ARTIGO DE PESQUISA

Perspectivas metodológicas em estudos geomorfológicos da relação sociedade e natureza

Methodological perspectives in geomorphological studies of the society–nature relationship

Perspectivas metodológicas en los estudios geomorfológicos de la relación sociedad-naturaleza

JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

ÉRIKA CRISTINA NESTA SILVA

Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)

CAIO AUGUSTO MARQUES DOS SANTOS

Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)

DENER TOLEDO MATHIAS

Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

MARCEL BORDIN GALVÃO DIAS

Professor da rede privada de ensino

Recebido em: 02/04/2025
Aprovado em: 26/04/2026
Editora responsável: Grace B. Alves

Como citar (ABNT)
NUNES, João Osvaldo Rodrigues; SILVA, Érika Cristina Nesta; MARQUES DOS SANTOS, Caio Augusto; MATHIAS, Dener Toledo; DIAS, Marcel Bordin Galvão. Perspectivas metodológicas em estudos geomorfológicos da relação sociedade e natureza. Revista da ANPEGE, [S. l.], v. 22, n. 47, e19970, 2026. DOI: 10.5418/ra2026.v22i47.19970. Disponível em: https://doi.org/10.5418/ra2026.v22i47.19970. Acesso em: XX mês abreviado 20XX.

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 lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

A Revista da ANPEGE não se responsabiliza por opiniões, ideias e conceitos emitidos pelos autores dos textos, assim como por conflitos de interesse entre autores, financiadores, patrocinadores e outros eventualmente envolvidos e/ou citados nos textos. Os autores asseguram que atendem as políticas editoriais e que o artigo não viola direitos autorais e que não há plágio no trabalho, responsabilizando-se pela utilização de fotos, imagens, remissões e traduções, entre outros materiais.

RESUMO: A dinâmica dos espaços geográficos (urbanos e rurais) requer estudos constantes para investigação dos processos naturais e sociais, uma vez que as mudanças decorrentes da interação entre sociedade e natureza afetam a velocidade de formação e redefinição das formas de relevo. Cada objeto presente num dado recorte espacial necessita uma análise que extrapole os limites das formas per si, pois para se alcançar uma real compreensão dos processos que atuam na definição das formas, é necessário entender a conjunção entre fatores de ordem natural e social. O presente artigo tem por objetivo, através de quatro estudos, mostrar a aplicação metodológica dos conhecimentos da geomorfologia, interrelacionando materiais, processos e formas no entendimento da formação dos terrenos tecnogênicos, suas novas morfologias e seus conteúdos materiais, com intensidades, frequências e magnitudes modificadas pela ação humana.

Palavras-chave: Geomorfologia; Terrenos e depósitos tecnogênicos; Relação sociedade e natureza.

ABSTRACT: The dynamics of geographic spaces (urban and rural) demand continuous investigation into natural and social processes, as changes resulting from the interaction between society and nature influence the pace at which landforms are created and redefined. Each object within a given spatial context requires an analysis that transcends the boundaries of form itself. To achieve a comprehensive understanding of the processes that shape landforms, it is essential to grasp the interplay between natural and social factors. This article aims, through four case studies, to demonstrate the methodological application of geomorphological knowledge by interrelating matter, processes, and forms in the interpretation of technogenic terrain formation, their emerging morphologies, and material compositions—whose intensities, frequencies, and magnitudes have been altered by human activity.

Keywords: Geomorphology; Technogenic terrains and deposits; Society–nature relationship.

RESUMEN: La dinámica de los espacios geográficos (urbanos como rurales) requiere investigaciones constantes sobre los procesos naturales y sociales, ya que los cambios resultantes de la interacción entre sociedad y naturaleza afectan el ritmo de formación y redefinición de las formas del relieve. Cada objeto presente en un determinado recorte espacial necesita un análisis que trascienda los límites de las formas en sí mismas. Para alcanzar una comprensión real de los procesos que intervienen en la configuración del relieve, es necesario comprender la conjunción entre factores de orden natural y social. El presente artículo tiene como objetivo, a través de cuatro estudios de caso, mostrar la aplicación metodológica del conocimiento geomorfológico, interrelacionando los factores materia, procesos y formas para interpretar la formación de terrenos tecnogénicos, sus nuevas morfologías y sus contenidos materiales, cuyas intensidades, frecuencias y magnitudes han sido modificadas por la acción humana.

Palabras clave: Geomorfología; Terrenos y depósitos tecnogénicos; Relación sociedad-naturaleza.

Introdução

A problemática ambiental é estudada sob variados domínios e áreas do conhecimento. A Geomorfologia, a partir da leitura do relevo terrestre, propõe-se a estudá-la considerando a ótica da relação sociedade e natureza. Tais estudos serão tão diversificados quanto forem os seus objetivos, escalas geográficas de análise, métodos, procedimentos técnicos-operacionais, categorias, conceitos etc.

Tomando como ponto de partida as perspectivas metodológicas acerca da problemática ambiental, considera-se que as categorias espaço geográfico e ambiente possuem centralidade nas análises da relação sociedade e natureza. Suertegaray (2004) apresenta uma visão ampla de como essas categorias foram sendo utilizadas ao longo do tempo. Em alguns momentos os problemas ambientais foram analisados, a partir dessas categorias, externalizando a sociedade, em outros, contudo, foram tratados como sendo, antes de tudo, um problema social a exemplo de Casseti (1991, 1994 e 2024), Suertegaray e De Paula (2019) e Souza (2020 e 2021).

Percebem-se assim, mesmo que brevemente, distintas maneiras de abordagem da relação sociedade e natureza, que também terá variações a depender do arcabouço teórico-metodológico ao se utilizar a categoria sociedade: ora será usada como sinônimo de antrópico, abstraindo-se as contradições e antagonismos de classes e frações de classes sociais e focando nas entradas e saídas de matéria e energia dos sistemas, ora a luta de classes estará no centro dos estudos, sobretudo quando se discute quem produz e quem sofre com os problemas ambientais (Rodrigues et al., 2021, Santos et. al., 2024, Santos et. al., 2024).

O reconhecimento da ação da sociedade nos processos geomorfológicos tem se dado de forma cada vez mais expressiva, a ponto de ser possível considerar o ser humano como um agente geológico e geomorfológico. Nir (1983) observou a relevância da intervenção do ser humano nas características geomorfológicas citando como exemplos as obras de irrigação que alteram os cursos d'água, drenagens de pântanos e mesmo parte de área ocupada por mar, aragem, terraceamento, entre outras. Contudo, o autor reflete que a intensidade de intervenção difere conforme o recorte espacial (país) e recorte temporal (período histórico) e, nesse sentido, reforça-se a importância em se considerar o contexto e o tipo de sociedade na qual uma determinada modificação se insere.

No Brasil, Rodrigues (2005), uma das principais referências no tema, afirma que é necessário considerar a complexidade da abordagem geomorfológica através de um tratamento sistemático e simultâneo de elementos naturais e os de interferência antrópica. No caso da cartografia geomorfológica, por exemplo, a autora destaca a relação expressa na ideia de tripé morfológico, em que formas, materiais e processos da superfície terrestre interatuam conjuntamente, a partir da qual propõe uma metodologia a que denominou de "geocartografia geomorfológica retrospectiva" ou "evolutiva", considerando a interferência antrópica como uma ação geomorfológica. Ainda, no que se refere à cartografia, Moura et al. (2023) contribuem com Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo ao estabelecerem diretrizes para o mapeamento de formas de relevo tecnogênicas.

A dinâmica do relevo é complexa, pois a conectividade entre variáveis físicas e os efeitos de retroalimentação dos sistemas ambientais farão com que cada modificação num elemento singular promova, através de um processo em cascata, mudanças no sistema como um todo. Como exemplo é possível citar o aumento no aporte de sedimentos relacionados à erosão intensificada pela ação da sociedade, que pode repercutir em novas configurações de terrenos tecnogênicos, alterando assim a morfologia de canais fluviais e a profundidade dos níveis de base locais. Outro exemplo se relaciona à estabilidade nos locais em que ocorre a deposição (tecnogênica). Se o contato do depósito ocorrer sobre a rocha, cuja permeabilidade é baixa, haverá a saturação do material, o que a depender da declividade, pode deflagrar um movimento de massa no local.

Esses são, portanto, exemplos de alterações de parâmetros ambientais que possuem origem na ação da sociedade e que afetam diretamente os aspectos geomorfológicos. Há alterações nos materiais superficiais (com acréscimos e retiradas), nos processos (como na deflagração de processos erosivos, movimentos de massa e intensificação de deposições e sedimentações), e como resultado tem-se modificações nas formas, com a criação de novas feições geomorfológicas mapeáveis principalmente em escala de maior detalhe.

Nesse artigo serão apresentadas discussões teórico-práticas através de revisão de literatura sobre a temática proposta, bem como de estudos de caso relativos aos trabalhos desenvolvidos nos últimos anos pelos autores. O objetivo principal é, portanto, ampliar a discussão sobre como a sociedade, através da produção do espaço geográfico, modifica os processos atuantes num dado recorte espacial ao mesmo tempo em que altera os componentes superficiais (materiais) e ocasiona novas feições geomorfológicas, atreladas à dinâmica da natureza.

2 Espaço geográfico, formas de relevo e terrenos tecnogênicos: complexidades entre as dinâmicas da sociedade e da natureza

Neste tópico, busca-se levantar questões pertinentes às transformações do espaço geográfico e das formas de ocupação do relevo a partir de uma análise integrada crítica, sistêmica e dialética no intuito de se obter um panorama sobre a totalidade dos elementos envolvidos nos fenômenos analisados. No caso da geomorfologia, ciência ocupada com o estudo das formas, materiais e processos do relevo terrestre (Hart, 1986), a maior parte de suas pesquisas são embasadas na concepção sistêmica, considerando-a desde as proposições de Chorley (1971), compactuadas por Christofoletti (1980), sob a denominação de Teoria Geral dos Sistemas Aplicada à Geografia, até as premissas teóricas oriundas da escola soviética, com os postulados de Sochava (1977), amplamente disseminados no ocidente por Bertrand (1971).

A perspectiva sistêmica concebe um conjunto de relações de causa e efeito relacionadas às transferências de matéria e energia nas diferentes unidades que compõem o planeta Terra. Trata-se de uma visão sobretudo calcada em leis físicas fundamentais (reações físico-químicas), cuja lógica pode

ser quantificada e modelada. Embora plenamente aplicável ao estudo dos sistemas naturais, essa abordagem encontra certa limitação quando se consideram as ações humanas, regidas pelas leis transitórias do capital, sendo este um elemento cultural intrínseco às relações entre o ser humano e espaço geográfico (relação sociedade-natureza), bem como entre os próprios seres humanos, com uma variada gama de possibilidades e derivações.

A necessidade de se integrar a esfera humana ao domínio dos fenômenos físicos, para uma análise do espaço geográfico em sua totalidade, pressupõe que abordagens calcadas no materialismo histórico sejam integradas ao método de investigação. Para o caso dos elementos geomorfológicos antropogênicos essa premissa é essencial, ao que já se encontram na literatura exemplos concretos, tais como Casseti (1991) que, a partir de leituras marxianas, desenvolve a ideia de que é através do trabalho que a natureza é transformada em riqueza, além de ser condição da vida humana. Desta forma, ao citar Marx (2002), menciona que o trabalho é o processo existente entre homem e natureza, no qual o homem se realiza e acaba por regular e controlar o intercâmbio de materiais entre essas duas esferas. Nesse processo, o homem altera as características naturais da paisagem, inclusive o relevo. Ainda de acordo com Casseti (1991, p.11):

> Marx, que elaborou uma teoria não-sistemática da natureza, oferece uma alternativa unificada e não-contraditória de natureza. Essa teoria, elaborada como crítica à economia política clássica, é comumente chamada de materialismo histórico, por ter a história como unidade com a natureza. É através da transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis a sua existência, momento em que se naturaliza (a naturalização da sociedade) incorporando em seu dia-a-dia os recursos da natureza, ao mesmo tempo em que socializa a natureza (modificação das condições originais ou primitivas).

Moreira (2011), ao desenvolver ideias a respeito do espaço enquanto plano em que se dá a relação sociedade-natureza, também trabalha com a questão da conversão das formas naturais em sociais, bem como das formas sociais em naturais, ocorrendo a criação da segunda natureza. Aqui podemos correlacionar a formação da segunda natureza com a transformação do relevo, a partir da criação e transformação de suas formas em diferentes escalas temporais e espaciais, especialmente nos referentes ao tempo histórico (de atuação da sociedade, portanto, de maior velocidade) e escala espacial de maior detalhe (em menor extensão espacial).

> A equação, assim, está feita. É na forma do espaço que a história do homem e a história da natureza se confundem numa só história. História da conversão recíproca das formas naturais em formas sociais e das formas sociais em formas naturais no processo pelo qual o homem transforma a natureza (a primeira natureza transformada em segunda: frequentemente nos esquecemos de que uma mesa, uma construção, um pão, uma estrada, um trator, um aparelho doméstico, objetos espaciais e o próprio homem não são mais que formas socializadas da natureza), transformando-se a si mesmo (a segunda natureza, predisposta a relançar-se como primeira). O homem humaniza a natureza e a natureza naturaliza o homem num movimento em que por meio da rearrumação da paisagem pelo trabalho este hominiza a natureza, ao mesmo tempo que hominiza-se a si mesmo. Uma história, no fundo, de transformação recíproca e em caráter contínuo e permanente da natureza e do homem em sociedade, segundo cada contexto de recorte de espaço terrestre (Moreira, 2011, p. 26).

Na atualidade, trabalhos como o de Foster (2011) e Saito (2020 e 2021) tem procurado demonstrar uma perspectiva ecológica nas obras marxianas, o que confirmaria o caráter indissociável da relação sociedade e natureza.

Ao se constatar que formas, materiais e processos são criados, alterados e acelerados (respectivamente) pela ação humana, é necessário buscar um ponto de convergência entre o que se supõe como resultante dos fluxos de matéria e energia e o que se constata pelo exame das motivações econômicas e da atuação dos agentes públicos no que concerne à gestão territorial.

Para além dessas considerações, há ainda que se observar a perspectiva individual dos agentes implicados na relação sociedade-natureza em diferentes esferas. A esse respeito convém destacar que a dimensão sensorial, da percepção da paisagem que compõem o espaço geográfico, se inscreve como parte integrante dos geossistemas, dado que diferentes formas de apropriação do espaço são também efetuadas em função de valores que podem ser não somente os do capital, mas também aqueles de cunho cultural em sentido estrito.

A partir do avanço dos estudos dos sistemas complexos e auto-organizativos, a lógica de pensamento sistêmico mecanicista passa a ser questionada. Para Vitte (2007), a introdução da complexidade na funcionalidade dos sistemas, considerando a interdefinibilidade permite ver os sistemas sob outra ótica:

> A interdefinibilidade, diferentemente da interação que é coisificação, é caracterizada pelo funcionamento de processos e sistemas em que confluem múltiplos fatores que não podem ser considerados só como dependentes ou como interdependentes, pois uns definem os outros, ou influenciam na reestruturação dos outros (Vitte, 2007, p.6).

Dessa forma:

> Os sistemas complexos não podem ser entendidos apenas por suas complicações e por fluxos de suas funções dinâmicas originais, pois um sistema complexo não é apenas um problema de ação e reação como nos modelos mecânicos, pois implicam antes, reestruturações e rupturas que se integram na totalidade (Vitte, 2007, p.7).

Assim, quando o sistema passa a incorporar elementos de ruptura, também está incorporando elementos da história, tornando-se, portanto, dialético, um sistema complexo e interativo. De acordo com Almeida (2004), é com Edgar Morin que o pensamento complexo passa a ser estruturado como método, destacando também, entre outros, Ilya Prigogine, Humberto Maturana, Rupert Sheldrake, Bruno Latour, Isabelle Stengers, David Bohm e Michel Serres. Conforme Almeida (2004), à medida que a emergência do pensamento complexo de Edgar Morin vai se estruturando, vão sendo também corroídos os quatro pilares da ciência clássica: o princípio da ordem, regido por leis deterministas newtonianas; o princípio da separabilidade; o princípio da redução; e o princípio da indutiva-dedutiva-identitária, baseado na razão.

Contra esses princípios, e baseado nas ideias de Ilya Prigogine e de outros autores, Almeida (2004) enumera os diferentes significados a que o termo complexo pode estar relacionado: incerteza, imprevisibilidade, não determinista, não linear e instável, auto-organizativo, inacabado em constante

evolução, dependente e autônomo, emergente, longe de equilíbrio e tensão entre determinismo e liberdade.

Mas qual seria o método de construção do pensamento complexo, que tem permitido a vários pensadores que rompam com os quatro pilares da ciência clássica a fim de buscar uma nova episteme? No livro "Ciência com consciência", Morin (2013, p.192) afirma:

> A complexidade não tem metodologias, mas pode ter seu método. O que chamamos de método é um memento, um "lembrete". Enfim, qual era o método de Marx? Seu método era incitar a percepção dos antagonismos da classe dissimulados sob a aparência de uma sociedade homogênea. Qual era o método de Freud? Era incitar a ver o inconsciente escondido sob o consciente e ver o conflito no interior do ego. O método da complexidade pede para pensarmos nos conceitos, sem nunca dá-los por concluídos, para quebrarmos as esferas fechadas, para restabelecermos as articulações entre o que foi separado, para tentarmos compreender a multidimensionalidade, para pensarmos na singularidade com a localidade, com a temporalidade, para nunca esquecermos as totalidades integradoras. É a concentração na direção do saber total, e, ao mesmo tempo, é a consciência antagonista e, como disse Adorno, "a totalidade é não-verdade". A totalidade é, ao mesmo tempo, verdade e não-verdade, e a complexidade é isso: a junção de conceitos que lutam entre si (Morin, 2013, p.192).

Todos esses princípios que embasam o pensamento complexo têm por base a construção de racionalidades abertas que, no dizer de Suertegaray (2004, p.193-194),

> [...] implicam em reconhecer a dialética, a contradição, as oposições que fazem progredir o pensamento, mas também as ações. Constrói-se incorporando ideias sistêmicas que superam, a partir da cibernética, o princípio da causalidade linear, indicando a necessidade de entender os processos recursivamente (o efeito pode também ser causa). E indicam que o sistema é constituído, simultaneamente, das partes e do todo, sendo que o todo sempre será maior que a soma das partes. Implica o pensamento complexo, também na concepção que ultrapassa ao sistemismo clássico, na medida em que entende o sistema como algo que tem uma dinâmica auto-organizativa, que provém de uma dinâmica contraditória entre ordem e caos, comunicação e ruído, onde pesquisador e pesquisado estão envolvidos, ou seja, aquilo que se conhece não se separa do ato de conhecer (Suertegaray, 2004, p.193-194).

No caso da abordagem materialista histórica, que trata a relação sujeito (sociedade) e objeto (natureza) de modo dialético, o trabalho está na base do processo de desenvolvimento e transformação das sociedades humanas, atuando como intermédio dessa relação complexa e conjuntiva.

> Ao atuar sobre a natureza, o trabalho produz não apenas uma simples mudança na forma da matéria, mas, também, um efeito simultâneo sobre o trabalhador. Na concepção marxista, a relação do homem com a natureza é sempre dialética: o homem enforma a natureza ao mesmo tempo em que esta o enforma. Com o conceito de intercâmbio orgânico, Marx introduz uma concepção nova da relação do homem com a natureza. O homem socialmente ativo (Bernardes; Ferreira, 2003, p.19).

Morin (2013), ao se debruçar sobre a questão da complexidade, foi um dos filósofos da ciência que mais forneceu pistas aos geógrafos sobre os desafios na busca de uma visão integrada de todos os aspectos intervenientes na evolução da paisagem.

A relação sociedade-natureza é, em suma, um fenômeno complexo, que pressupõe do geógrafo a tomada de diferentes referenciais teóricos para uma efetiva compreensão dos elementos analisados.

Nesse sentido, diferentes referenciais teóricos, como os mencionados, possibilitam olhares diferentes para essa relação, possibilitando explicações inclusive sobre as causas e resultados, nas paisagens, das alterações as feições e processos geomorfológicos.

No campo de atuação da geomorfologia existe um esforço no sentido de propor medidas para o enfrentamento de situações em que as derivações da ação humana projetam impactos que são negativos tanto à sociedade quanto à natureza. Muito do que se tem produzido busca prover subsídios ao planejamento (urbano, rural, territorial etc.). Mas, para que os estudos avancem para uma aplicabilidade mais ampla, considera-se necessário que o caráter epistemológico da geomorfologia seja posto à mostra, visando com isso oferecer, por exemplo, ao poder público, resultados que efetivamente sejam práticos para o gerenciamento desse bem natural que é o relevo.

Dessa forma, ampliaram-se, na Geografia e Geomorfologia, os estudos com ênfase na importância da conservação e da manutenção dos bens naturais, privilegiando temas relativos aos impactos ambientais. Os efeitos desses impactos na e para a sociedade têm ocasionado uma preocupação maior, não só técnico-metodológica, no aspecto da recuperação do ambiente alterado, mas também no que tange à necessidade, por parte dos geógrafos que trabalham com a dinâmica da natureza, de realizar um esforço de reflexão teórica e epistemológica que permita uma diversidade de leituras e interpretações no sentido de se compreender, cada vez mais, as variadas nuances da relação entre sociedade e natureza materializada em um dado recorte espacial. Tal empenho tem gerado uma maior aproximação entre as vertentes da Geografia, a Geografia Física e a Geografia Humana, e um dos elos que as une é, sem dúvida, a problemática ambiental, em que a concepção de estudo da natureza na sua inter-relação com a sociedade é cada vez mais adotada pelos estudiosos da área ambiental (Nunes, 2015).

As perspectivas de estudo da relação sociedade-natureza devem ser pensadas de modo plural e dialético, conforme o momento atual da Geografia. No dizer de Suertegaray (2004, p.187-188), as Geografias pós-modernas

> São a expressão desse movimento, fundamentam-se numa filosofia plurifacetada, contraditória e dialógica. Compreendem o mundo como expressão do movimento, onde é retomada a discussão sempre latente entre metafísica e dialética, ordem/manutenção e movimento/criação. Abre a possibilidade de múltiplas interpretações. Por essa razão convivemos com perspectivas analíticas neomarxistas, com perspectivas neopositivistas e com perspectivas Fenomenológicas hermenêuticas, agora, não se apresentando como únicas e verdadeiras, mas como visões que permitem, através de uma atitude dialógica, contribuir para a explicação/compreensão do mundo contemporâneo. As geografias atuais são múltiplas, adotam múltiplos métodos, constroem múltiplas visões/leituras, valorizam as singularidades, as identidades. Porém, a geografia não se limita ao único, pois ao indicar a necessidade de uma análise em múltiplas escalas, concebe o local no global, o lugar no mundo, a parte no todo, o singular no plural, o diverso no múltiplo (Suertegaray, 2004, p.187-188).

Com base nas reflexões teóricas apresentadas, através das quais procurou-se discutir a produção do espaço geográfico a partir das suas conflituosidades, o presente texto passa a discutir, através de

determinados estudos de casos, os impactos ambientais gerados pela ação humana sobre as formas de relevo, tendo como base os conceitos de terrenos tecnogênicos.

Nesta perspectiva, uma das propostas de classificação das áreas que passaram ou têm passado por alterações relativas à ação da sociedade é a dos Terrenos Tecnogênicos apresentada em Ter-Stepanian (1988), Peloggia et al. (2014) e Peloggia (2017). Apesar de não tratar exclusivamente de classificação de formas, ou melhor, de aspectos geomorfológicos referentes às características morfológicas, essa proposta pode ser conectada com a Geomorfologia, considerando que na formação/configuração de um terreno tecnogênico podem ocorrer modificações e formações de novas feições geomorfológicas.

A classificação engloba os terrenos tecnogênicos de agradação, nos quais há acréscimo de materiais (deposição); os terrenos tecnogênicos de degradação, que abarcam áreas com subtração de materiais (remoção); os terrenos tecnogênicos modificados, que apresentam alterações físicas e/ou químicas nos materiais superficiais sem que haja mobilização deles; e os terrenos tecnogênicos mistos (ou complexos), com superposição de ações humanas. Várias possibilidades de correlação com a Geomorfologia podem ser traçadas, como as brevemente expostas a seguir:

- Terrenos tecnogênicos de agradação: em decorrência do acúmulo de material, com os chamados depósitos tecnogênicos (CHEMEKOV, 1983), há alterações nas características morfológicas e morfométricas de um dado recorte espacial, por exemplo no compartimento das planícies e terraços;
- Terrenos tecnogênicos de degradação: com a subtração de materiais, seja por ação mecânica e diretamente infringida numa superfície (cortes com maquinários, por exemplo), ou através da intensificação ou deflagração de processos erosivos e movimentos de massa, ocorrem modificações morfológicas e morfométricas, como na presença de cicatrizes nas áreas onde ocorreu o movimento de massa ou feições erosivas. É importante destacar que se numa área há a formação de um terreno tecnogênico de degradação, em outra há a formação de terreno tecnogênico de agradação pelo acúmulo de material removido da área na qual ocorreu o processo de remoção. Um exemplo é a formação de terreno tecnogênico de degradação relativo à erosão intensificada nos setores das vertentes e a formação de terreno tecnogênico de agradação em cotas altimétricas inferiores, como nas áreas de planícies e terraços, a partir de processos de colmatação por material originário de processo erosivo. Cabe reforçar que o termo “degradação” no contexto aqui empregado relaciona-se exclusivamente à retirada de materiais superficiais e subsuperficiais de um determinado terreno, ocasionando feições associadas a escavações, cicatrizes erosivas, depressões de subsidências. Não estaria associado, em si, aos processos de degradação ambiental, visto que nem sempre as formações de terrenos tecnogênicos, em qualquer uma das classes aqui apresentadas, relacionam-se a processos que causam danos consideráveis

ao ambiente. São exemplos as obras de engenharia que auxiliam no controle de processos erosivos e redução de alagamentos, melhorias nas características químicas dos solos (quando não associadas a contaminações), entre outros, que resultam em formações de terrenos tecnogênicos.

- Terrenos tecnogênicos modificados: principalmente quando há alteração nos aspectos físicos, como compactação, em que pode não ocorrer modificações nos aspectos geomorfológicos visíveis num primeiro momento. Contudo, como a hidrodinâmica sofre alterações, especialmente em relação ao volume de água que infiltra e escoa, reconhece-se que há uma reconfiguração nos processos geomorfológicos (na intensidade, frequência etc.), o que pode resultar em interferências nos aspectos morfológicos e morfométricos locais e em áreas adjacentes, a exemplo da intensificação do escoamento e, por consequência, intensificação no processo erosivo na área e a jusante. Ainda dentro dessa classe de terreno, cita-se os solos e depósitos naturais que passaram por alterações em sua composição química, associados, em grande parte, a processos de contaminação, mas também quando há melhorias nos valores relacionados a certos elementos químicos. No primeiro caso, menciona-se como exemplo as áreas contaminadas por uso intensivo de agrotóxicos e deposição de rejeitos industriais. No segundo, adubação orgânica, quando bem planejada.
- Terrenos tecnogênicos mistos (ou complexos): podem apresentar somatórias e substituições temporárias, num mesmo local, dos processos enumerados anteriormente, o que torna desafiador a realização de estudos pois há a necessidade de se reconhecer, em retrospectiva, quais alterações ocorreram anteriormente, para se tentar prever os encaminhamentos futuros na constituição de uma paisagem. Por exemplo, se em um primeiro momento ocorreu a remoção de material (terreno tecnogênico de degradação), e posteriormente ocorreu a deposição (terreno tecnogênico de agradação), a base assenta-se sobre um terreno já alterado, e essa superfície de contato precisa ser analisada, a fim de que se tenha uma melhor noção sobre a uma possibilidade maior (ou menor) dessa deposição ser remobilizada em períodos de intensa pluviosidade. Se a deposição se assenta sobre um determinado solo, há certa propensão para a água infiltrar e percolar os materiais constituintes. Essa classe específica seria definida, conforme Peloggia (2017), em função de necessidades práticas de mapeamento, correspondendo ao conceito de landscaped ground utilizado pela British Geological Survey, como apresenta Price et al. (2011), que são áreas extensivamente remodelada na qual é impraticável delimitar uma classe específica de terreno tecnogênico (Chemekov, 1983). Configura-se, portanto, em uma situação diferente das classes anteriormente mencionadas, onde as classificações são praticáveis ao se ter indícios, por meio de

diferentes procedimentos e fontes, de como a superfície natural possivelmente era e quais foram as alterações específicas infringidas sobre ela (agradação, degradação, modificação).

A seguir serão apresentados estudos de caso que abordam formações tecnogênicas. Cada formação foi estudada considerando os elementos e dinâmicas constituintes dos ambientes, com identificações de feições de relevos que resultam da interação da sociedade com a natureza.

3 Estudos de caso – análises e discussões

3.1 Terrenos tecnogênicos no bairro Vila Nova Prudente, no município de Presidente Prudente, estado de São Paulo

As rápidas alterações nos aspectos físicos das paisagens, comuns especialmente nos espaços urbanos e peri-urbanos, requerem acompanhamento frequente através de trabalhos de campo, uso de fotografias aéreas, imagens de satélite etc. O exemplo da Vila Nova Prudente, bairro periférico (acesso pela Rodovia Raposo Tavares) localizado na cidade de Presidente Prudente-SP (**Figura 1**), tem o objetivo aqui de demonstrar alguns procedimentos e caminhos interpretativos possíveis de serem adaptados para outras áreas. Visto que essa área foi objeto de investigação de estudos realizados entre os anos de 2010 e 2017, além de um trabalho de campo realizado em 2023, foi possível o reconhecimento de formações tecnogênicas e as modificações em suas características durante esse período de observações.

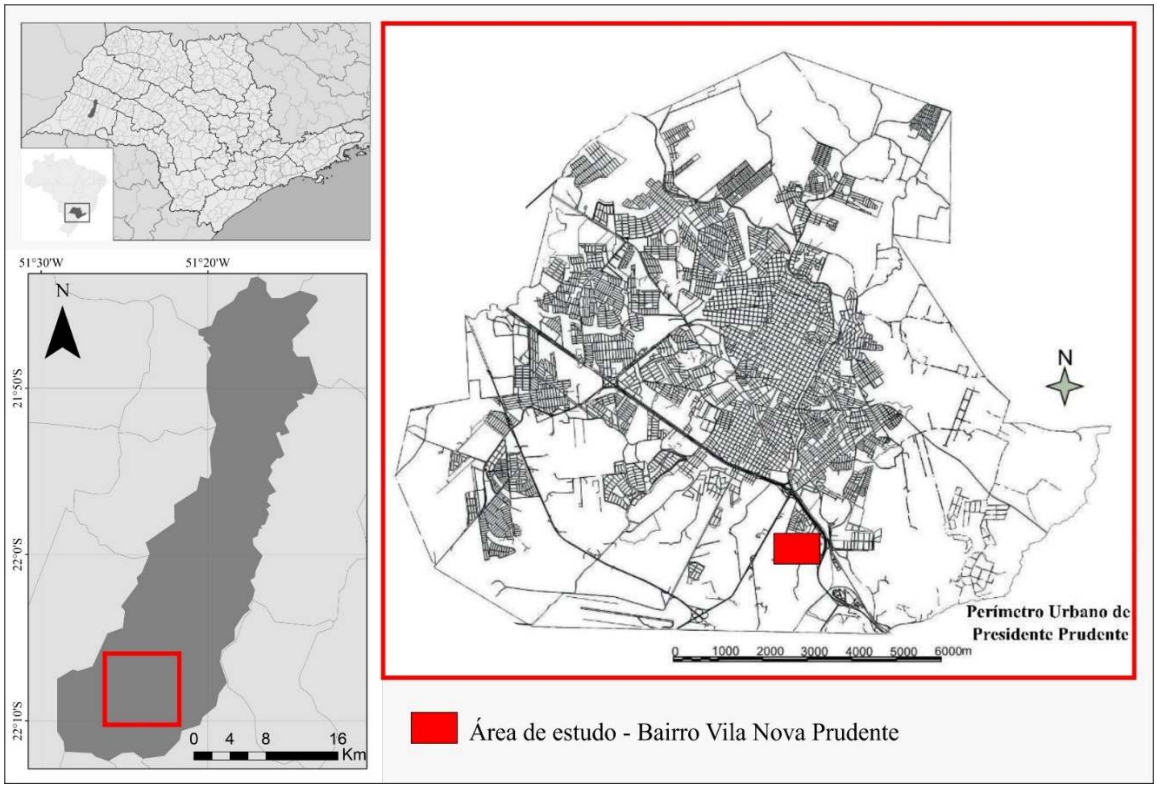

Figura 1. Localização, em vermelho, da área de estudo na Vila Nova Prudente, no município de Presidente Prudente, SP. Adaptado de Silva (2017).

A partir de levantamentos prévios e de trabalhos de campo, reconheceu-se que o fundo de vale desse bairro apresenta volume elevado de deposições tecnogênicas que resultaram em alteração de aspectos morfológicos e morfométricos nesse compartimento do relevo ao longo dos anos. Para o reconhecimento das características das deposições tecnogênicas no local, foram coletadas amostras utilizando tubos de ferro (**Figura 2**). Posteriormente, procedeu-se a abertura desses testemunhadores, reconhecimento das camadas de deposição, identificação dos elementos presentes, como materiais manufaturados e fragmentos de carvão (esse último alcançando maiores profundidades), coleta dos sedimentos para análise granulométrica e fracionamento da areia cujos resultados foram comparados com a literatura (IPT, 1981; Fushimi, 2012), e observação de materiais em estereomicroscópio e microscópio óptico. O uso de fotografias aéreas e imagens de satélites também se fez necessário para o reconhecimento das alterações historicamente ocorridas no local estudado, associado ao conjunto de dados obtidos por outros procedimentos como trabalhos de campo e análises laboratoriais.

Os trabalhos de campo no estudo de formações de terrenos tecnogênicos e de reconhecimento da existência de morfologias antropogênicas são realizados com diferentes finalidades, formas de execução, procedimentos e frequências.

Os primeiros foram realizados para observação e anotações do que existia materialmente naquele recorte espacial, como expressiva deposição de resíduos sólidos domésticos (fragmentos de materiais de construção, plásticos, borrachas, tecidos, entre outros), presença de animais de criação na área, existência de feições erosivas e água (escoamento superficial), escolha para pontos de coleta de materiais, localização da antiga área de deposição de resíduos sólidos domésticos em área de cabeceira de drenagem (Mazzini, 1997), e que está em processo de remobilização para o interior da planície. A questão é tão complexa que envolve, inclusive, risco para animais presentes na área, visto a ingestão de plástico (Silva, 2017), fato que possibilita questionamentos a respeito de quem causa e quem sofre as consequências do que se denomina como problema ou impacto ambiental.

A partir do que se observou em campo e através das profundidades dos materiais manufaturados e fragmentos de queimada identificados nas amostras coletadas e em tradagens complementares realizadas em diversos pontos da planície, este último chegando ao nível do possível horizonte C, conclui-se que a área passou por alterações relativas aos aspectos geomorfológicos, com elevação da superfície da planície por meio de deposição. Trata-se, portanto, de um terreno tecnogênico de agradação, no qual há a presença de uma planície tecnogênica (Peloggia, 1996; Silva, 2012) com alterações marcantes observadas no decorrer das pesquisas de Silva (2012) e Silva (2017).

Nessa mesma planície tecnogênica há uma feição erosiva (terreno tecnogênico de degradação) que tem se ampliado na área de deposição, a qual é constituída por materiais manufaturados e sedimentos de diferentes frações, especialmente areia fina e muito fina. Nos taludes da feição erosiva foi possível

reconhecer o limite entre as deposições tecnogênicas (mais superficiais) e, logo abaixo, os solos e sedimentos do possível antigo nível da planície, com coloração mais escura, material menos arenoso que os sedimentos que compõem as deposições tecnogênicas, e no qual o processo erosivo atuou de forma menos intensa, formando um degrau (**Figura 2**). No último trabalho de campo, realizado em 2023, percebeu-se que a feição erosiva se ampliou para montante, aproximando-se cada vez mais da área construída do bairro e expondo materiais manufaturados, fato observado apenas por meio do trabalho de campo, visto que a densidade maior de vegetação impede sua visualização por meio de imagem de satélite, conforme observa-se na imagem do Google Earth relativa ao ano de 2023.

A **Figura 2** apresenta a imagem em 2023 da área obtida no Google Earth Pro e algumas fotografias, em pontos da planície estudada, tiradas durante os trabalhos de campo realizados de 2012 à 2023.

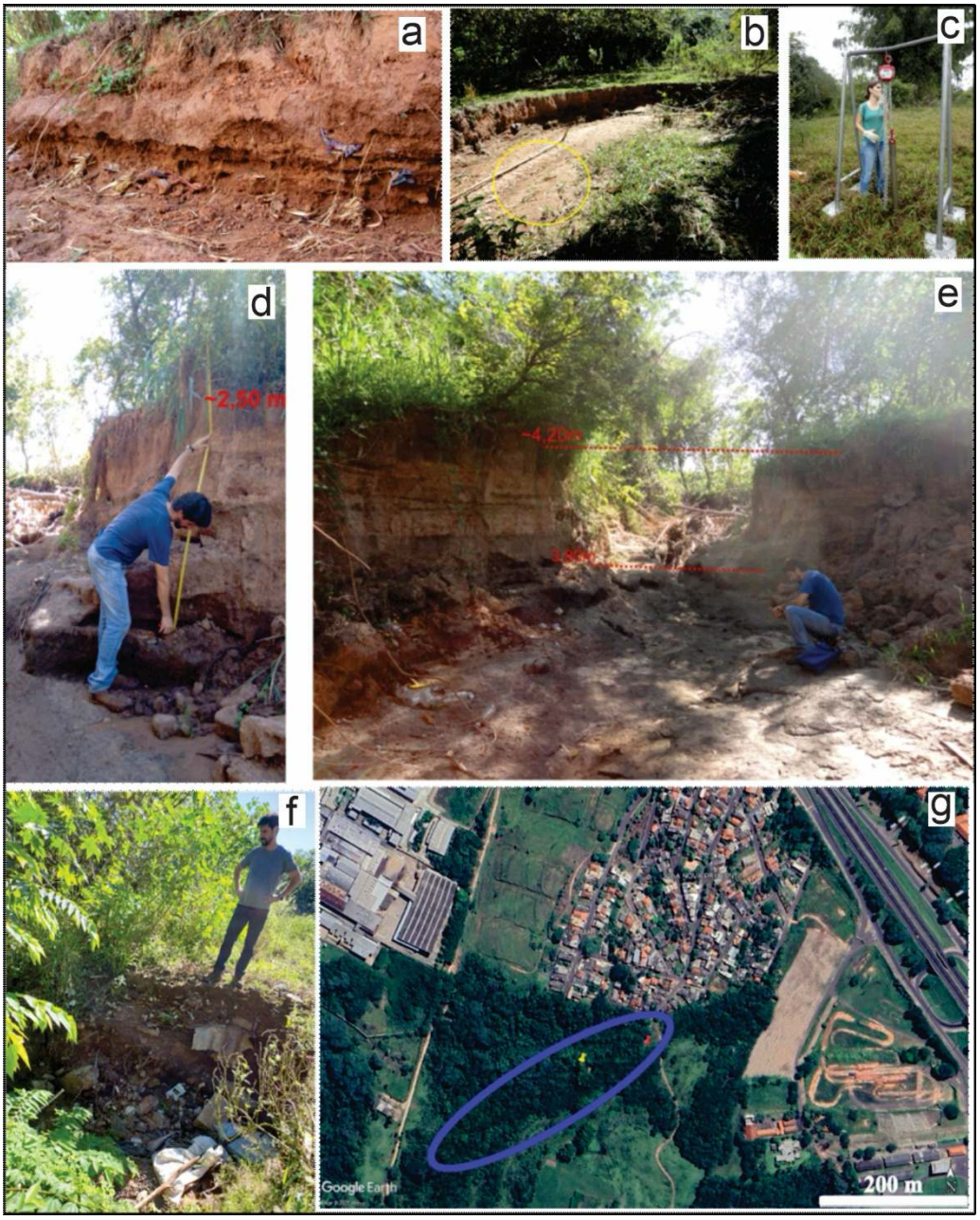

Figura 2. Imagens referentes à área da planície tecnogênica (com deposições tecnogênicas e feição erosiva) na Vila Nova Prudente, em Presidente Prudente. a) imagem de 2012 referente à deposição tecnogênica, exposta em talude de feição erosiva com aproximadamente um metro de profundidade, na área da planície tecnogênica (dentro da área destacada em azul na imagem g, a sudoeste do ponto em amarelo); b) imagem da feição erosiva em 2012, com aproximadamente um metro de profundidade (mesmas referências de localização da imagem a); c) procedimento de coleta de amostras na planície tecnogênica fora da área da feição erosiva, a aproximadamente 50 metros ao sul do ponto amarelo da imagem g); d) Profundidade da deposição tecnogênica em talude da feição erosiva em dezembro de 2014 (sudoeste do ponto amarelo, dentro do destaque azul na imagem g); e) distâncias entre os taludes laterais da mesma feição erosiva, sendo maior nas camadas mais claras (tecnogênicas) do que próximo à base (materiais com cores mais escuras, possivelmente de origem natural); f) cabeceira da feição erosiva em abril 2023, localizada pelo ponto vermelho na imagem g; g) imagem do Google Earth em abril de 2023, com destaque em azul para a área aproximada da planície tecnogênica (em azul).

Como pôde ser constatado em Silva (2017), a presença da cobertura vegetal de médio porte não tem impedido o avanço do processo erosivo sobre as deposições tecnogênicas (**Figura 3**). Nos taludes expostos na feição erosiva foi identificada quantidade expressiva de materiais manufaturados, além de feições como alcovas de regressão, piping e demoiselles centimétricas constituídos de fragmentos de materiais de construção. Feições geomorfológicas, em diferentes escalas espaciais, são passíveis de formação, portanto, não apenas em condições unicamente naturais, mas também em situações já bastante influenciadas pela ação direta e indireta da sociedade, nas quais os processos passam a se instalar em base material diversa daquela que normalmente estaria presente no local estudado.

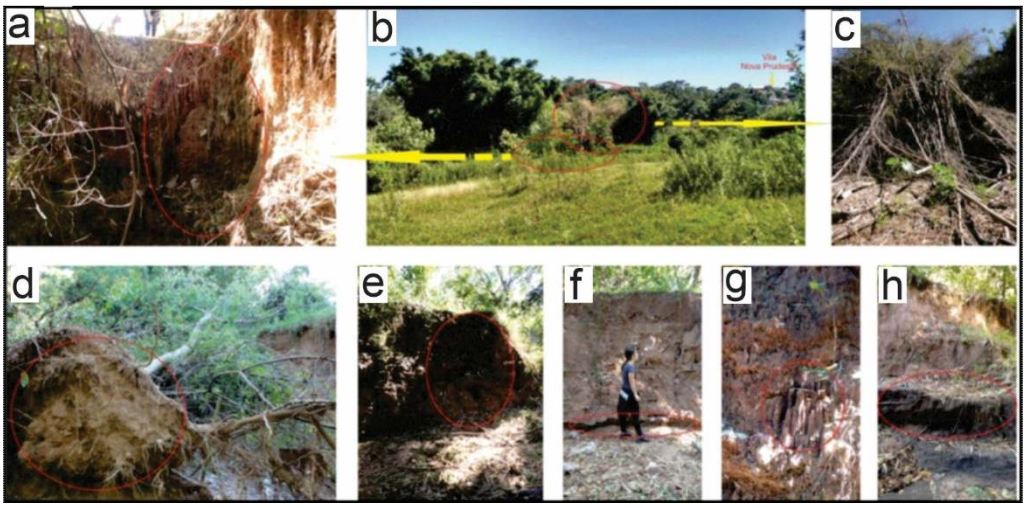

Figura 3. Fotografias relacionadas à área da feição erosiva na planície tecnogênica na Vila Nova Prudente em março de 2017. a) talude da feição erosiva, com destaque para os materiais tecnogênicos (úrbicos e gárbicos); b) vista da área da planície tecnogênica com destaque para as áreas das fotografias a e c; c) bambus que caíram devido ao avanço da feição erosiva no sentido de montante; d) raiz de árvore que caiu por causa do avanço do processo erosivo, com observação de materiais manufaturados presos às raízes; e) feições aparentando ser piping (dutos); f) feições aparentando ser alcovas de regressão; g) feições demoiselles; h) degraus indicando que o processo erosivo atuou diferencialmente nessas camadas, presentes no talude da feição erosiva. Fonte: Silva (2017).

Ao relacionar as observações em campo e as realizadas por meio de fotografias aéreas e imagens de satélite de diferentes períodos, chegou-se a uma possibilidade interpretativa de evolução da paisagem local (**Figura 4**), especialmente com o reconhecimento das mudanças na localização do curso d'água ao longo do período analisado (de 1962 a 2017).

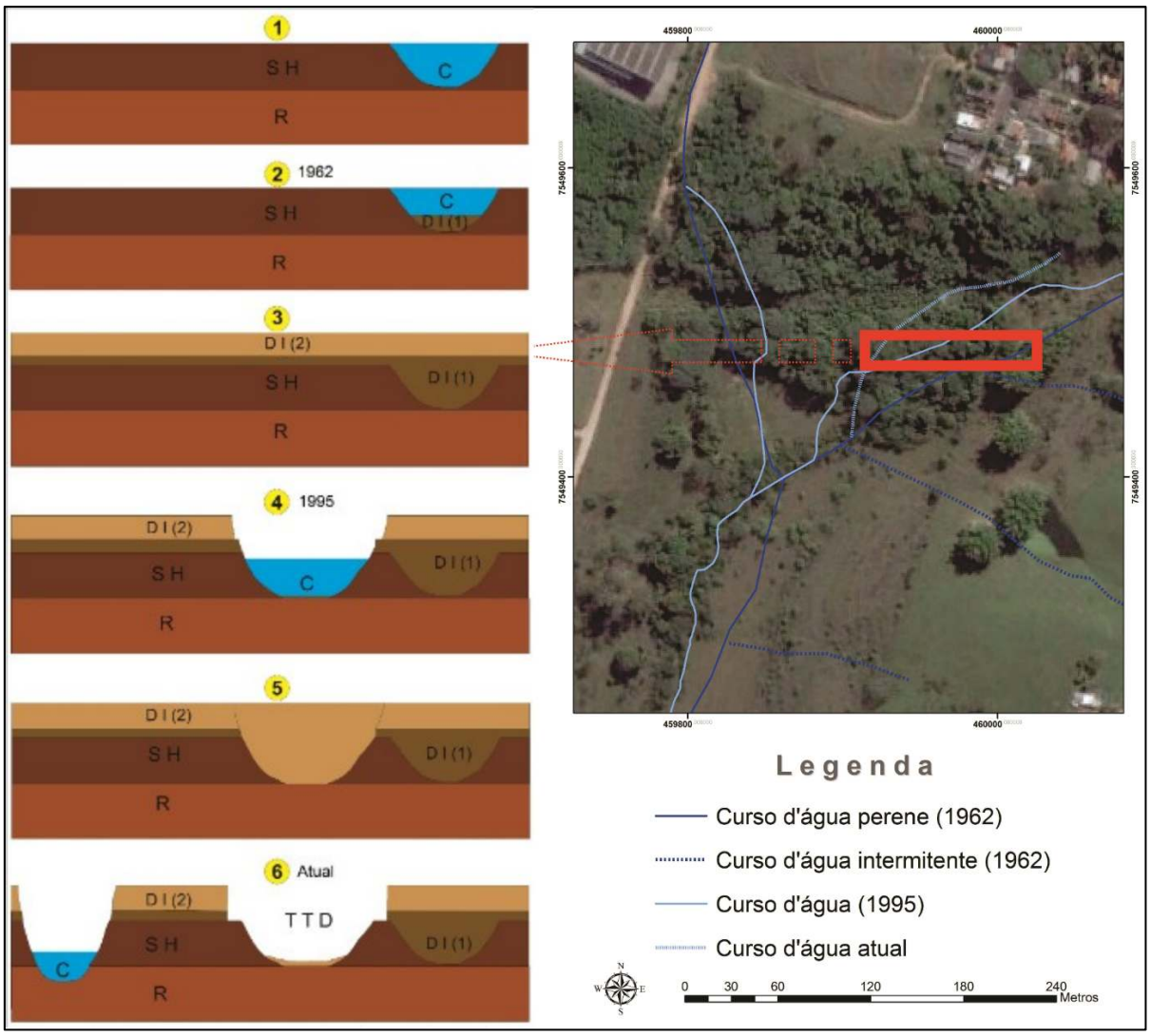

Figura 4. Evolução de um trecho da planície tecnogênica onde é visualizada a ravina e o curso d'água. R: rocha sedimentar (Arenito) da Formação Adamantina; SH: solo hidromórfico: C: curso d'água; DI (1): Depósito induzido relacionado a fase de retirada da cobertura vegetal para uso agrícola; DI (2): depósito relacionado à fase de urbanização, com presença de materiais relacionados aos processos erosivos que continuaram a ocorrer no entorno acrescidos de materiais oriundos do retrabalhamento de depósitos localizados a montante, especialmente o de resíduos sólidos domésticos; TTD: terreno tecnogênico degradacional, relacionado à feição erosiva (ravina) na área da planície tecnogênica. Fonte: Adaptado de Silva (2017).

Pela interpretação evolutiva presente na imagem anterior pode-se analisar a relação das formações de terrenos tecnogênicos e a geomorfologia antropogênica em áreas urbanas. Houve na área (e ocorre com frequência em muitas outras) alterações nos canais fluviais e nas planícies, inclusive em relação a

migração do canal, comum especialmente em áreas relativamente planas e com elevado aporte de sedimentos e demais materiais.

Outro fato relevante é a deposição tecnogênica relacionada a aspectos diferentes do uso e ocupação. No trabalho de Silva (2017), destacou-se: a derrubada de matas residuais; a presença de queimadas para uso agrícola e pecuário; o avanço do processo de urbanização com a construção de estruturas diversas como moradia e recinto de exposições; e a instalação de local de deposição de resíduos sólidos domésticos a montante, com remobilização desses resíduos aterrados na direção da planície estudada.

Nesta linha de raciocínio, os prognósticos de melhoria são pouco favoráveis para a referida área, ou seja, muito além daquela em que a ação direta poluidora/contaminadora ocorreu, afinal, os processos geomorfológicos "naturais" não cessaram e, portanto, os processos erosivos fazem com que esses materiais, em grande parte constituídos de resíduos sólidos domésticos, alcancem locais que podem nem ter ainda passado por processos de urbanização, com instalação de construções e infraestruturas diversas.

Pelas análises realizadas acerca das formações tecnogênicas no local estudado percebe-se que a história do homem e da natureza tem se fundido numa única história, especialmente, parafraseando Moreira (2011), pela conversão de formas naturais em sociais e das formas sociais em naturais. Assim, os elementos e aspectos naturais da planície estudada (solos, deposições aluviais, cursos d'água, vegetação e aspectos do relevo), são modificados a partir de novos materiais que passam a fazer parte da superfície compostos por sedimentos de solos transportados das adjacências acrescidos de materiais manufaturados e resíduos urbanos diversos. Sobre novos materiais que passam a compor essa paisagem, os processos naturais passam a agir, como o escoamento da água e erosão, atuando de forma diferenciada conforme o material, a exemplo da maior intensidade do processo erosivo atuante nas camadas sedimentares tecnogênicas na área da feição erosiva identificada. Assim, ao se estudar as formações tecnogênicas e ao acompanhá-las ao longo tempo (no caso, no transcorrer de alguns anos), percebe-se que observá-las sob uma ótica causal linear não proporcionará respostas quando a compreensão dinâmica de formação e transformação, uma vez que aqui também se aplica a ideia abordada em Suertegaray (2004), sobre o pensamento complexo: a necessidade de entender os processos recursivamente, a partir do entendimento do efeito (a deposição tecnogênica na planície aluvial) também como causa (o processo erosivo intensificado nas camadas de depósitos tecnogênicos compostas por materiais manufaturados e sedimentos arenosos).

3.2 Depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, oeste paulista

A bacia hidrográfica do rio Mandaguari (**Figura 5**) situa-se no limite dos municípios de Regente Feijó, Indiana, Martinópolis, Caiabu e Presidente Prudente, no Oeste Paulista. Na área, os diferentes usos da terra responderam pelo incremento e a mudança qualitativa da erosão e a consequente produção de sedimentos que assorearam os fundos de vale, resultando em inúmeras deposições de caráter tecnogênico. Para este estudo de caso foram eleitos oito pontos de amostragem, designados pelas iniciais RM (rio Mandaguari), situados ao longo do canal principal da bacia.

O rio Mandaguari possui extensão de 66,5 km e o fluxo se dirige para o norte, onde deságua no rio do Peixe, do qual é afluente da margem esquerda. As altitudes identificadas na área de estudo atestam o predomínio de formas denudacionais características da morfoescultura (Planalto Ocidental Paulista) na qual a bacia se insere. As maiores altitudes encontram-se nos setores sul-sudeste e sul-sudoeste da bacia, onde estão localizadas as nascentes do rio Mandaguari e de afluentes importantes, como o córrego da Onça, na margem esquerda, e o ribeirão Santa Teresa, na margem direita.

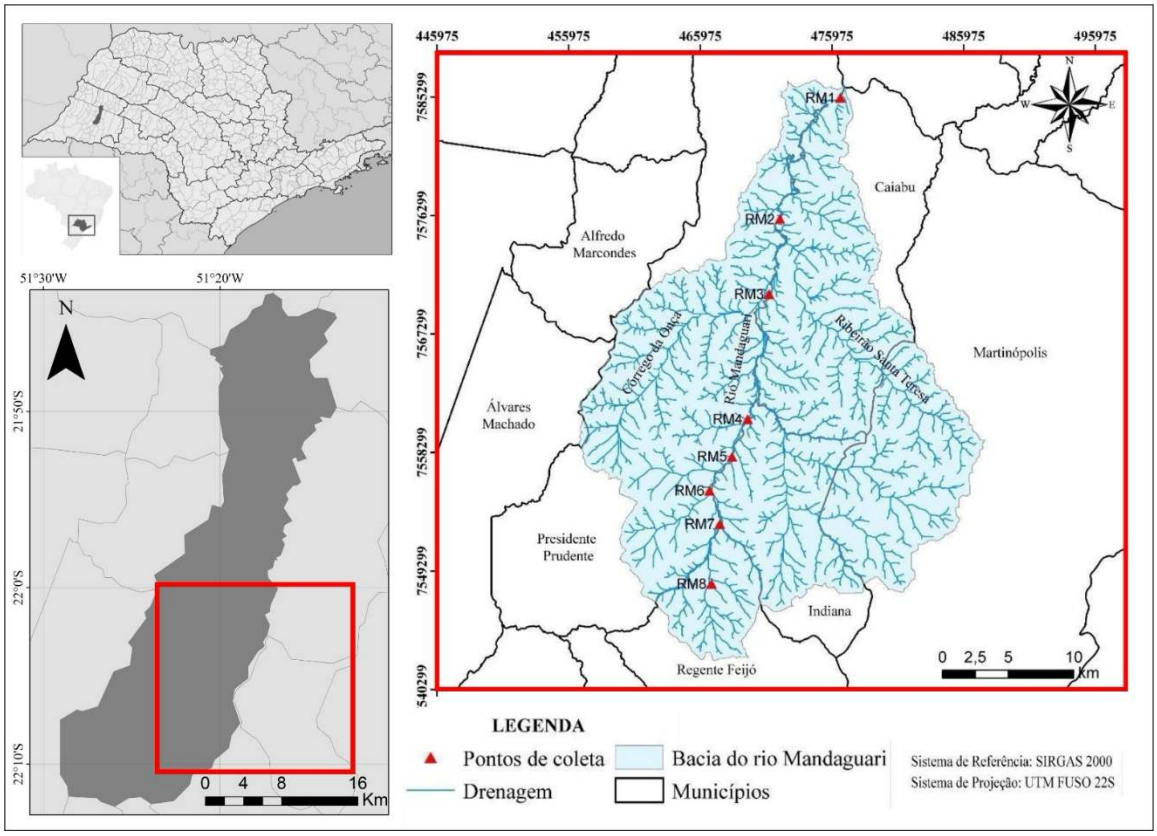

Figura 5. Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Mandaguari, com indicação dos pontos de amostragem. Fonte: Dias (2020).

As mudanças no uso da terra ocorridas no Planalto Ocidental Paulista, onde se situa a área de estudo, foram responsáveis por reduzir as áreas com vegetação nativa e assim reordenar a dinâmica de escoamento superficial. As alterações ocorridas na dinâmica hídrica superficial foram caracterizadas pela intensificação e concentração dos fluxos de escoamento, resultando na formação de feições erosivas (lineares e laminares). Tais mudanças colaboraram para o incremento da produção de sedimentos em quantidade muito superior ao quadro primitivo, resultando na gênese dos depósitos tecnogênicos (Oliveira; Queiroz Neto, 1994).

A bacia hidrográfica do rio Mandaguari situa-se nesse contexto ambiental caracterizado por intensa antropização, responsável por alterar os processos de dinâmica superficial. A partir das atividades de campo também foi possível perceber a ocorrência de alterações na morfologia fluvial. De início, os

canais de drenagem encontravam-se assoreados por sedimentos oriundos dos intensos processos erosivos deflagrados a partir da ocupação primitiva, responsável pela remoção massiva da cobertura vegetal e a alteração dos processos superficiais nas vertentes. Tem-se uma primeira fase em termos hidrossedimentológicos, na qual as fontes de produção de sedimentos estavam superativas, em virtude da desnudação superficial.

Em uma segunda fase, os usos da terra na bacia passaram a contribuir para a atenuação dos processos erosivos nas vertentes, e consequentemente da produção de sedimentos, possibilitando aos canais de drenagem erodirem os materiais anteriormente depositados, retrabalhando os depósitos e transportando os sedimentos para áreas a jusante.

Na terceira fase, em curso, se observa a manutenção do trabalho erosivo da drenagem sobre as deposições (**Figura 6**), porém limitado por fontes de produção de sedimentos ainda ativas, relacionadas a determinados usos, como a pecuária extensiva e o plantio "morro abaixo", isto é, acompanhando o declive do terreno, que contribuem para a instalação de feições erosivas e o incremento do aporte de sedimentos lançado nos canais de drenagem nos locais onde a morfologia do fundo de vale possibilita receber materiais remobilizados das vertentes.



Figura 6. Sequência de imagens do entorno do local de coleta no ponto RM6 nos anos de 2003 (a), 2011 (b), 2013 (c), 2016 (d) e 2019 (e) mostrando as alterações em trecho do Ribeirão Mandaguari, decorrente das alterações humanas no uso e ocupação da terra ao longo da bacia hidrográfica. Fonte: Dias (2020).

Ao longo do tempo, o que se observa na área de estudo é o incremento e a mudança qualitativa dos processos erosivos, condicionada pelas transformações no uso e cobertura da terra. O período anterior ao desmatamento massivo era caracterizado pelo predomínio da erosão bioquímica, resultando em sedimentos mais finos. Já o período posterior ao desmatamento é caracterizado pela erosão mecânica, gerando sedimentos mais grosseiros. Além da mudança qualitativa, com o uso agrícola a erosão passa a ocorrer em locais onde, em tese, não ocorreria.

As deposições amostradas na área deste estudo foram classificadas com base na classificação de terrenos tecnogênicos proposta por Peloggia et al. (2014), com colaborações de Peloggia (2015a) e Vitorino et al. (2016), revista e ampliada, apresentada por Peloggia (2017). O **Figura 7**, a seguir, representa dois dos perfis de depósitos tecnogênicos amostrados e suas respectivas classificações.

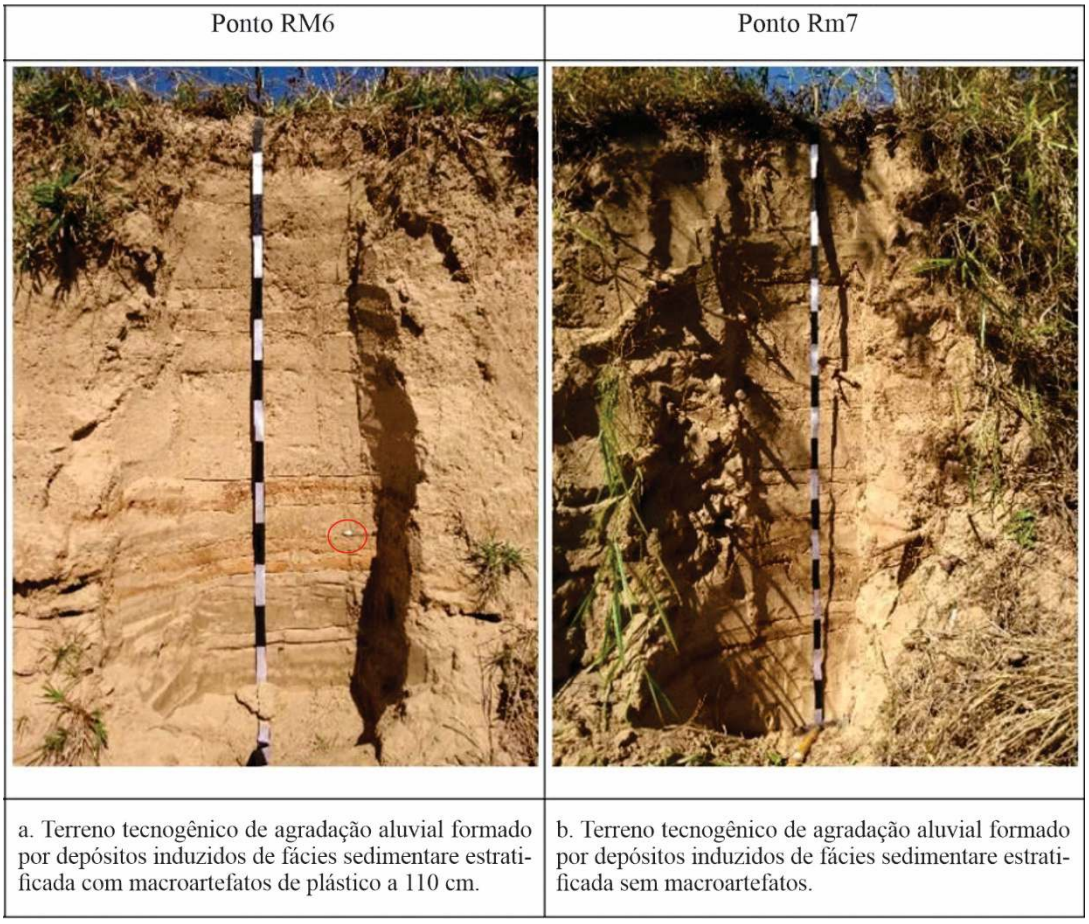

Figura 7. Registro fotográfico e classificação de depósitos tecnogênicos amostrados na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, mostrando na imagem (a), presença de macroartefatos humanos (em vermelho) a 110 cm. E na imagem (b), fácies sedimentar sem a presença de macroartefatos. Fonte: Dias (2020).

Em relação aos materiais constituintes, a análise granulométrica realizada nas deposições identificadas indicou o predomínio da fração areia. Os elevados teores de areia justificam-se pela composição majoritariamente arenosa das áreas-fonte, tanto de ponto de vista geológico, com os arenitos da Formação Adamantina (IPT, 1981), como do ponto de vista pedológico, com os Argissolos Vermelho-Amarelos que dominam a bacia, e em menor proporção os Latossolos Vermelhos, sendo as principais fontes de sedimentos para as deposições.

A textura majoritariamente arenosa, a estratificação plano-paralela e a presença de restos de artefatos e/ou fragmentos de carvão nas deposições amostradas coadunam com as características descritas por Oliveira (1994) para os depósitos tecnogênicos de fundo de vale, induzidos pela erosão

acelerada no Planalto Ocidental Paulista. Conforme o autor, nas camadas arenosas podem ser encontrados restos de artefatos (fragmentos centimétricos de tijolos, de telhas, de vidros, plásticos etc.), especialmente quando associados à ocupação urbana, e na base da deposição fragmentos de carvão e de madeira, parcial ou totalmente carbonizada, como prováveis testemunhos das primeiras queimadas.

Os depósitos tecnogênicos, além de constituírem uma conexão entre a erosão e a produção de sedimentos na bacia, testemunham o caráter descontínuo da erosão, evidenciado por suas características e de seus entalhes, indicando não haver uma condição contínua dos processos superficiais (erosão-transporte-deposição), mas sim a existência de fases bem delimitadas de evolução desses processos e consequentemente da própria paisagem, conforme destacado por Oliveira e Queiroz Neto (1994). Além do caráter descontínuo da erosão, os depósitos tecnogênicos atestam o caráter histórico da erosão acelerada, o que demanda uma abordagem que não se limite apenas a análise dos aspectos do meio físico no entendimento da dinâmica erosiva, mas que contemple também a História, tendo em vista que a erosão acelerada foi condicionada pelos distintos usos da terra implementados ao longo do tempo.

Tem-se, portanto, um cenário complexo e dinâmico de evolução da paisagem, analisado neste trabalho a partir das deposições tecnogênicas e dos processos que testemunham. A dinamicidade que caracteriza o momento paisagístico atual fica evidenciada pelas rápidas alterações, ocorridas no tempo histórico, verificadas nas deposições tecnogênicas amostradas na área de estudo, que passaram de uma fase formativa para uma fase erosiva. Nesta fase atual, os depósitos tecnogênicos vão sendo erodidos, podendo não existir, da mesma forma, em poucos anos, embora ainda possam ser identificados em registros fotográficos.

3.3 Recuperação de áreas degradadas na Área de Proteção Ambiental do Timburi – município de Prudente Prudente (SP)

A Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável do Timburi é a primeira APA criada no município de Presidente Prudente, SP, com coordenadas geográficas aproximadas de 22°00'00"S e 51°22'00"O (**Figura 8**). A área surgiu após um longo e conflituoso debate sobre a instalação de um projeto de aterro sanitário em uma área localizada próximo à comunidade de proprietários rurais do Timburi, denominada Fazenda Santa Apolônia.

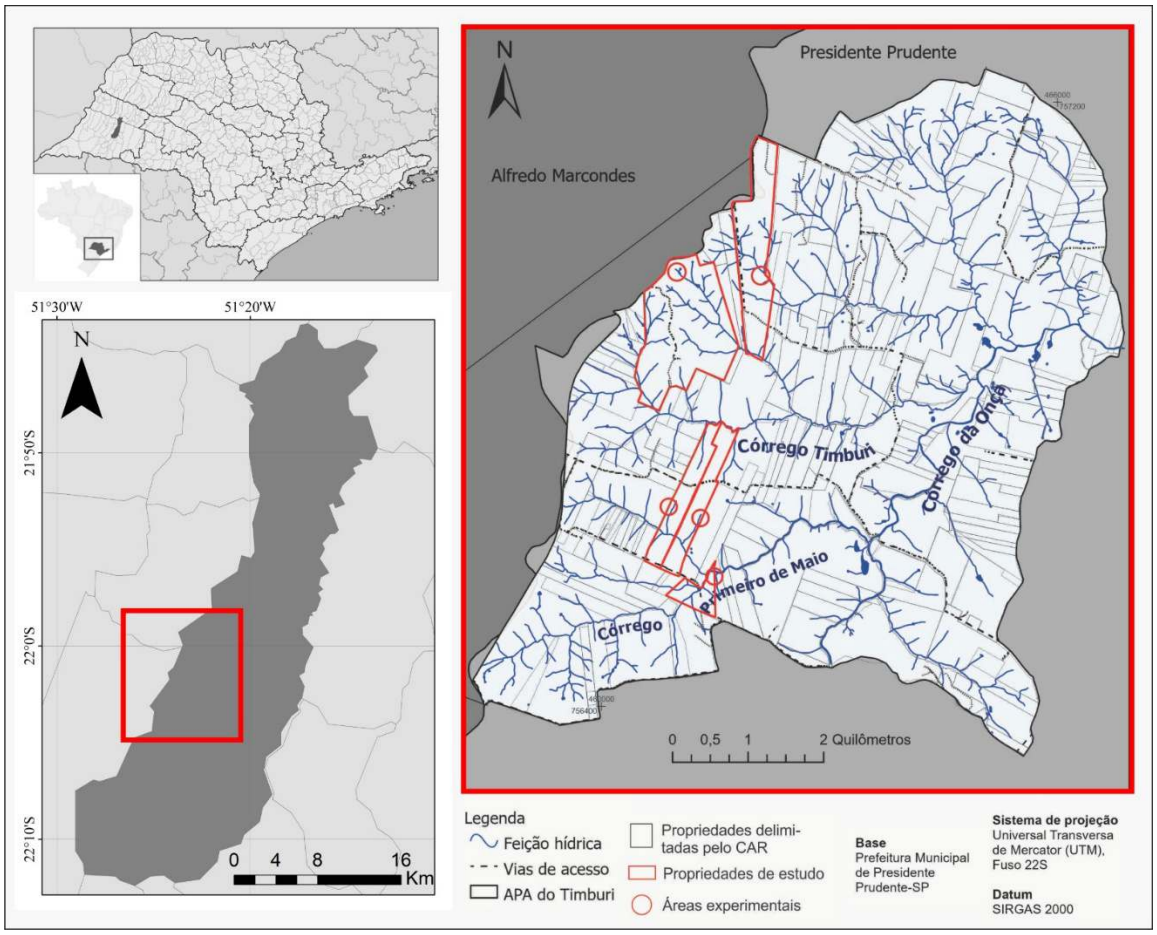

Figura 8. Localização da APA do Timburi no município de Presidente Prudente, SP. Fonte: Nunes et al. (2021).

Morfologicamente, na área de estudo predominam as colinas de topos menores, com vertentes convexas, e várias cabeceiras de drenagem com amplos anfiteatros, onde ocorre o afloramento dos arenitos da Formação Adamantina (IPT, 1981) e, consequentemente, a surgência do aquífero freático suspenso. De modo geral, as vertentes estão muito degradadas por processos erosivos lineares e laminares, tendo os Córregos Timburi e Primeiro de Maio como principais curso d'água, sendo estes afluentes do Córrego da Onça. No total a rede de drenagem apresenta 118,89 km de extensão (**Figura 9**).

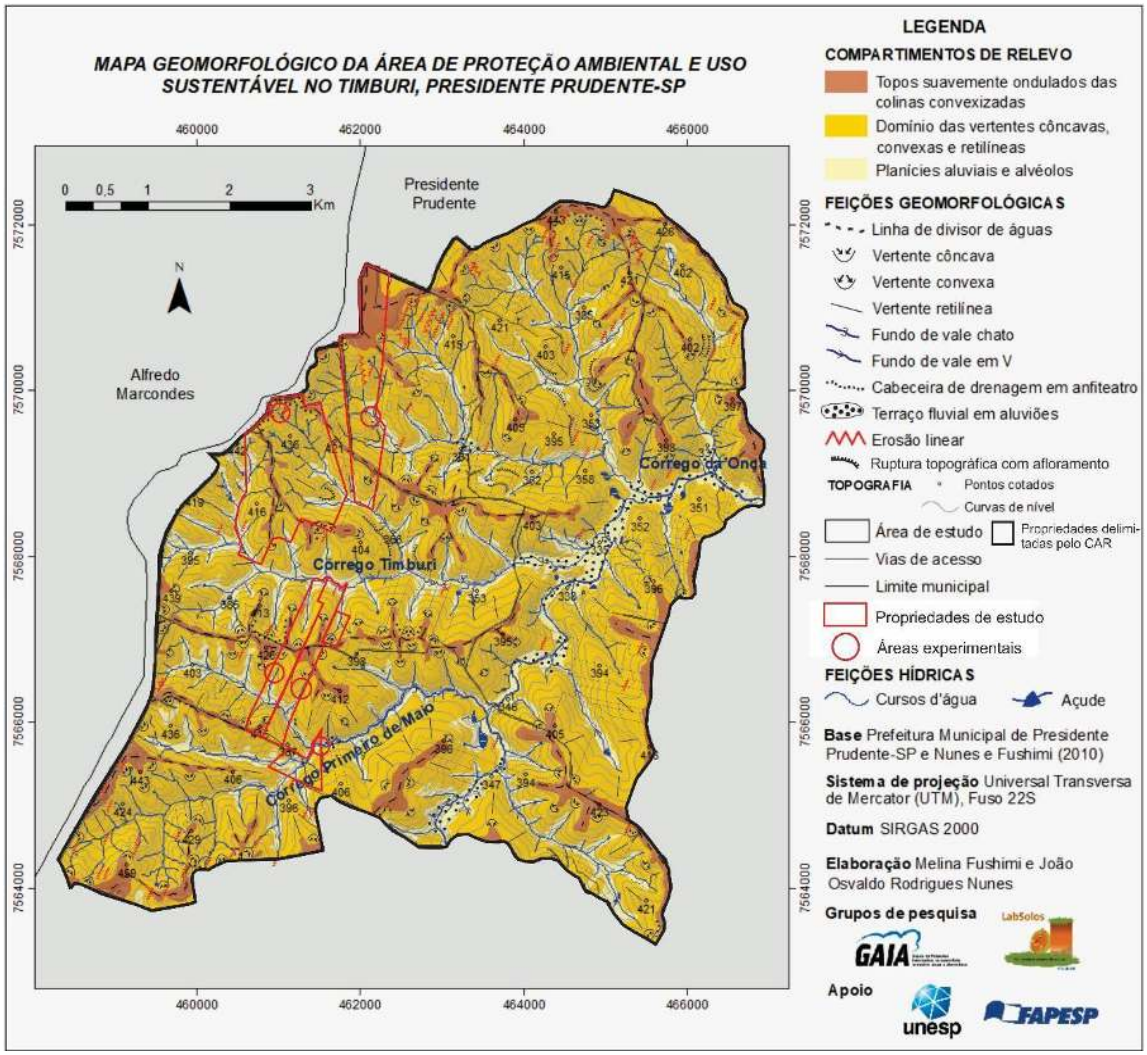

Figura 9. Mapa geomorfológico da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, Presidente Prudente, SP. Fonte: Nunes et al. (2021).

A expansão dos processos erosivos na área de estudo, em decorrência das formas inapropriadas de uso e ocupação das áreas das nascentes estudadas, tem gerado sérios problemas sociais e ambientais, pois muitos aspectos de sua qualidade são influenciados pelo uso que é feito do solo na área. Dentre os problemas ambientais apresentados, podem ser destacados o intenso assoreamento dos cursos d'água **(Figura 10**).



a. Planície com depósitos tecnogênicos

b. Processos de voçorocamento

c. Erosões lineares

Figura 10. As imagens mostram o quadro de degradação ambiental decorrentes das ações humanas em diversos ambientes, destacando a presença de (a) depósitos tecnogênicos nos cursos d'água; (b) sulcos, ravinas e voçorocas; (c) processos erosivos lineares. Fonte: Nunes et al. (2021).

Para atenuar parte dos processos erosivos, foi realizada em 5 propriedades rurais a implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas pela erosão hídrica, decorrente da retirada da cobertura vegetal nativa Floresta Estacional Semidecidual (Bioma Mata Atlântica) e de cerrados, e substituída por pastagens e cultivos agrícolas.

A área total da APA tem 4.608,2 hectares, com o predomínio de pastagem em sua maior parte, sendo observadas as maiores ocorrências de processos erosivos nas cabeceiras de drenagens, em forma de anfiteatro, e nos terraços e planícies aluviais. Foram identificados 127 fragmentos de Mata Residuais compreendendo uma área de 518,12 ha ou 11,24%. Conforme Donaton (2013), na área da APA do Timburi englobam, além do Bairro do Timburi, também o Bairro 1º de Maio, possuindo em torno de 82 produtores rurais. A economia da APA é baseada na agropecuária, com predomínio de pecuária de corte e leiteira e produção de hortaliças, frutas e batata-doce.

Neste sentido, houve a necessidade urgente de implantação de projeto de recuperação de áreas degradadas, com o uso de técnicas de bioengenharia, em conjunto com a comunidade de proprietários rurais da APA do Timburi.

3.3.1 Implementação das técnicas mecânicas de controle de erosão

A escolha das erosões onde foram aplicadas as técnicas de bioengenharia do tipo paliçadas ficou a critério de cada proprietário, que indicava o setor da propriedade mais degradado e as respectivas erosões que lhe interessava recuperar.

O método de contenção utilizado foram os barramentos de bambus e mantas de sombrite de polietileno (**Figura 11**), que consiste em uma das técnicas de controle de erosão (Embrapa, 2009) e tem como intuito a diminuição da velocidade de escoamento da água do processo erosivo, retendo água superficial e sedimentos que possam ser carregados pela mesma, que intensificariam a erosão (Capeche et al., 2008).



Figura 11. Procedimento de montagem dos experimentos de bioengenharia. Nas imagens a e b mostram os passos de corte e transporte dos bambus. Em c e d as etapas de organização das montagens conforme o tipo de terreno e erosão. E nas imagens e e f, a fase final com as estruturas de bioengenharia montadas. Em verde as mantas de sombrites de polietileno, para contenção dos sedimentos e material grosseiro. Fonte: Nunes et al. (2021).

Após dois anos de monitoramentos em campo, observou-se que nas 5 propriedades rurais onde foram instaladas as estruturas de bioengenharia, mesmo nos meses de maior pluviosidade (novembro a fevereiro), não ocorreu a expansão dos focos erosivos. Isto mostra a eficácia das técnicas implantadas, seja na quebra da energia cinética gerada pelo escoamento superficial concentrado ao longo das vertentes sem cobertura vegetal, bem como na contenção dos sedimentos e materiais tecnogênicos que se depositaram a montante dos barramentos. Isto possibilitou o crescimento das gramíneas a montante e a jusante dos barramentos. Sem as paliçadas de bambus e as mantas sombrites de polietileno, a tendência nos períodos de maior pluviosidade (novembro a fevereiro) seria o aumento do potencial e expansão dos focos erosivos (**Figura 12**).

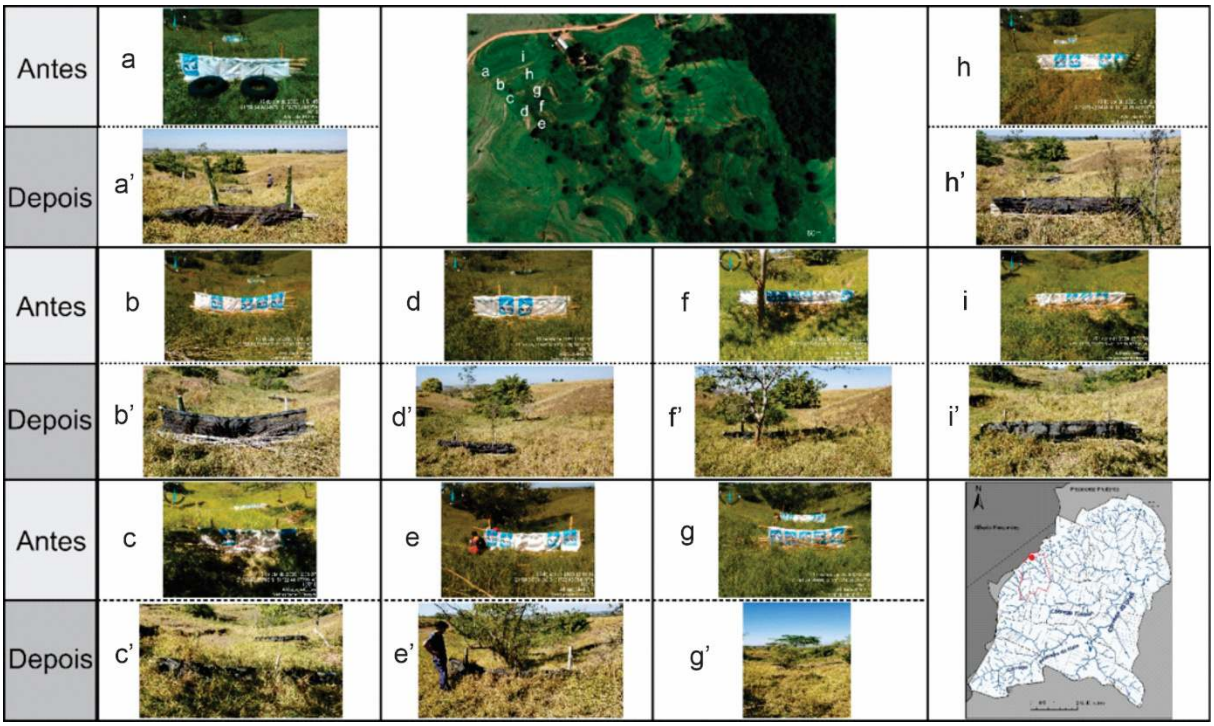

Figura 12. Resultados da montagem das 9 estruturas de paliçadas em uma das propriedades rurais na APA do Timburi, mostrando a (a, b, c, d, e, f, g, h e i) fase inicial, e a (a', b', c', d', e', f', h' e i') posterior, após dois anos de implantação. Neste período ocorreu o crescimento das gramíneas e a estabilização os processos erosivos lineares. Fonte: Nunes et al. (2021).

A partir dos levantamentos históricos realizados, identificou-se que o espaço geográfico da APA, semelhante a outros locais do município de Presidente Prudente, passaram nos últimos 100 anos por profundas alterações na sua cobertura vegetal nativa, outrora constituída na sua maior parte por Floresta Estacional Semidecidual (Bioma Mata Atlântica) e de cerrados, sendo atualmente por pastagens e cultivos agrícolas.

Estas alterações levaram a um severo quadro de vulnerabilidades ambientais, em que foram mapeadas 78 erosões de média a grande porte, identificadas como ravinas ou voçorocas, em que, de maneira sobreposta, 48 (61,54%) estão em vertentes côncavas; 33 (42,3%) em declividade de 5 -10%; e 55 (70,51%) relacionadas a áreas antrópicas agrícolas.

Observou-se também, que os processos erosivos ocorrem com maior ênfase, nas áreas antrópicas com atividades agropecuárias que ocupa 70,51% da APA; nos setores de declividades com valores entre 5% a 10% e 10% a 15%, ocupando 42,3% e 28,2%, respectivamente da área da APA; geralmente próximo às nascentes dos cursos d'água, no norte, noroeste e sudoeste da APA, bem como em vertentes côncavas, formando 61,54% da área.

Estas alterações ambientais materializam os resultados históricos dos diferentes níveis de vulnerabilidade ambiental, em que, sem a implementação de técnicas conservacionistas para a realidade ambiental local, seja para a produção agrícola ou de pecuária, levaram algumas áreas da APA ao

surgimento de um sério quadro de degradação ocasionado pelos processos erosivos. Neste sentido, conforme a classificação proposta por Peloggia et al. (2014), os terrenos tecnogênicos de degradação.

3.4 Terrenos tecnogênicos em área periurbana do município de São Pedro (SP)

As discussões levantadas anteriormente, sobretudo no tocante às diferentes morfologias antropogênicas e depósitos tecnogênicos, ganham destaque ao se analisar o caso da área periurbana do município de São Pedro, no interior do estado de São Paulo (**Figura 13**). Localizado no compartimento geomorfológico da Depressão Periférica Paulista, próximo à área de contato com as Cuestas Arenítico-Basálticas, este município apresenta uma série de problemas relacionados à dinamização de processos erosivos lineares (Carpi Junior, 1996; Mathias, 2016).

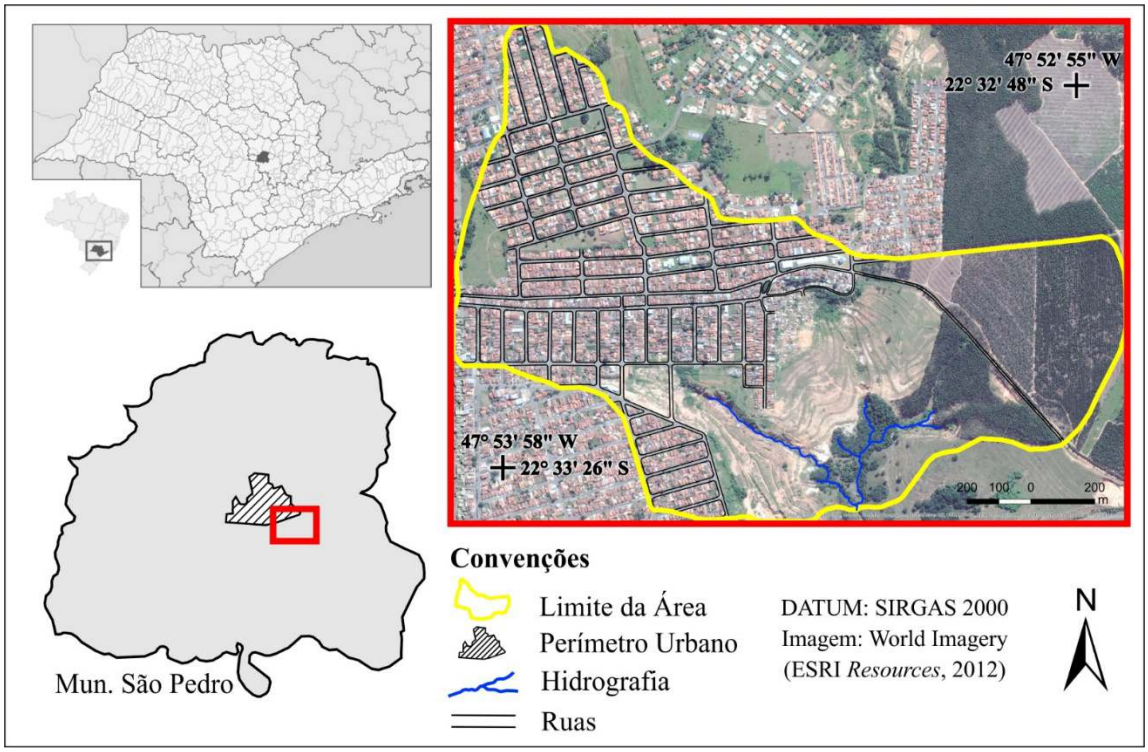

Figura 13. Localização da área de estudo na área urbana do município de São Pedro, SP. Fonte: Mathias (2016).

A região mencionada se situa no contexto morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, em sua borda sudeste. O relevo de cuestas sustentado pelos arenitos eólicos da Formação Botucatu (Triássico) e pelos derrames efusivos da Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo) se sobrepõe às colinas tabuliformes da Depressão Periférica, onde se situa o sítio urbano de São Pedro. Este se encontra assentado sobre coberturas neogênicas da Formação Rio Claro, interpretadas como pedimentos plio-pleistocênicos (Souza; Perez Filho, 2018), que por sua vez recobrem arenitos eólicos da Formação Pirambóia, do Triássico.

A prevalência de litologias sedimentares condiciona a ocorrência de solos arenosos, com predomínio da classe dos Argissolos e Neossolos Quartzarênicos, ambos apontados como de alta suscetibilidade à erosão. Com o avanço da malha urbana sobre áreas outrora utilizadas como pastagem, é comum a intensificação dos processos da dinâmica superficial, incitados pelas alterações hidrogeomorfológicas e pela degradação da cobertura vegetacional. Tal combinação de fatores acarretou a dinamização de feições erosivas lineares (ravinas e voçorocas) pré-existentes, que se apresentam, portanto, com diferentes graus de desenvolvimento.

No sudoeste da área urbana de São Pedro, em especial, se encontram as cabeceiras do denominado córrego Tucum, cuja bacia integra o sistema hidrográfico do Rio Piracicaba, o mais importante da região. Esse setor se caracteriza pela presença de uma voçoroca com cerca de 600 metros de extensão, envolvida pelo arruamento dos bairros periféricos (**Figura 14**).



Figura 14. Voçoroca em cabeceira do córrego Tucum, vista aérea (a) e do solo (b), respectivamente. Fonte: Adaptado de Mathias (2016).

Diversos pesquisadores desenvolveram estudos sobre a feição erosiva em questão (a qual foi denominada voçoroca do Tucunzinho, ou voçoroca do São Dimas, em alusão ao bairro adjacente), em que se destacam os trabalhos de Carpi Júnior (1996), Facincani (1995), Almeida Filho et al. (2004) e Mathias (2016). Desses estudos, constata-se que a existência da voçoroca antecede o avanço da malha urbana, mas que após o crescimento dos bairros, houve a expansão da erosão. De acordo com Facincani (1995), a ocorrência de processos erosivos lineares na área possivelmente se deve a fatores estruturais e hidrogeológicos, devido à proximidade do front das cuestas. Almeida Filho et al. (2004), contudo, destacam que a reativação erosiva tem forte influência da expansão urbana.

Embora se reconheça que a ação humana não seja a causa principal da existência da forma erosiva, sua intensificação possui vínculo estreito com as acentuadas alterações relacionadas ao crescimento da malha urbana. Mathias (2013) corrobora essa afirmação ao constatar o aumento significativo do deflúvio pluvial a partir da impermeabilização e da concepção de rede de microdrenagem na bacia.

Além das formas erosivas retratadas, a apresentação desse estudo de caso no presente capítulo se justifica pelo fato de que no decorrer de mais de 30 anos, a área que compreende os terrenos entre o

canal da voçoroca e os arruamentos urbanos foi submetida a diversas intervenções que buscavam o controle dos processos erosivos. Carpi Junior (1996) relata uma das mais notáveis alterações realizadas na área: a obliteração da voçoroca pela deposição de material inconsolidado alóctone, feita pela prefeitura municipal no ano de 1991. O autor cita que na obra foram transportados milhares de metros cúbicos de solos (retirados às expensas de "caixas de empréstimo") de diversas outras localidades do município, a fim de conceber o aterramento completo da voçoroca. Com isso se deflagra a formação de um amplo depósito tecnogênico composto de materiais espólicos (Peloggia, 1999).

Uma vez que incisões erosivas no estágio de voçorocas são fenômenos complexos envolvendo o rompimento do equilíbrio hidrogeomorfológico, o mero soterramento não se constitui medida eficaz para o seu controle. Assim, decorridos cerca de quinze anos, a voçoroca foi retomada. A **Figura 15** apresenta uma análise comparativa entre fotografias aéreas dos anos 2000, quando a retomada erosiva era ainda imatura e 2006, quando a frente erosiva atinge a máxima expansão à montante.



Figura 15. Fotografias aéreas da voçoroca do Tucunzinho nos anos 2000 (a) e 2006 (b), respectivamente, mostrando o avanço da área urbana em direção à voçoroca, com intensa impermeabilização do solo, ocasionado a retomada da frente erosiva na cabeceira. Fonte: Adaptado de Mathias (2013).

Almeida Filho et al. (2004), em trabalho que buscou reconstituir os diferentes cenários de evolução da voçoroca em questão, apresentam uma sequência cronológica de eventos, e citam que na obra do ano de 1991 foram executados serviços de terraceamento em nível, que são comumente indicados como medida de controle dos fluxos do escoamento superficial nas vertentes. No que diz respeito ao que se propõe analisar neste estudo, os terraços por si só são feições de caráter tecnogênico que se categorizam como terrenos mistos, ou complexos, nos quais há intensa remobilização dos perfis superficiais dos solos, conduzindo a uma desconfiguração de sua estrutura.

Colocando-se a somatória dos fenômenos descritos sob a perspectiva da geotecnogênese, que é a geração de feições geológicas e geomorfológicas pela ação técnica (Peloggia, 1999), é possível constatar a seguinte sequência de "evolução antropogeomórfica" na área: 1) Incisão de canais erosivos dinamizada

pela hidrologia urbana; 2) Deposição de materiais espólicos nos sulcos, ravinas e voçorocas; 3) Criação de “terrenos complexos”, mediante a concepção dos terraceamentos.

O cenário descrito é ainda completado por um processo concomitante que é a deposição de materiais úrbicos e gárbicos na cabeceira da voçoroca. Tais depósitos são constituídos tanto de resíduos da construção civil (rejeitos de alvenaria), quanto por artefatos de diferentes qualidades (móveis, pneus, resíduos sólidos urbanos), em diferentes proporções, criando com isso um depósito tecnogênico insalubre à própria população residente nos bairros limítrofes da área de deposição. Com isso, completa-se o conjunto de elementos antropogênicos que comparecem na localidade analisada, tornando-a um exemplo bastante elucidativo da complexidade envolvendo a interação entre sociedade e natureza.

Estudos conduzidos entre os anos de 2013 e 2016, permitiram a quantificação do volume de materiais depositados no setor referido, mediante operações de levantamento topográfico com uso de Estação Total e GPS RTK, os quais permitiram o monitoramento do avanço do depósito nesse recorte temporal. A **Figura 16** apresenta fotografias tomadas em sobrevoo sobre a área em diferentes momentos (anos 2013 e 2015, respectivamente) e dos Modelos Digitais do Terreno (MDTs), gerados após a mensuração topográfica.

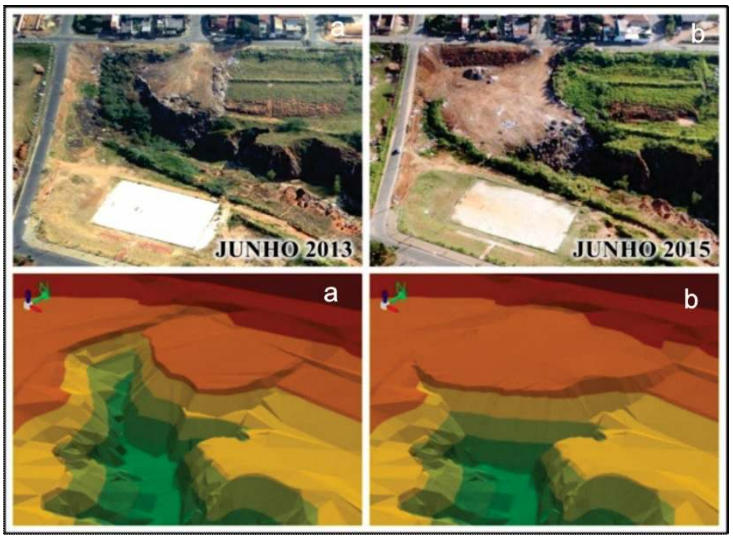

Figura 16. Depósito de materiais úrbicos e gárbicos em cabeceira de voçoroca: fotografias aéreas e Modelos Digitais do Terreno entre os anos de 2013 (a) e 2015 (b). Fonte: Adaptado de Mathias (2016).

No recorte temporal analisado, tendo por base as características topográficas do depósito, constatou-se a acumulação de um volume de 45.038,8 m³ (Mathias, 2016), a qual equivale a 9007 caçambas de caminhão basculante, sem considerar o montante compactado.

A mensuração topográfica a que se aludiu anteriormente, foi aplicada à toda a área da alta bacia do córrego Tucum, o que permitiu a geração de um Modelo Digital do Terreno de alta resolução espacial (decimétrico). A partir do MDT foi possível obter mapas dos fluxos concentrados do escoamento superficial (Flow Accumulation), pelos quais se evidencia o papel dos terraços tecnogênicos no

condicionamento dos fluxos superficiais. Esse mapeamento permitiu evidenciar que tais estruturas, embora concebidas com a finalidade de controlar o deflúvio pluvial, têm funcionado como elementos condicionantes à concentração das águas em determinados setores da vertente. Conforme ocorre a instalação de sulcos erosivos na porção frontal dos terraços, em dado momento há a ruptura do mesmo, produzindo com isso uma incisão que tende a evoluir rapidamente para o estágio de ravina.

A partir das análises apresentadas, uma série de considerações podem ser colocadas em discussão para fins de se buscar o entendimento não somente sobre a evolução da paisagem em seu sentido sistêmico (fluxos de matéria e energia; estruturas autorreguladoras e controladas; efeitos de retroalimentação), mas também em seu caráter dialético mediante o antagonismo que se impõe na relação sociedade-natureza. Um fator que merece destaque é o crescimento ininterrupto do depósito tecnogênico na cabeceira da voçoroca. A obliteração do canal inciso nesse caso (ao contrário daquele ocorrido no ano de 1991) não dá margem ao reafeiçoamento da forma erosiva, mesmo que se considere que ela esteja ativa. Em suma, a quantidade de material depositado supera a quantidade que é retirada por erosão, portanto, se estabelece uma nova forma de "equilíbrio dinâmico", em que a ação antropogênica atua de maneira peremptória.

A partir do que foi aqui apresentado, é possível concluir que a conjugação entre processos erosivos e ação tecnogênica resulta em quadros de paisagem complexos que merecem análise pormenorizada. Permanece, contudo, a singularidade do caso do município de São Pedro, como um estudo de caso representativo da diversidade de cenários que se desdobram face a ação antrópica em suas múltiplas facetas. Por fim, se assinala que a análise desse estudo de caso específico coaduna com as assertivas de Peloggia et al. (2014) e Peloggia (2017) no que concerne à caracterização dos terrenos tecnogênicos. A complexidade que se materializa na relação entre feições erosivas e materiais remobilizados encontra ressonância nas considerações de Vitte (2007) em relação ao funcionamento dos sistemas complexos, dado que implicam em "reestruturações e rupturas que se integram na totalidade" (Vitte, 2007, p.7).

4 Considerações Finais

Ao tratar de formas, processos e materiais oriundos ou sofrendo algum tipo de alteração por meio da ação da sociedade, nem sempre pode-se afirmar que se constituem de problemas ambientais, por exemplo, nas situações em que há modificação das características do relevo no sentido de reduzir a velocidade do escoamento superficial (terraceamentos). Por outro lado, conforme os exemplos de terrenos tecnogênicos aqui apresentados, observou-se que os problemas sociais que ocorrem em um ambiente alterado pela ação humana atingem de diferentes formas determinados setores da sociedade, os quais podem sofrer as consequências de ações que nem sempre foram infringidas por eles mesmos. Entretanto, devido à proximidade com diferentes tipos de formações tecnogênicas (feições erosivas intensificadas pela ação humana, deposições tecnogênicas compostas por resíduos sólidos, entre outros), acabam por sofrer as múltiplas consequências dessas alterações nas paisagens.

A complexidade dos terrenos tecnogênicos (agradação, degradação, modificados e mistos/complexos), e seus respectivos depósitos gerados de modo direto ou indireto na superfície, sejam em ambientes fluviais, em vertentes, ou em fundos de vales erodidos, ao observar-se seus estratos e camadas com sedimentos e materiais de origem humana, mostram a sobreposição de diferentes espacialidades e temporalidades.

Neste aspecto, a compreensão da formação e constituição dos terrenos tecnogênicos, a partir dos conhecimentos geomorfológicos e suas relações com a produção do espaço geográfico, permite conectar as dinâmicas da natureza e da sociedade, sobre diversos aspectos teóricos e metodológicos, sejam eles sistêmicos clássicos, materialista históricos e dialéticos e ou a partir dos sistemas complexos.

O espaço geográfico, tanto concebido de forma absoluta quanto relativa, é construído concretamente sobre uma base material, o relevo, que embora sendo entendida como segunda natureza, é algo natural. Seja em ambientes urbanos ou rurais, pode-se observar a materialidade da intervenção social que a natureza sofre, tanto no espaço como no tempo.

Em muitos casos, as utilizações dos espaços físicos são regidas pela lógica do poder do capital, associado ao papel e ao jogo de interesses e de favorecimentos que o Estado desempenha na esfera administrativa. A acessibilidade ou inacessibilidade a uma área física dar-se-á ou pela sua valorização territorial, tendo o capital especulativo, financeiro e imobiliário como principais agentes, ou por motivos de pressão social, como nos processos de êxodo rural.

Neste aspecto, a produção do espaço passa, obrigatoriamente, também pela compreensão da dinâmica da natureza, de modo que a concepção de natureza, externa ou interna, influenciará na forma de compreensão dos terrenos tecnogênicos.

No caso da formação dos terrenos tecnogênicos, é importante que se compreendam as formas de produção e de consumo do espaço geográfico. Devem ser enfocados, assim, tanto os agentes detentores do poder de decisão e de controle dos meios de produção, bem como o entendimento da dinâmica da natureza nas suas diversas interfaces (geomorfológica, geológica, pedológicas, climática, cobertura vegetal etc.).

Nesse sentido, na atual conjuntura econômica e política, não há como deixar de destacar que a transformação do espaço geográfico, constituída pelas formas de relevo, deve ser observado também pelas determinações do capital no tempo do Antropoceno. Assim, os depósitos tecnogênicos, ao surgirem a partir da relação sociedade-natureza, representam, também, a relação entre os próprios seres humanos, que respondem a uma superestrutura ideológica presente no modo de produção capitalista.

Contribuições dos autores (CRediT): Concepção: todos os autores; metodologia: todos os autores; análise: João Osvaldo Rodrigues Nunes, Dener Toledo Mathias, Érika Cristina Nesta Silva, Marcel Bordin Galvão Dias; coleta/produção de dados: todos os autores; escrita (primeira versão): todos os autores; escrita (revisão e edição) : todos os autores; supervisão: João Osvaldo Rodrigues Nunes; aquisição de financiamento: João Osvaldo Rodrigues Nunes, Dener Toledo Mathias, Érika Cristina Nesta Silva, Marcel Bordin Galvão Dias.

Disponibilidade de dados: os conjuntos de dados do manuscrito (bases geográficas, tabelas, mapas temáticos etc.) estão disponibilizados de forma acessível e reprodutível nas teses de doutorado que serviram de base para este trabalho, e podem ser encontrados no Repositório Institucional Unesp (https://repositorio.unesp.br/home) e compilados no Relatório Final do Projeto

Regular financiado pela FAPESP (Processo: 2019/12164-4). Os autores permanecem à disposição para esclarecimentos e informações adicionais sobre os dados contidos no relatório e neste artigo.

Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela aprovação dos financiamentos dos projetos de doutorado "Reconstituição Geomorfológica do Relevo Tecnogênico em Presidente Prudente – SP" (Processo: 2013/01302-0) e "Contribuição metodológica para o diagnóstico da dinâmica erosiva linear e seu prognóstico evolutivo visando subsidiar projetos de recuperação" (Processo: 2012/03745-4), e do Projeto Regular FAPESP "Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente – SP" (Processo: 2019/12164-4). Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, que auxiliou com recursos financeiros na realização do projeto de doutorado "Aplicação da abordagem geotecnogênica no entendimento das transformações da paisagem na Bacia Hidrográfica do rio Mandaguari, Oeste Paulista, Brasil". "Esta pesquisa não recebeu financiamento externo".

Uso de inteligência artificial: os autores declaram não ter utilizado ferramentas de inteligência artificial de modo relevante na elaboração do manuscrito ou na realização da pesquisa.

Agradecimentos: ao apoio dos técnicos dos laboratórios de pesquisa, dos graduandos e pós-graduandos que ajudaram nos trabalhos de campo, e dos docentes que colaboraram nos debates teóricos, metodológicos e técnicos.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

ALMEIDA FILHO, G. S.; SANTORO, J.; GOMES, L. A. Estudo da dinâmica evolutiva da boçoroca São Dimas no município de São Pedro, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAOS, 1., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P 73-86. (CD-ROM)

ALMEIDA, M. da C. de. Introdução/mapa inacabado da complexidade. In: SILVA, A. A. D. e GALENO, A. Geografia: ciência do complexus: ensaios transdisciplinares. Porto Alegre: Sulina, p.9-41, 2004. ISBN 85-205-0378-0

BERNARDES, J. A.; FERREIRA, F. P. de. Sociedade e natureza. In: GUERRA, A. José Teixeira, CUNHA, Sandra Baptista da. A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.

CARPI JUNIOR, S. Técnicas cartográficas aplicadas à dinâmica da bacia do Ribeirão Araquá – SP. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1996. 188 p.

CAPECHE, L. C. et al. Degradação do solo e da água: impactos da erosão e estratégias de controle. In: TAVARES, Sílvio Roberto de Lucena [et al]. Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicações de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p.105-132

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. São Paulo: Contexto,1991.

CASSETI, V. O relevo no contexto ideológico da natureza: uma nota. Boletim Goiano de geografia, v. 14, n. 1, p. 102-105, 1994.

CASSETI, V. A ideologização da natureza e seus reflexos. Entre-Lugar, v. 15, n. 29, p. 43-73, 2024.

CHEMEKOV, Y. F. Technogenic deposits. In: INQUA Congress, 11., 1983, Moscou. Anais […]. Moscou: International Union for Quaternary Research, 1983.

CHORLEY, R. J. Geomorfologia e a Teoria dos Sistemas Gerais. Notícia Geomorfológica, 11 (21), p 3-22, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188 p.

DIAS, M. B. G. Aplicação da abordagem geotecnogênica no entendimento das transformações da paisagem na bacia hidrográfica do rio Mandaguari, Oeste Paulista, Brasil. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2020.

DONATON, G. Estratégias de reprodução social e econômica em pequenas unidades produtivas rurais: o caso dos Bairros Rurais 1º de Maio/Timburi e Ponte Alta/córrego da Onça no município de Presidente Prudente (SP). Monografia (Bacharelado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2013. 112 p.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Forma de controle da erosão linear. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br> Acesso em: 15 jan. 2009.

FACINCANI E. M. Influência da estrutura e tectônica no desenvolvimento das boçorocas da região de São Pedro: proposta de reabilitação e aspectos jurídico-institucionais correlatos. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995. 124 p.

FOSTER, J.B. A ecologia de Marx: materialismo e natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.

FUSHIMI, M. Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

HART, M.G. Geomorfology pure and Applied. London: Geoge Allen & Unwin, 1986. 288p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000. São Paulo: IPT, vol. I, 1981, p. 46-8; 69 (Publicação IPT 1184).

MARX, K. & ENGELS, F. A ideologia alemã. São Paulo: Martins Fontes. Trad. Luis Claudio de Castro e Costa, 2002.

MATHIAS, D.T.; LUPINACCI, C. M.; MORUZZI, R. Implicações Geomorfológicas das Alterações do Escoamento Superficial pela Urbanização: Análise dos Processos Erosivos na Bacia Hidrográfica do Córrego Tucunzinho (São Pedro – SP). Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 18 n.4 – Out/Dez, 2013, 101-113.

MATHIAS, D.T. Contribuição metodológica para o diagnóstico da dinâmica erosiva linear e seu prognóstico evolutivo visando subsidiar projetos de recuperação. 2016. 178 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

MAZZINI, E. J. De lixo em lixo em Presidente Prudente (SP): novas áreas, velhos problemas. Monografia (Bacharelado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 1997. 96 p.

MORIN, E. Ciência com Consciência. Mem. Martins: Publicações Europa-América, 2013., 268p.

MOREIRA, R. Para onde vai o pensamento geográfico? Por uma epistemologia crítica. São Paulo: Contexto, 2011.

MOURA, N.S.V.; SILVA, T.M.; GOUVEIA, I.C.M-C.; PEIXOTO, M.N.O.; FELIPPE, M.F.; OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G.; NOLASCO, M.C. Diretrizes para mapeamento de formas de relevo tecnogênicas no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR). Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 24, n. 4, 2023. https://doi.org/10.20502/rbgeomorfologia.v24i4.2466

NIR, D. Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalem: Keper Publishing House, 1983.

NUNES, J. O. R. et al. Recuperação de áreas degradadas da Área de Proteção Ambiental de Uso Sustentável no Timburi, município de Presidente Prudente – SP. Presidente Prudente, Relatório Final do Projeto Regular financiado pela FAPESP (Processo: 2019/12164-4), 2021.

NUNES, J. O. R. Geografia e a busca pelas articulações / Geography and the Search for Articulations. Geographia Meridionalis, 1(1), 03-29, 2015. https://doi.org/10.15210/gm.v1i1.5714

OLIVEIRA, A. M. S.; QUEIROZ NETO, J. P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, n. 73, p. 91-123, 1994.

OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, rio Paranapanema, SP/PR. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

PELOGGIA, A. U. G. Delineação e aprofundamento temático da Geologia do Tecnógeno do município de São Paulo: as conseqüências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

PELOGGIA A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografação dos solos e depósitos tecnogênicos. In: PELOGGIA, A.U.G. Manual Geotécnico: Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana. São Paulo, 1999. p. 35-50.

PELOGGIA, A. U. G.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. Quaternary and Environmental Geosciences, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 67-81, 2014.

PELOGGIA, A. U. G.; et al. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. Quaternary and Environmental Geosciences, v. 5, n. 1, p. 28-40, 2014. https://doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34823

PELOGGIA, A. U. G. Camadas que falam sobre o ser humano, caso encontrem arqueólogos e geólogos que as escutem: rumo a uma arqueogeologia interpretativa dos depósitos tecnogênicos. In: ORTEGA, A. M.; PELOGGIA, A. U. G. (Org.). Entre o Arcaico e o Contemporâneo: ensaios fluindo entre Arqueologia, Psicanálise, Antropologia e Geologia. São Paulo: Iglu, 2015. p. 189-221.

PELOGGIA, A. U. G. O que produzimos sob nossos pés? Uma revisão comparativa dos conceitos fundamentais referentes a solos e terrenos antropogênicos. Revista Geociências (UnG), Guarulhos, v. 16, n. 1, p. 102-127, 2017.

PRICE S. J., FORD, J. R., COOPER, A. H., NEAL, C. (2011). Human as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. Phil. Trans. R. Soc. A, v.369, n. 1938, p. 1056-1086, mar. 2011. Disponível em: < https://royalsocietypublishing.org/rsta/article-abstract/369/1938/1056/114391/Humans-as-major-geological-and-geomorphological?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em 3 mar. 2026.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p. 101-111, 2005.

RODRIGUES, K.A. et al. Produção do espaço geográfico: problemas ambientais e segregação socioespacial em Rondonópolis (MT). Caminhos de Geografia, v. 22, n. 83, p. 118-132, 2021.

SAITO, K. Os cadernos ecológicos de Marx. Crítica Marxista, v. 27, n. 50, p. 193–214, 2020.

SAITO, K. O ecossocialismo de Karl Marx: capitalismo, natureza e a crítica inacabada à economia política. 1 ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2021.

SANTOS, C.A.M. et al. Vulnerabilidade socioeconômica e o relevo em Rondonópolis/MT. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, v. 6, n. 2, 2024.

SANTOS, C.A.M. et al. Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações, segregação socioespacial imposta e vulnerabilização socioeconômica em Cubatão-SP. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, v. 15, n. 1, p. 34-56, 2024.

SILVA, E. C. N. Formação de depósitos tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente – SP. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2012. 183 p.

SILVA, E. C. N. Reconstituição Geomorfológica do Relevo Tecnogênico em Presidente Prudente-SP. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

SOCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. Métodos em Questão, São Paulo, n.16, p.1, 1977.

SOUZA, A. de O.; PEREZ FILHO, A. P. F. Processos, ambientes deposicionais e geocronologias das coberturas superficiais sobre aplainamentos neogênicos e terraços fluviais na bacia do ribeirão Araquá, Depressão Periférica Paulista. Revista Brasileira de Geomorfologia, 2018. https://doi.org/10.20502/rbg.v19i1.1201

SOUZA, M.L. Articulando ambiente, território e lugar: a luta por justiça ambiental e suas lições para a epistemologia e a teoria geográficas. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, v. 2, n. 1, p. 16-16, 2020.

SOUZA, M.L. O enfoque da Geografia Ambiental como Aufhebung: Rejeitando o dualismo, abraçando a dialética. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, v. 3, n. 1, p. 09-82, 2021.

SUERTEGARAY, D.M.A. Ambiências e pensamento complexo: resignific(ação) da geografia. In: SILVA, A. A. D. e GALENO, A. Geografia: ciência do complexus: ensaios transdiciplinares. Porto Alegre: Sulina, p.181-208, 2004. ISBN 85-205-0378-0

SUERTEGARAY, D.M.A.; DE PAULA, C.Q. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política, v. 1, n. 1, p. 79-79, 2019.

TER-STEPANIAN, G. Beginning of the Technogene. Bulletin I.A.E.G., Paris, n. 38, p. 133-142, 1988.

VITTE, A.C. Da crise da razão à aventura interdisciplinar. In: VIII Semana de Geografia e III Encontro de Licenciatura em Geografia, 2007, Presidente Prudente. ISSN 1981-1047

VITORINO, J. C. et al. Terrenos tecnogênicos do Jardim Fortaleza, bacia hidrográfica do córrego do Entulho, Guarulhos (SP): mapeamento geológico, estratigrafia, geomorfologia e arqueologia da paisagem. Revista Geociências (UnG), Guarulhos, v. 15, n. 2, p. 33-60, 2016.

SOBRE A AUTORIA

Nome: João Osvaldo Rodrigues Nunes

É docente no Departamento de Geografia e Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil. Titular, Livre Docente e Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (2002) e graduado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1990). Atua em Geografia Física, Geomorfologia e Pedologia, articulando a relação sociedade e natureza através de análises em escalas locais sobre uso e apropriação das formas de relevo.
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3924-4056
E-mail: joao.o.nunes@unesp.br

Érika Cristina Nesta Silva

É docente do curso de Geografia (licenciatura) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia (mestrado) da Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, Brasil. Doutora (2017), Mestra (2012), bacharela (2009) e licenciada (2008) em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atua nas áreas de geomorfologia, pedologia, geologia e ensino, com ênfase no estudo de áreas alteradas pelas ações da sociedade. Desenvolve pesquisas sobre formações de terrenos tecnogênicos e a relação com o Antropoceno.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8383-8236
E-mail: erika.nesta@ufr.edu.br

Caio Augusto Marques dos Santos

É docente do curso e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondonópolis/UFR, Brasil. Doutor (2014), mestre (2009), bacharel (2006) e licenciado (2005) em Geografia pela Unesp de Presidente Prudente. Desenvolve pesquisas sobre a relação sociedade e natureza expressa nos usos e apropriações das formas de relevo.
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4346-8650
E-mail: caio@ufr.edu.br

Dener Toledo Mathias

É docente do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); Graduado e Mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro (2008; 2011); Doutor em Geografia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Presidente Prudente (2016); Desenvolve pesquisas na área de Geomorfologia, com foco no diagnóstico de processos erosivos e propostas de recuperação de áreas degradadas.
ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2997-0126
E-mail: dener.mathias@ufmt.br

Marcel Bordin Galvão Dias

É docente da rede privada de ensino no município de Presidente Prudente, SP. Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestre e Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Campus de Presidente Prudente (SP). Membro dos Grupos de Pesquisa "Interações na superfície, água e atmosfera" (GAIA) e "Estudos do Antropoceno e do Tecnógeno". Atua, principalmente, nos seguintes temas: depósitos tecnogênicos, análise ambiental em bacias hidrográficas, geomorfologia urbana, problemas ambientais urbanos.

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9623-7448

E-mail: mbgdias@gmail.com