meio ambiente natural e as sociedades humanas estão intrinsecamente ligados, moldando-se mutuamente de maneira dinâmica e não linear (Di Baldassare et al., 2019). Essa

abordagem sistêmica é particularmente relevante ao analisar os impactos das atividades de mineração nos ecossistemas fluviais.

Ao integrar elementos sociais e hidrológicos, a socio-hidrologia permite compreender as relações dinâmicas entre os recursos naturais e as sociedades humanas ao longo do tempo e do espaço. Essa abordagem é fundamental para uma análise integrada dos impactos ambientais, pois reconhece que as transformações na paisagem são resultado tanto de processos naturais quanto de decisões e interações sociais.

No contexto específico de Descalvado/SP, onde a mineração tem participado da configuração da paisagem, a socio-hidrologia oferece uma lente valiosa para observar como essas práticas impactam os recursos hídricos e, por extensão, a qualidade ambiental. A mineração, ao alterar o solo, a vegetação e os fluxos hídricos locais, modifica não apenas os aspectos ecológicos, mas também sociais, influenciando a qualidade de vida da população, a gestão de recursos e as políticas urbanas.

Por meio dessa abordagem, é possível identificar interações entre fatores naturais e processos sociais que moldam a dinâmica ambiental. Por exemplo, a redução da capacidade de infiltração dos solos em áreas mineradas pode aumentar o escoamento superficial e gerar problemas de inundação nas áreas urbanas. Essa dinâmica é agravada pela ausência de uma gestão integrada das águas urbanas e pela fragmentação das políticas ambientais municipais, que frequentemente desconsideraram os impactos cumulativos da mineração.

Ademais, a perspectiva socio-hidrológica permite compreender como os impactos ambientais influenciam aspectos sociais, culturais e econômicos. Em Descalvado/SP, por exemplo, a contaminação de recursos hídricos ou a degradação de APPs pode comprometer atividades agrícolas e o abastecimento urbano de água, gerando tensões entre diferentes atores sociais.

A integração de dados sobre uso do solo, qualidade da água, dinâmicas econômicas e participação social é fundamental para construir um panorama complexo e detalhado da relação entre a mineração e a qualidade ambiental urbana. A socio-hidrologia, ao enfatizar essa integração, pode apoiar na formulação de políticas mais sustentáveis e inclusivas, que considerem tanto a proteção dos recursos naturais quanto as necessidades e expectativas das comunidades locais.

Ao se basear nos conceitos da socio-hidrologia como ferramenta de análise integrada, é possível superar visões fragmentadas dos impactos ambientais e avançar para uma compreensão mais sistêmica e abrangente da paisagem. Isso representa um avanço metodológico importante, com potencial para contribuir significativamente para a gestão territorial e a promoção da qualidade ambiental urbana em municípios impactados por atividades mineradoras.

Além disso, a lente socio-hidrológica possibilita o exame dos impactos cumulativos e de longo prazo da mineração, muitas vezes negligenciados nas avaliações de impacto tradicionais e no Plano Diretor

Municipal (Adorno et al., 2024). Por meio dessa análise, é possível traçar um quadro cronológico do padrão de uso da terra, afetado pela mineração, e considerar tais alterações em prognósticos ambientais mais robustos e informados.

b) Conectando mineração de areia, sistemas fluviais e impactos sociais

No contexto de Descalvado/SP, a perspectiva socio-hidrológica permite analisar como as atividades de mineração de areia estão entrelaçadas com a transformação dos sistemas fluviais locais e a paisagem mais ampla. A mineração de areia, uma importante atividade econômica na região, pode ter impactos profundos nas características físicas, químicas e biológicas dos rios, afetando a qualidade da água, os regimes de fluxo e os habitats aquáticos (Torezan, 2005).

A socio-hidrologia enfatiza a necessidade de entender a paisagem de Descalvado/SP como um sistema complexo e interconectado, onde a mineração de areia, os sistemas fluviais e as dinâmicas sociais estão constantemente se moldando e remodelando. Essa abordagem sistêmica desafia o pensamento tradicional e compartmentado que muitas vezes caracteriza a gestão de recursos e a formulação de políticas.

Essa abordagem enfatiza a necessidade de estratégias integradas e holísticas que considerem os complexos ciclos de *feedback* e as propriedades emergentes dos sistemas humanos-hídricos acoplados. Alguns princípios e estratégias chave que podem ser derivados da abordagem sociohidrológica incluem:

1. **Governança colaborativa:** Promover parcerias e colaborações entre governo, indústria e comunidades locais para co-criar soluções sustentáveis e garantir uma tomada de decisão equitativa.
2. **Gestão adaptativa:** Implementar abordagens flexíveis e interativas para a gestão de recursos, capazes de responder às condições ambientais, sociais e econômicas em mudança.
3. **Integração Interdisciplinar de Conhecimentos:** Preencher as lacunas entre diferentes disciplinas e domínios de conhecimento para desenvolver uma compreensão mais abrangente dos desafios e oportunidades.
4. **Pensamento sistêmico:** Adotar uma perspectiva de nível sistêmico que considere as interconexões entre diferentes componentes da paisagem socioecológica, em vez de abordar questões de forma isolada.
5. **Aprimoramento do monitoramento e avaliação:** Implementar sistemas abrangentes de monitoramento e avaliação para rastrear os impactos ambientais, sociais e econômicos da mineração de areia e informar abordagens de gestão adaptativa.

Por exemplo, a análise pode examinar como a água é usada na agricultura, incluindo sistemas de irrigação, e como isso afeta o ecossistema local. Também pode considerar os fatores sociais e econômicos que influenciam a gestão da água, como a distribuição dos recursos hídricos, o impacto das mudanças climáticas e o papel das políticas e da governança na modelagem das práticas de gestão da água.

Ao integrar a perspectiva sociohidrológica com a análise geográfica dos elementos naturais e sociais no tempo e espaço, é possível obter uma compreensão mais profunda das complexas interações entre a água e a segurança dos ecossistemas, e como esses fatores são moldados pelo ambiente modificado pelo homem e pelos sistemas sociais e econômicos.

c) Diagnóstico ambiental da APA de Descalvado

O diagnóstico ambiental da APA de Descalvado parte da necessidade de compreender de forma integrada os elementos naturais e sociais que configuram essa unidade territorial de grande importância para o município. Criada pela Lei Municipal nº 1600/1996, a APA ocupa cerca de 40.000 hectares, correspondendo a aproximadamente 50% do território municipal, com limites definidos pelos principais rios que atravessam a região, como o rio do Pântano e a bacia do Ribeirão Bonito.

Apesar de sua relevância, a APA de Descalvado enfrenta desafios para a efetiva implementação de programas de conservação ambiental, especialmente devido à exclusão de áreas urbanas e mineradoras de seu território. De acordo com o Plano Diretor Municipal:

A APA atinge apenas a área rural, sendo excluídas tanto a zona urbana como a área onde se localizam indústrias e mineradoras de areia de grande porte, por apresentarem graus de alteração antrópica que dificultam a implantação de programas de conservação ambiental (Plano Diretor, p.55).

Essa exclusão reflete a dificuldade em incorporar regiões com altos níveis de intervenção antrópica nas diretrizes de conservação. Essa abordagem fragmentada limita o potencial da APA em promover uma gestão integrada da paisagem, que leve em consideração tanto os benefícios ambientais para a população rural quanto para os habitantes da zona urbana.

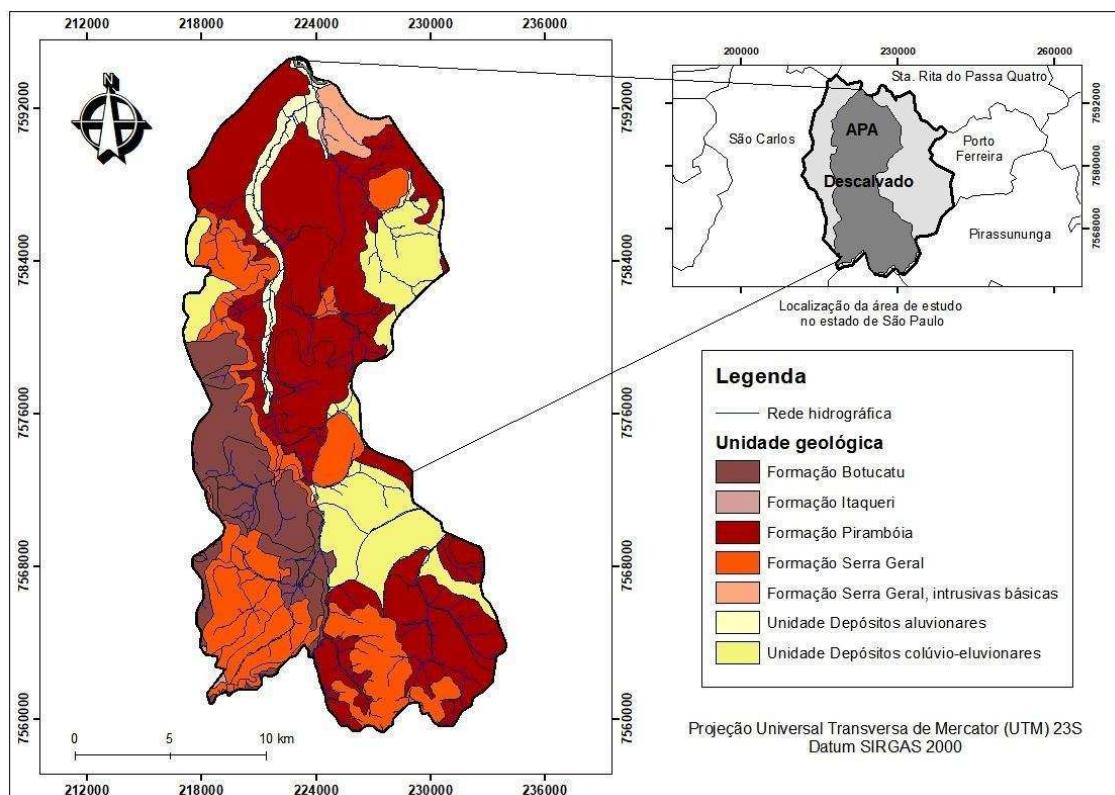
O Plano Diretor Municipal de Descalvado/SP, de 2015, reconhece a importância das paisagens urbanas e rurais na qualidade de vida da população, destacando a necessidade de APPs e APAs. Essas áreas cumprem importantes funções ecológicas, como a amenização de microclimas, o controle de erosão, a proteção de águas subterrâneas e a manutenção da biodiversidade, além de possíveis oportunidades para o

desenvolvimento do turismo ecológico. A exclusão das áreas mais impactadas, no entanto, enfraquece o potencial dessa unidade de conservação em responder às complexidades ambientais contemporâneas.

Para compreender plenamente os desafios e potencialidades ambientais da APA de Descalvado, é fundamental analisar suas características físicas, que fornecem a base para os processos ecológicos e para as dinâmicas socioeconômicas presentes no território. Essa análise começa com a geologia, que desempenha um papel fundamental na definição das formas do relevo, na disponibilidade hídrica e na qualidade dos solos, influenciando diretamente as atividades humanas e a conservação ambiental.

O mapa geológico da APA de Descalvado (Figura 2) revela a presença de formações relevantes para a compreensão da dinâmica ambiental e das atividades econômicas locais. Entre as principais formações identificadas estão: Botucatu, Itaqueri, Pirambóia, Serra Geral, além de depósitos aluvionares e depósitos colúvio-eluvionares.

Figura 2: Mapa geológico da área de estudo.



Fonte: Os autores (2025).

A Formação Botucatu, composta predominantemente por arenitos finos a médios com características eólicas, é frequentemente associada à presença de aquíferos importantes, como o Aquífero Guarani, sendo fundamental para a recarga hídrica regional. A proteção dessas áreas é crucial devido à exploração hídrica e

ao impacto que atividades minerárias próximas podem ter na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos.

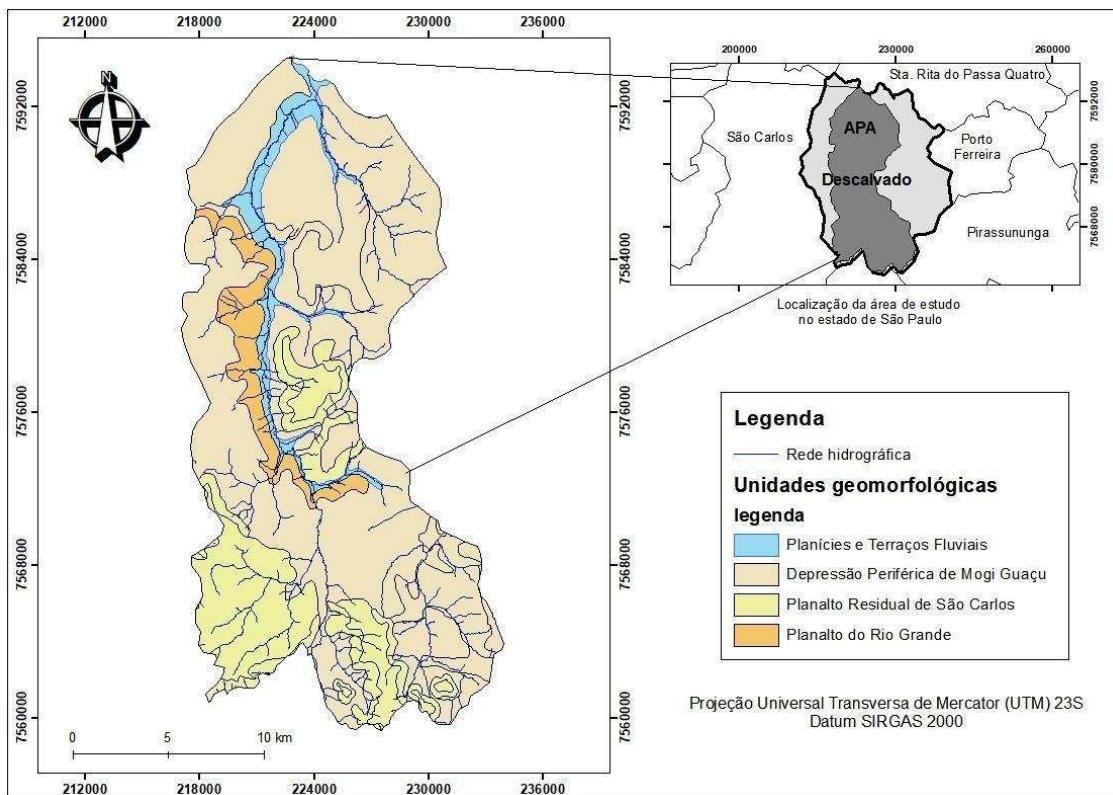
A Formação Itaqueri, com sedimentos mais finos e variados, pode apresentar materiais de interesse para mineração de areia e argila, importantes para a construção civil. Por sua vez, a Formação Pirambóia, composta por arenitos fluviais e lacustres, também se apresenta como um potencial alvo para exploração de agregados minerais. A Formação Serra Geral, constituída por basaltos, é menos explorada economicamente em termos de mineração, mas tem relevância na formação do relevo local, influenciando a drenagem e a dinâmica das vertentes.

Os depósitos aluvionares, formados ao longo dos cursos d'água, e os depósitos colúvio-eluvionares, resultantes do acúmulo de materiais de vertentes, são de especial interesse para a mineração de areia, amplamente praticada na região. A exploração desses depósitos muitas vezes gera impactos significativos na estabilidade das margens fluviais e na qualidade da água, exigindo cuidados ambientais rigorosos.

A análise geológica oferece uma base fundamental para compreender as dinâmicas ambientais da APA de Descalvado, mas para uma visão integrada é essencial avançar para a interpretação das unidades geomorfológicas. Essas unidades evidenciam os diferentes processos que moldam a paisagem, determinando tanto a disponibilidade de recursos naturais quanto as vulnerabilidades ambientais associadas às atividades antrópicas, incluindo a mineração.

Na região, foram identificadas quatro unidades principais: o Planalto Residual de São Carlos, o Planalto do Rio Grande, a Depressão Periférica do Rio Mogi Guaçu, além das Planícies e Terraços Fluviais (Figura 3). Cada uma dessas unidades geomorfológicas apresenta características que influenciam diretamente a prática mineradora.

Figura 3: Mapa das unidades geomorfológicas da APA de Descalvado/SP



Fonte: Os autores (2025).

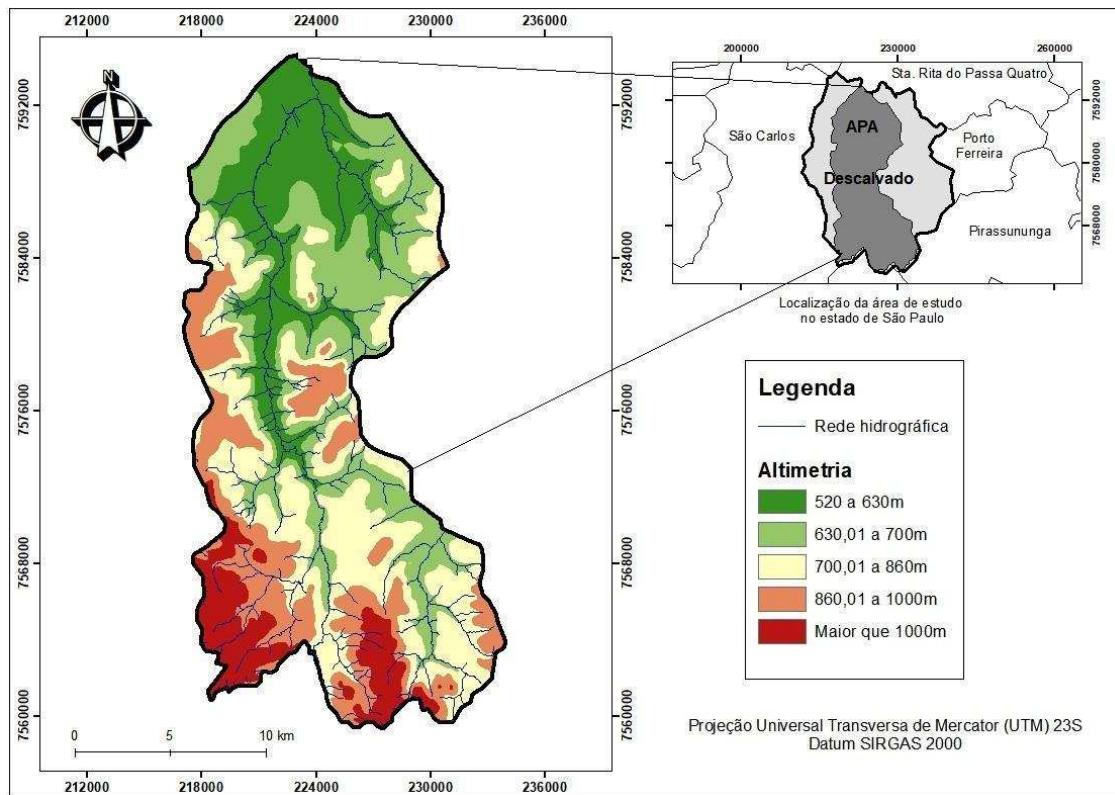
O Planalto Residual de São Carlos e o Planalto do Rio Grande destacam-se pelas altitudes mais elevadas e relevos mais acidentados, com solos propensos à erosão quando manejados inadequadamente. Nesses planaltos, as atividades mineradoras encontram limitações naturais, mas as vertentes podem ser impactadas indiretamente pelo escoamento superficial e deposição de sedimentos provenientes de áreas mineradas adjacentes.

A Depressão Periférica do Rio Mogi Guaçu, com relevo suavemente ondulado, é uma área mais favorável para a expansão das atividades mineradoras, principalmente devido à presença de depósitos sedimentares. No entanto, a exploração nessas áreas deve considerar o risco de degradação do solo e alterações na drenagem natural, com impactos diretos sobre a biodiversidade e os usos agropecuários.

As Planícies e Terraços Fluviais, localizadas próximas aos cursos d'água, são extremamente sensíveis a modificações no relevo, podendo sofrer intensos processos de erosão e assoreamento quando submetidas a intervenções agressivas, como a extração de sedimentos. Além disso, os terraços fluviais desempenham papel crucial na contenção de enchentes e no equilíbrio hidrológico local.

A partir da análise geomorfológica, a transição para o mapa altimétrico permite a compreensão detalhada das variações topográficas da APA de Descalvado e sua associação direta com os recursos naturais presentes em cada compartimento. As altimetrias mapeadas (Figura 4) — de 520 a acima de 1000 metros — mostram como a topografia influencia processos geomorfológicos, disponibilidade de água, características do solo e a aptidão para diferentes usos da terra, incluindo a mineração.

Figura 4: Altimetria da APA de Descalvado.



Fonte: Os autores (2025).

As altimetrias de 520 a 630 metros estão principalmente associadas às Planícies e Terraços Fluviais, bem como à Depressão Periférica do Rio Mogi Guaçu. Essas áreas apresentam terrenos de menor inclinação e solos sedimentares, que são propícios para atividades mineradoras, especialmente a extração de areia. No entanto, essas áreas possuem grande sensibilidade ambiental devido à proximidade com cursos d'água e ao risco de degradação provocado por processos erosivos.

Já as altimetrias de 630 a 700 metros são frequentemente encontradas na transição entre a Depressão Periférica e os limites do Planalto do Rio Grande. Essas altitudes possuem relevo suavemente ondulado,

sendo favoráveis para atividades agropecuárias. Contudo, também estão suscetíveis a impactos devido ao transporte de sedimentos oriundos de áreas mineradas localizadas em altitudes superiores.

Nas altimetrias de 700 a 860 metros, predominam as características do Planalto do Rio Grande, com terrenos de maior estabilidade geológica, embora ainda suscetíveis à erosão nas encostas. A presença de solos mais profundos favorece práticas agrícolas intensivas, mas é necessário um manejo adequado para evitar a perda de solo e os impactos hídricos nas regiões mais baixas.

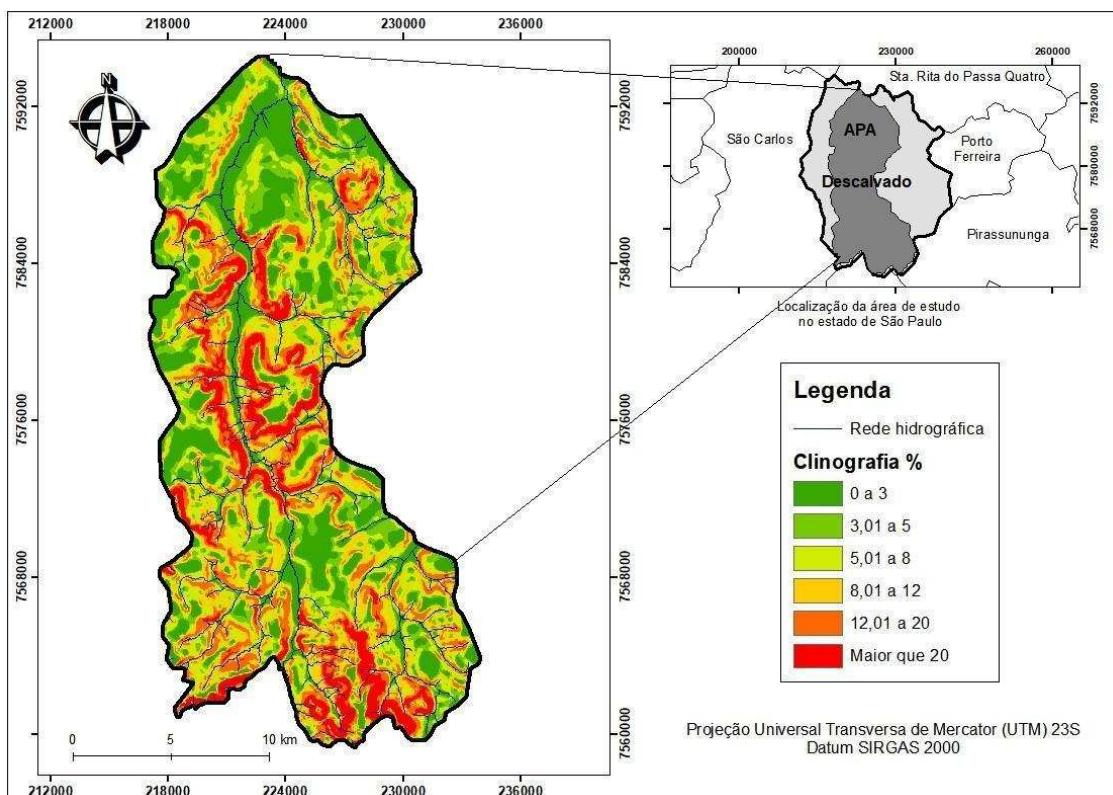
As altimetrias de 860 a 1000 metros correspondem a porções do Planalto Residual de São Carlos, apresentando relevos acidentados e solos menos profundos. Nessas áreas, a vegetação remanescente em encostas íngremes desempenha um papel fundamental na contenção da erosão. Embora a mineração direta nessas áreas seja menos comum, a alteração da paisagem pode ocorrer indiretamente por meio de desmatamentos e escoamento de sedimentos.

Por fim, as altimetrias acima de 1000 metros são limitadas a pequenas áreas de topo, predominando nas partes mais elevadas do Planalto Residual de São Carlos. Essas altitudes apresentam relevo marcante, configurando divisores de águas. Além disso, são compartimentos estratégicos para a manutenção dos fluxos hídricos e possuem grande valor ecológico e turístico devido às suas paisagens preservadas.

A integração das informações altimétricas com os dados geomorfológicos reforça a importância de uma gestão territorial que equilibre a exploração econômica, especialmente da mineração, com a conservação ambiental. Os diferentes compartimentos altimétricos da APA de Descalvado possuem potencialidades e fragilidades distintas, exigindo uma abordagem diferenciada para a preservação dos recursos naturais e a manutenção da qualidade ambiental.

A transição para o mapa clinográfico (Figura 5) permite um entendimento detalhado da configuração das vertentes na APA de Descalvado, evidenciando a influência da declividade no modelado do relevo, nos processos geomorfológicos e nas dinâmicas ambientais. A análise das classes de declividade fornece subsídios essenciais para compreender a distribuição dos processos erosivos, a estabilidade do solo, a drenagem e as aptidões para diferentes usos da terra, incluindo a mineração.

Figura 5: Mapa clinográfico da APA de Descalvado/SP



Fonte: Os autores (2025).

As declividades de 0 a 3% estão associadas principalmente às planícies fluviais e terraços, caracterizando áreas praticamente planas, ideais para atividades agrícolas mecanizadas e para ocupação urbana. No entanto, essas regiões são suscetíveis ao acúmulo de sedimentos provenientes de áreas mineradas situadas a montante, o que pode comprometer sua estabilidade ambiental.

As declividades de 3 a 5% correspondem a morros de encosta muito suave, localizados em porções intermediárias da Depressão Periférica do Rio Mogi Guaçu. Embora a drenagem superficial ainda seja lenta nessas áreas, elas podem sofrer pequenas erosões caso o solo seja mal manejado. Essas regiões são frequentemente utilizadas para o cultivo de grãos e pastagens, mas é necessário monitorar o uso do solo para evitar a degradação.

Com declividades de 5 a 8%, os morros de encosta suave são encontrados nas áreas do Planalto do Rio Grande, onde práticas agrícolas conservacionistas se tornam necessárias. A erosão laminar pode se manifestar nessas regiões, especialmente em solos mais expostos, exigindo cuidado no manejo para evitar danos ao solo.

As declividades de 8 a 12% caracterizam morros de encosta moderada, localizados nas encostas do Planalto Residual de São Carlos. Nessas áreas, a dinâmica de escoamento superficial é mais intensa, o que aumenta o risco de erosão. O manejo inadequado do solo pode acelerar o transporte de sedimentos para as áreas mais baixas, prejudicando a qualidade ambiental. A mineração nessas áreas exige um planejamento rigoroso para evitar impactos negativos, como processos erosivos intensos.

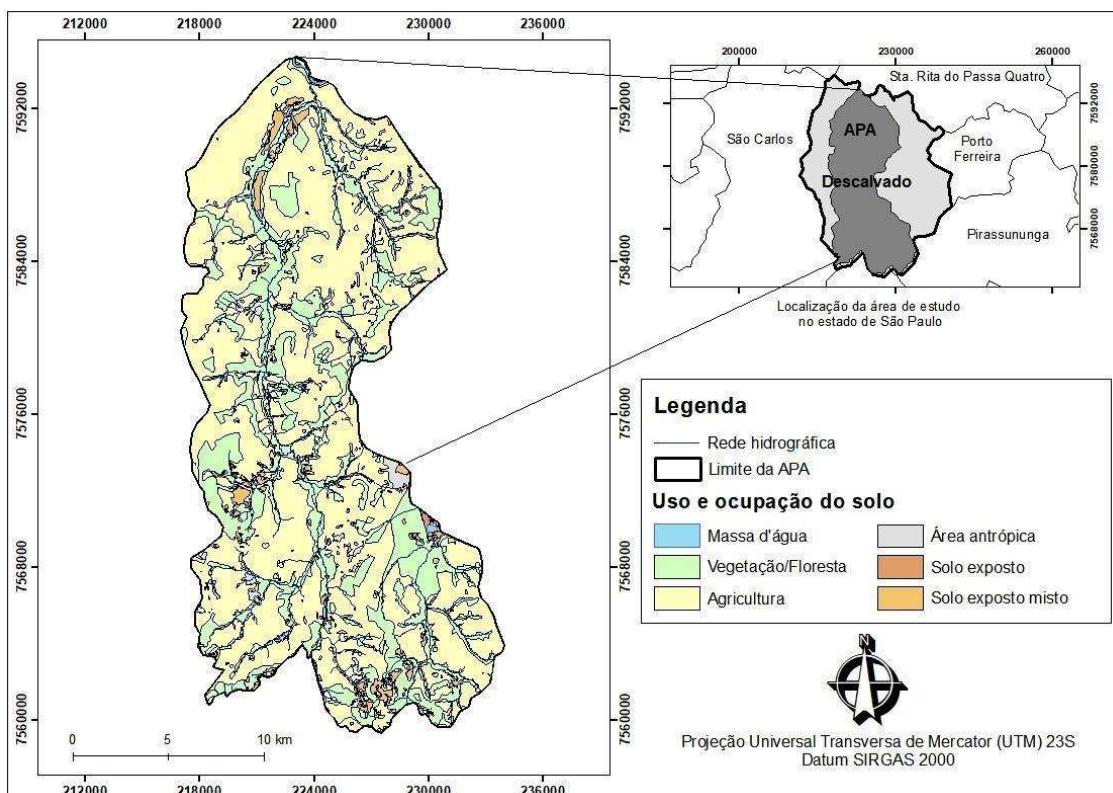
As declividades de 12 a 20% correspondem a morros de encosta íngreme, situados nas porções mais acidentadas do Planalto Residual de São Carlos e nas transições com áreas da Depressão Periférica. A suscetibilidade à erosão nessas vertentes é alta, o que torna fundamental a manutenção de cobertura vegetal para garantir a estabilidade do solo e prevenir a degradação.

Por fim, as declividades acima de 20% representam encostas muito íngremes, localizadas em morrotes e cristas elevadas. Nessas áreas, a preservação da vegetação natural é crucial para conter processos erosivos em massa, como ravinamentos. A ocupação ou mineração nessas áreas deve ser altamente restritiva, devido ao elevado potencial de degradação e ao risco de impactos ambientais severos.

O entendimento das declividades e suas relações com as feições de relevo é fundamental para orientar práticas de conservação do solo, manejo agrícola, ocupação territorial e mineração. Declives mais acentuados, por exemplo, requerem cuidados especiais para evitar erosão, deslizamentos e comprometimento da qualidade das águas nas áreas mais baixas. Para a atividade mineradora, este conhecimento é crucial, pois áreas com declividade elevada demandam técnicas específicas de manejo dos taludes e controle de drenagem, visando mitigar impactos ambientais e garantir a segurança geotécnica.

A análise das vertentes e declividades na APA de Descalvado fornece uma base crucial para compreender os processos geomorfológicos em interação com os usos do solo (Figura 6). Essa relação é fundamental para a manutenção da qualidade ambiental e a definição de diretrizes para manejo sustentável. Dando continuidade ao diagnóstico ambiental, o mapa de uso e ocupação do solo revela a dinâmica atual das atividades humanas e naturais na região, evidenciando os padrões de cobertura e suas implicações para a preservação ambiental, agricultura e atividades mineradoras.

Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo da APA de Descalvado.



Fonte: Os autores (2025).

A distribuição das categorias mapeadas — vegetação nativa, áreas de agricultura (predominante), solo exposto, solo exposto misto e áreas antrópicas — reflete os processos históricos de ocupação e manejo da terra. Essa configuração espacial tem implicações diretas na estabilidade do solo, nos fluxos hídricos, na biodiversidade e nos impactos socioambientais decorrentes de práticas econômicas, como a mineração. A análise integrada desses aspectos é essencial para compreender as pressões exercidas sobre o território e a capacidade da paisagem em oferecer serviços ambientais.

Dessa forma, o diagnóstico prossegue com uma avaliação detalhada das principais atividades identificadas no mapa de uso e ocupação, abordando suas características, distribuição espacial e os potenciais conflitos e sinergias com as unidades geomorfológicas, altimétricas e clinográficas.

d) Conflitos de uso e gestão ambiental: impactos da mineração na paisagem

A análise espacial dos limites da APA revela sobreposições críticas com áreas ocupadas por atividades mineradoras e pela expansão urbana, especialmente devido às recentes expansões desses setores. O uso predominante da terra nessas zonas continua sendo agrícola, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar. No entanto, essas sobreposições destacam deficiências significativas no arcabouço regulatório do Plano Diretor Municipal, que não aborda adequadamente os conflitos espaciais decorrentes da proximidade entre as atividades mineradoras, urbanas e agrícolas dentro da APA. Essa lacuna no planejamento e na fiscalização tem impactos ambientais prejudiciais sobre a paisagem local.

Primeiramente, a degradação do solo se tornou uma preocupação crescente nas áreas em que as atividades mineradoras se encontram com as terras agrícolas. A remoção da vegetação e a alteração da topografia para fins de mineração aceleraram a erosão do solo, principalmente em encostas e superfícies não protegidas. Esse processo de erosão não só diminui a fertilidade do solo, mas também transporta sedimentos para os corpos d'água, prejudicando a qualidade da água e contribuindo para o assoreamento de rios e reservatórios locais. A intensificação do distúrbio do solo nas terras agrícolas agrava ainda mais a erosão, reduzindo a produtividade e tornando essas áreas mais suscetíveis à degradação.

Além disso, a sobreposição das atividades mineradoras dentro da APA afeta consideravelmente o equilíbrio hidrológico da região. As operações mineradoras frequentemente alteram os fluxos naturais de água, diminuindo as fontes hídricas e afetando tanto os recursos hídricos superficiais quanto os subterrâneos. A interrupção desses fluxos, associada à falta de um planejamento estruturado de uso do solo, compromete a estabilidade ecológica e hidrológica da área, prejudicando a capacidade da região de manter sua resiliência ambiental.

Esses impactos negativos se estendem ainda mais à qualidade ambiental, à medida que a invasão das atividades mineradoras e urbanas dentro da APA reduz a biodiversidade local. A fragmentação do habitat causada pela expansão urbana e mineradora restringe o movimento da fauna e diminui a cobertura vegetal, afetando diretamente a capacidade de sequestro de carbono e aumentando os efeitos das mudanças climáticas na região. Dessa forma, a degradação das paisagens naturais compromete não só a biodiversidade, mas também a qualidade de vida dos habitantes.

Em síntese, a falta de integração entre o Plano Diretor Municipal, o EIA-RIMA e as áreas de conservação tem gerado conflitos não regulamentados no uso da terra. Essa situação contribui para a degradação cumulativa do solo, dos recursos hídricos e da qualidade ambiental em Descalvado. Para mitigar os impactos contínuos da mineração, é fundamental que as lacunas no planejamento e na fiscalização sejam abordadas de forma eficaz, visando um equilíbrio sustentável entre as paisagens urbanas, agrícolas e naturais.

O Plano Diretor Municipal de Descalvado/SP apresenta uma lacuna significativa ao não tratar adequadamente os impactos das atividades mineradoras sobre a paisagem. Essa desconexão é particularmente visível na ausência de integração entre o Plano Diretor e o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), instrumentos cruciais para o manejo sustentável do território e a mitigação dos danos ambientais.

Uma das omissões mais críticas no Plano Diretor é a exclusão das áreas de mineração da APA, que foi criada sem integrar essas atividades. Embora a proteção dessas áreas seja reconhecidamente desafiadora, essa omissão contradiz a necessidade de uma regulação inclusiva. A mineração, por alterar a topografia, os fluxos hídricos e a vegetação, exige uma supervisão rigorosa e deve ser incorporada às zonas de conservação. Ao excluir as atividades mineradoras da APA, o Plano Diretor cria "pontos cegos" regulatórios, permitindo a degradação da paisagem sem qualquer tipo de medida preventiva ou corretiva estruturada.

Além disso, o EIA-RIMA, ferramenta projetada para avaliar os impactos ambientais das atividades mineradoras, não faz referência ao Plano Diretor Municipal como marco orientador. Essa falta de alinhamento significa que as avaliações realizadas pelo EIA-RIMA não consideram os objetivos mais amplos de planejamento municipal, principalmente no que tange à qualidade da paisagem e à preservação ambiental. Sem um vínculo claro entre o EIA-RIMA e o Plano Diretor, as operações mineradoras não têm um mecanismo que as obrigue a cumprir com os padrões ambientais e de uso do solo municipal.

Uma proposta fundamental para preencher essas lacunas seria integrar a sociohidrologia ao processo de planejamento e regulação. A sociohidrologia, que estuda as interações recíprocas entre os sistemas hídricos e as sociedades humanas, poderia oferecer uma abordagem mais integrada. Essa ciência poderia revelar como as alterações nos fluxos hídricos causadas pela mineração afetam tanto os ecossistemas quanto as comunidades locais. Por exemplo, as mudanças nos cursos d'água provocadas pela mineração podem ter efeitos profundos sobre a agricultura, a qualidade da água potável e o bem-estar das populações que dependem desses recursos para sua sobrevivência.

Essa integração entre as dimensões ecológicas e sociais permitiria um planejamento mais robusto, que garantisse tanto a preservação ambiental quanto a justiça social, equilibrando as necessidades de desenvolvimento econômico com a proteção dos recursos naturais essenciais. A exclusão da mineração de areia do plano diretor municipal e da APA, por exemplo, pode ter contribuído para a falta de supervisão e regulamentação, intensificando as consequências ambientais e sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas no diagnóstico ambiental da APA de Descalvado evidenciam a complexidade da interação entre os elementos naturais e as atividades antrópicas no município. A caracterização geológica revelou a presença de formações sedimentares e depósitos superficiais que influenciam diretamente a dinâmica da paisagem e a exploração mineral, especialmente a mineração de areia. Associada a essa estrutura geológica, a compartimentação geomorfológica destaca a presença de planaltos, depressões e planícies fluviais, que condicionam a disponibilidade de recursos hídricos e os processos erosivos, tornando essencial um planejamento territorial que considere a vulnerabilidade ambiental dessas áreas.

A análise altimétrica e clinográfica reforçou a importância de compreender a morfologia do terreno para a gestão dos recursos naturais e a mitigação de impactos ambientais. A predominância de altitudes moderadas e declividades suaves favorece o uso agrícola, que se consolidou como a atividade econômica dominante na APA. No entanto, áreas com maiores inclinações apresentam maior suscetibilidade a processos erosivos, principalmente onde há a substituição da vegetação natural por atividades de mineração ou agricultura intensiva. Esse cenário exige estratégias de manejo sustentável para evitar a degradação do solo e garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos oferecidos pela APA.

O mapeamento de uso e ocupação do solo revelou um avanço significativo das atividades agrícolas e áreas antrópicas sobre o território da APA, indicando desafios para a conservação ambiental. A fragmentação da vegetação nativa e a expansão das áreas de solo exposto apontam para a necessidade de políticas públicas voltadas à recuperação de áreas degradadas e ao fortalecimento das diretrizes ambientais previstas no Plano Diretor Municipal. Além disso, a exclusão das áreas urbanas e mineradoras da APA limita a abrangência de suas diretrizes conservacionistas, enfraquecendo a gestão integrada dos impactos ambientais no município.

Diante desses aspectos, torna-se evidente a necessidade de uma abordagem holística na gestão da APA de Descalvado, considerando a interdependência entre os recursos naturais e as dinâmicas socioeconômicas. A incorporação da perspectiva sociohidrológica e da análise integrada dos elementos naturais e sociais pode contribuir para a formulação de estratégias mais eficazes de conservação e desenvolvimento sustentável. A compatibilização entre preservação ambiental e atividades econômicas é um desafio central, e os resultados deste estudo reforçam a importância de políticas ambientais mais abrangentes, que garantam a proteção dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade, ao mesmo tempo em que promovam a sustentabilidade das atividades produtivas no município.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, Caio; SILVA, Renata Adriana Garbossa; ESTEVAM, Franciele Marlies; PAZ, Otacilio Lopes de Souza da. Perspectivas geográficas da inserção dos recursos hídricos no plano diretor municipal de Descalvado – SP. **Geographia Opportuno Tempore**, [S. l.J, v. 10, n. 1, p. e49415, 2024. DOI: 10.5433/got.2024.v10.49415. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/49415>
- ALMEIDA, Raquel Olímpia Peláez Ocampo. **Indicadores da qualidade do substrato para monitoramento de áreas revegetadas: estudo dirigido à mineração de areia.** 2010. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 225 p.
- AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80–101, 2012. DOI: 10.14393/RCG134116613. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16613>.
- BARREIROS, A. M. **Da paisagem como objeto da Geografia: repasse teórico e sugestão metodológica.** 2017, 116f. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2017
- BERTRAND, G. Paysages et Géographie Physique globale. Esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest**, v.39, n. 3. 249-272, 1968.
- BLÖSCHL, G.; HRAKOWITZ, M.; SIVAPALAN, M.; et al. A decade of Predictions in Ungauged Basins (PUB)—a review. **Hydrological Sciences Journal**, v. 58, n. 6, p. 1198-1255, 2013. DOI: 10.1080/02626667.2013.803183.
- BRASIL, **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 Jul. 2001
- BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.
- DENG, M.; LI, Q.; LI, W.; LAI, G.; PAN, Y. Impacts of sand mining activities on the wetland ecosystem of Poyang Lake (China). **Land**, v. 11, p. 1364, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11081364>.
- DI BALDASSARRE, G.; SIVAPALAN, M.; RUSCA, M.; CUDENNEC, C.; GARCIA, M.; KREIBICH, H.; KONAR, M.; MONDINO, E.; MÅRD, J.; PANDE, S.; SANDERSON, M. R.; TIAN, F.; VIGLIONE, A.; WEI, J.; WEI, Y.; YU, D. J.; SRINIVASAN, V.; BLÖSCHL, G. Sociohydrology: Scientific Challenges in Addressing the Sustainable Development Goals. **Water Resources Research**, v. 55, n. 8, p. 6327-6355, 2019. DOI: 10.1029/2018WR023901
- DUTRA-GOMES, R.; VITTE, A. C. Geossistema e Complexidade: sobre hierarquias e diálogo entre os conhecimentos. **Ra'e Ga: Espaço Geográfico em Análise**, [S.I], v. 42, p. 149-164, 2017.
- FALKENMARK, M.; ROCKSTRÖM, J. **Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology**. Londres: Earthscan, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Descalvado (SP).** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 nov. 2024

LIU, Zhitao; FANG, Chuaglin; LIAO, Xia; FAN, Rong; SUN, Biao; MU, Xufang. Adaptation and adaptability: Deciphering urban resilience from the evolutionary perspective. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 103, p. 107266, 2023. ISSN 0195-9255. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107266>.

MONONEN, Tuija; KIVINEN, Sonja; KOTILAINEN, Juha M.; LEINO, Johanna. **Social and environmental impacts of mining activities in the EU**. Documento solicitado pelo Comitê de Petições do Parlamento Europeu. Joensuu: University of Eastern Finland, 2021.

SANTOS, Clibson Alves dos. Diagnóstico e zoneamento geoambiental da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Machado-MG. **Caderno de Geografia**, Campinas, v. 29, n. 1, p.144-163, ago. 2019

SAVENIJE, H. H. G.; HOEKSTRA, A. Y.; VAN DER ZAAG, P. Evolving water science in the Anthropocene. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 18, n. 1, p. 319-332, 2014. DOI: 10.5194/hess-18-319-2014.

SOCHAVA, V. B. Modern Geography and its tasks in Siberia and the Soviet Far East. **Soviet Geography**, v. 9, issue 2, pp. 80 - 95, 1968..

SOUZA, R. J. de. DOS PÉS À CABEÇA: GEOGRAFIA(S) QUE OS PROFESSORES MESSIAS MODESTO DOS PASSOS E GEORGES BERTRAND ENSINAM. **REVISTA GEONORTE**, [S. l.], v. 14, n. 45, 2023. DOI: 10.21170/geonorte.2023.V13.N.45.137.158. Disponível em: //periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/12151. Acesso em: 3 fev. 2025.

TORRESAN, Fabio Enrique. **Proposta metodológica para subsidiar a determinação do grau de impacto ambiental em empreendimentos minerários na região de Descalvado e Analândia**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) — Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

VENTURI, Luís. Antonio. Bittar . “Recursos Naturais do Brasil”. Curitiba: Ed: Appris, 2021

VILLAÇA, Flavio. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. Processo de Urbanização no Brasil, São Paulo: EdUSP, 2004.

VÖRÖSMARTY, C. J.; SAHAGIAN, D.; WEISKEL, P. K.; HOEKSTRA, A. Y. Anthropogenic water system interactions. In: Hydroclimatic regimes: a distributed water-balance framework for water studies. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 18, n. 10, p. 3855-3872, 2014. DOI: 10.5194/hess-18-3855-2014.

Xia, J., Dong, Y. & Zou, L. Developing socio-hydrology: Research progress, opportunities and challenges. **J. Geogr. Sci.** 32, 2131–2146 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11442-022-2040-3>

SOBRE OS AUTORES

Caio Adorno  - Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Alfenas. Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG), com foco em geociências e experiência em análise geoambiental. Membro e pesquisador do grupo GAEDA (Grupo de Pesquisa em Análise Espacial e Dinâmica Ambiental). Atualmente, cursa a licenciatura em Geografia no Centro Universitário Internacional Uninter, onde participa e atua como pesquisador no grupo de Geociências Aplicadas ao Estudo de Sistemas Fluviais Urbanizados, com foco em planos diretores municipais e avaliação metodológica. Além disso, é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), com especialização na análise sistêmica da paisagem e sua integração aos planos diretores municipais, atuando na Linha de Pesquisa 04 - Paisagem e Planejamento Ambiental, contribuindo para o projeto "Recursos Naturais e Ordenamento Territorial.

E-mail: caioadorno@usp.br

Clibson Alves dos Santos Alves dos Santos  - Graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Tocantins (1998), Mestrado (2001) e Doutorado (2007) na área de Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais pelo Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto. Professor Associado na Universidade Federal de Alfenas-MG (UNIFAL-MG), atuando nos cursos de Geografia (Licenciatura e Bacharelado), Ciências Biológicas (Bacharelado) e no Programa de Pós-Graduando em Geografia.

E-mail: clibson.santos@unifal-mg.edu.br

Otacilio Lopes de Souza da Paz  - Professor Adjunto no Colegiado de Geografia da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) - Campus União da Vitória. Doutor e mestre em Geografia - linha Paisagem e Análise Ambiental (UFPR). Bacharel e Licenciado em Geografia (UFPR). Atua e desenvolve projetos de ensino, pesquisa e extensão nos seguintes temas: Sistemas Fluviais, Geomorfologia Fluvial, Dinâmica da Paisagem, Impactos Ambientais, Ordenamento Territorial, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e Ensino de Geografia.

E-mail: otacilio.paz@unespar.edu.br

Luis Antonio Bittar Venturi  - É Mestre (desde 1993) e doutor (desde 2001) em Ciências (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo, onde também graduou-se (1986) e licenciou-se. Atualmente, é professor Titular do Departamento de Geografia da USP, atuando nas áreas de Recursos Naturais, Água, Energia, Teoria, Método e Técnicas de

Pesquisa. Na Turquia, é membro da Hydropolitic Association, de Ankara. Coordenou o projeto 28 do RCGI (Research Centre for Gas Innovation - USP-FAPESP-Shell), no qual foi produzido o mapa de vulnerabilidade energética de São Paulo que culminou com um pedido de patente pela AUSPIN (Agência USP de Inovação).

E-mail: luisgeo@usp.br

Data de submissão: 01 de janeiro de 2024

Aceito para publicação: 23 de abril de 2025

Data de publicação: 06 de junho de 2025