

Influência das atividades antrópicas na configuração de vales na Serra do Espinhaço Meridional – MG: relevos tecnogênicos no vale do ribeirão Datas

Influence of anthropic activities on the configuration of valleys in the Serra do Espinhaço Meridional – MG: technogenic landforms in the Datas stream valley

Alessandra de Abreu Andrade

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
allessandrah_128@hotmail.com

Luiz Fernando de Paula Barros

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
luizfpbarros@yahoo.com.br

Antônio Pereira Magalhães Júnior

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

Ivo Nunes Luiz

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
ivonunesluiz2014@gmail.com

Resumo

Impulsionadas pelo avanço das técnicas de exploração de recursos naturais, as atividades antrópicas têm intensificado a transformação da paisagem, dando origem a relevos e depósitos tecnogênicos. Esse contexto é esperado na Serra do Espinhaço Meridional, especialmente no vale do Ribeirão Datas, cujo histórico de ocupação remonta ao século XVIII. O objetivo desta pesquisa é analisar as influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas por meio da identificação e análise de feições tecnogênicas. Os métodos empregados incluem o mapeamento de formas de relevo tecnogênicas, a análise de imagem aérea da década de 1960 e a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em imagens de satélite dos anos de 1985, 1995, 2006, 2013 e 2021, além de incursões a campo para validação dos dados e análises *in loco*. Os resultados evidenciam zonas de elevações, depressões e corrugações tecnogênicas, com destaque para áreas de acumulação de rejeitos, escavações, cortes em taludes e desvios de cursos d'água. Assim, constatou-se um elevado grau de antropismo no vale, sendo o garimpo aluvionar uma importante atividade na reconfiguração da paisagem, sobretudo em ambientes fluviais. Entretanto, é necessário considerar que, embora as imagens revelem marcos temporais relevantes no processo de transformação do vale, não se pode descartar a ocorrência de processos policíclicos.

Palavras-chave: morfotecnogênese, análise espacial, geomorfologia fluvial, garimpo aluvionar.

Abstract

Driven by advancements in natural resource extraction techniques, anthropogenic activities have intensified landscape transformation, leading to the emergence of technogenic landforms and deposits. This context is evident in the Southern Espinhaço Range, particularly within the Ribeirão Datas valley, where human occupation dates back to the 18th century. The objective of this research

is to analyze anthropogenic influences on the configuration of the Ribeirão Datas valley through the identification and analysis of technogenic features. The methodological approach includes the mapping of technogenic landforms, the analysis of aerial imagery from the 1960s, and the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to satellite imagery from 1985, 1995, 2006, 2013, and 2021, supplemented by fieldwork for data validation and *in situ* analysis. The results reveal zones of technogenic elevations, depressions, and corrugations, with significant emphasis on areas of tailings accumulation, diverse excavation features, and stream diversions. Consequently, a high degree of anthropization was observed in the valley, with alluvial mining identified as a primary driver of landscape reconfiguration, especially in fluvial environments. However, it must be considered that while the imagery reveals significant temporal milestones in the valley's transformation process, the occurrence of polycyclic processes cannot be disregarded.

Keywords: morphotechnogenesis, spatial analysis, fluvial geomorphology, alluvial mining.

Introdução

A capacidade humana de transformar a superfície terrestre se tornou cada vez mais evidente à medida que as técnicas para a obtenção de recursos naturais foram se sofisticando. Assim, a transformação de diversas paisagens, até então um processo lento e atrelado à dinâmica físico-natural, passou a ser conduzida ou influenciada pelo ser humano, tendo como consequência a geração direta e indireta de relevos e depósitos tecnogênicos (TER-STEPANIAN, 1988; LUZ; MARÇAL, 2016).

Globalmente, as bases para essa nova época geológica, denominada de Tecnógeno, foram iniciadas há ~11,7 mil anos, quando diversos grupos humanos deixam de ser apenas caçadores e coletores e passam a desenvolver práticas agrícolas (TER-STEPANIAN, 1988; PELOGGIA; OLIVEIRA, 2005; LUZ; MARÇAL, 2016). Entretanto, localmente, os marcos dessa nova ordem na modelagem da superfície terrestre variam em função do contexto sócio-histórico de ocupação da região.

Considerada uma das bases econômicas da formação do território brasileiro, a exploração mineral no Brasil teve início no século XVII, com expedições ao interior (MARTINS, 2020). Eventualmente, os expedicionários, conhecidos como bandeirantes, levantaram evidências de ouro e diamante em depósitos aluviais nas regiões interioranas, principalmente em Minas Gerais, onde foram estabelecidas diversas vilas/arraiais, como Vila Rica (atual Ouro Preto), na região do Quadrilátero Ferrífero, e Tijuco (atual Diamantina), na Serra do Espinhaço Meridional – SdEM (SAINT-HILARIE, 1941; SILVA, 1995; FERRAND *et al.*, 1998; MARTINS, 2008; ESCHWEGE, 2011).

Em função desse contexto de exploração mineral, a região da SdEM tem sido investigada por diferentes pesquisas de cunho geológico-geomorfológico desde o século XIX (KNAUER, 2007). Destacam-se, mais recentemente, estudos que contribuíram para a

investigação do papel dos processos fluviais na evolução do relevo (CARVALHO *et al.*, 2018; CARVALHO; MAGALHÃES JR., 2022).

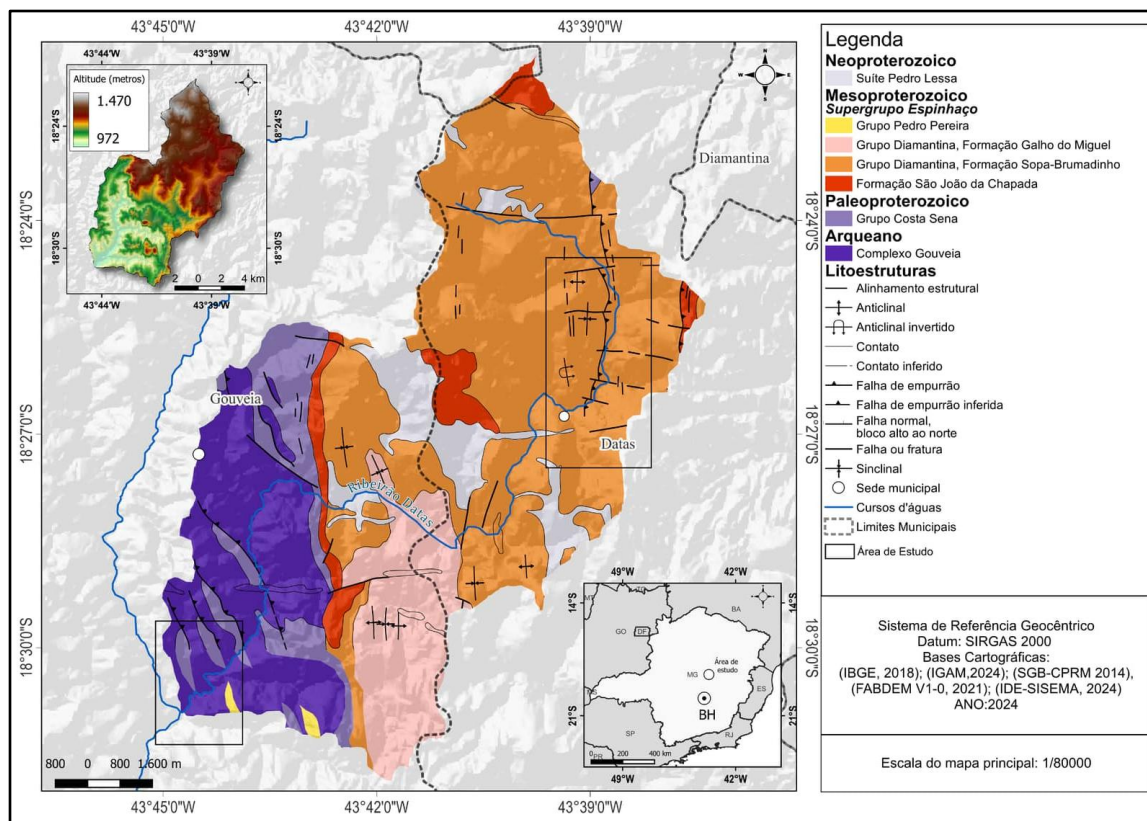
De modo geral, a atividade do garimpo aluvionar promove alterações sistêmicas na paisagem devido à remoção da cobertura vegetal e exposição dos solos, desde os fundos de vale até níveis deposicionais localizados nas encostas. No caso do garimpo moderno, ocorre ainda o uso de contaminantes, como o mercúrio (Hg) na exploração aurífera, impactando os recursos hídricos (LACERDA; SAADI, 2017; MARTINS, 2020). Geomorfologicamente, a acumulação de sedimentos estéreis em calhas, planícies e terraços fluviais gera pacotes residuais que alteram a configuração de leitos e margens, evidenciando a alta sensibilidade desses ambientes aos impactos da mineração (LIMA *et al.*, 2022; NOLASCO, 2002; KUCHENBECKER *et al.*, 2016).

Assim, é necessário que os estudos a respeito da evolução das paisagens na SdEM contextualizem os processos também na perspectiva do Tecnógeno. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar as influências antrópicas na configuração do vale do ribeirão Datas por meio da identificação e análise de feições tecnogênicas.

Área de Estudo

Localizado na SdEM, o ribeirão Datas (Figura 1) possui 34 km de extensão e drena uma área total de 123 km² entre os municípios de Datas (médio e alto curso) e Gouveia (baixo curso). Trata-se de um afluente da margem esquerda do ribeirão Chiqueiro, que integra o sistema de bacias dos rios Paraúna-Velhas-São Francisco (CARVALHO e MAGALHÃES JR, 2022).

Em relação aos seus aspectos fisiográficos, o Cerrado predomina na região a aproximadamente 6.000 anos (CHUENG, 2016), com espécies arbustivas de pequeno a médio porte, muitas vezes esparsas, e gramíneas assentadas principalmente sobre fortes declives (SILVA *et al.*, 2005). Entretanto, podem ser observados dois domínios físico-naturais na bacia. No alto e médio cursos (Figura 1), encontram-se rochas metassedimentares do Supergrupo Espinhaço, intercaladas com soleiras ígneas e diques diabásicos (ABREU; RENGGER, 2007). Nessa área, o relevo apresenta formas aplainadas e elevadas (~1.250 m), além de formas residuais com altitudes acima dos 1.400 m (SALGADO; VALADÃO, 2003). Predominam os neossolos, de baixa fertilidade natural, textura arenosa e fácil desagregação (SILVA *et al.*, 2005).

Figura 1. Arcabouço Litoestratigráfico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Datas

Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

No baixo curso, predominam rochas ígneas e metaígneas (Figura 1), como ortognaisses, anfibólitos e ultramáficas do Complexo Gouveia (ABREU; RENGGER, 2007). Nessa área, a Depressão de Gouveia apresenta superfícies dissecadas e vertentes alongadas e convexas, formando colinas de topos suaves e altitudes próximas a 1.000 m (SALGADO; VALADÃO, 2003). Predominam Latossolos Vermelhos distróficos, associados a rochas metabásicas, Cambissolos, vinculados a relevo mais acidentado e rochas graníticas, e Neossolos Flúvicos, relacionados aos terraços fluviais (AVILA, 2009). Destaca-se ainda a ocorrência de grandes voçorocas que, embora associadas à suscetibilidade natural, têm origem também relacionada às ações antrópicas (AUGUSTIN; ARANHA, 2006).

Historicamente, as intervenções humanas nos vales estiveram ligadas à exploração de diamante e ouro em aluviões recentes, acumulados nos leitos e nas planícies de inundação, e mais antigos, como nos terraços fluviais, além de afloramentos, sobretudo nos conglomerados da Formação Sopa Brumadinho (SANTOS, 1976; MARTINS, 1994; FERRAND et al., 1998; ESCHEWEGE, 2011). Destacam-se a abertura de cavas, alterações

nas calhas fluviais com redirecionamento de fluxos e barramentos, desvios de canais secundários e o descarte de estéril no leito e nas margens (FERRAND et al., 1998).

As práticas garimpeiras de caráter rudimentar persistem desde o século XVIII e, embora tenham decaído no século XXI, ciclos menos expressivos continuaram nas últimas décadas (COSTA, 2007; LACERDA; SAADI, 2017). Nos ciclos recentes, destacam-se ações mecanizadas, como dragagem de sedimentos da calha fluvial, desmonte hidráulico de margens, terraços e afloramentos, além da criação de lagoas marginais para tratamento (PEIXOTO; LIMA, 2004; SOUZA, 2020). Atualmente, com o fortalecimento da fiscalização ambiental e o esgotamento das reservas superficiais, os municípios de Datas e Gouveia se voltara, sobretudo, às atividades agrossilvipastoris, com destaque para a produção de eucalipto e a fruticultura do morango (FONSECA et al., 2018; IBGE, 2023; PEREIRA et al., 2023).

Materiais e métodos

Os procedimentos metodológicos seguiram três etapas. A primeira consistiu no levantamento bibliográfico sobre o histórico de ocupação da região, visando subsidiar as atividades de campo. A segunda compreendeu campanhas de campo voltadas à observação e descrição das feições e materiais superficiais. Com base nessas observações, o vale foi segmentado em quatro trechos, conforme as características fisiográficas e as alterações antrópicas observadas: um no baixo curso (próximo à confluência com o ribeirão do Chiqueiro), dois no médio-alto curso (a montante da zona urbana de Datas) e um no alto curso (zona rural). A terceira etapa consistiu na análise, em gabinete, de produtos de sensoriamento remoto em Sistema de Informação Geográfica (SIG) – QGIS 3.38.0.

Para o mapeamento das feições tecnogênicas, foram adotadas as Diretrizes para Mapeamento de Formas de Relevo Tecnogênicas no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR), propostas por Moura et al. (2023), que orientam a delimitação de feições agradacionais, degradacionais e outras modificações topográficas de origem antrópica (Quadro 1). O mapeamento foi realizado por vetorização manual, em escala 1:5.000, a partir de imagens do Google Satélite (2024 e 2025).

Quadro 1. Proposta de classificação do relevo tecnogênico

FORMAS DE RELEVO TECNÔGENICAS			
Morfologia		Expressão no terreno	Morfogênese
Categorias (1º Nível)	Tipos (2º Nível)		
Elevações e Superposições Tecnogênicas	Equiformas Tecnogênicas	Formas associadas a depósitos tecnogênicos construídos	Acréscimo direto de material
	Geotecnofomas de Acumulação	Formas associadas a depósitos tecnogênicos induzidos	Acréscimo induzido de material
Cicatrizes e Depressões Tecnogênicas	Tecnofomas de Escavação	Cicatrizes tecnogênicas escavadas	Retirada direta de material
	Geotecnofomas de Denudação	Cicatrizes ou depressões tecnogênicas induzidas	Movimentação ou erosão induzida de material
Corrugações tecnogênicas	Tecnofomas de Turbação	Formas associadas a terreno revolvido	Movimentação direta de material dentro do próprio sítio
Equiformas tecnogênicas	Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Superfície	Formas associadas a solos tecnogênicos	Modificação direta ou indireta na composição ou estrutura física do terreno em superfície
	Equiformas Tecnogênicas de Modificação em Profundidade	Maciço tecnoturbado	Modificação direta na composição ou estrutura física do terreno em profundidade

Fonte: Moura *et al.* (2023).

Executou-se também uma análise multitemporal do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada-NDVI (ROUSE *et al.*, 1974) em imagens de satélite dos anos de 1985, 1995, 2006, 2013 e 2021, buscando relacionar a cobertura vegetal à dinâmica das atividades antrópicas. O critério para o recorte temporal foi o acesso a imagens de satélite com a possibilidade de visualização do vale sem cobertura de nuvens (junho a setembro). Foram utilizadas imagens de satélites Landsat 5TM, (1985 e 1995), Landsat-7 ETM+ (2006), Landsat-8 OLI (2013) e CBERS-4A (2021).

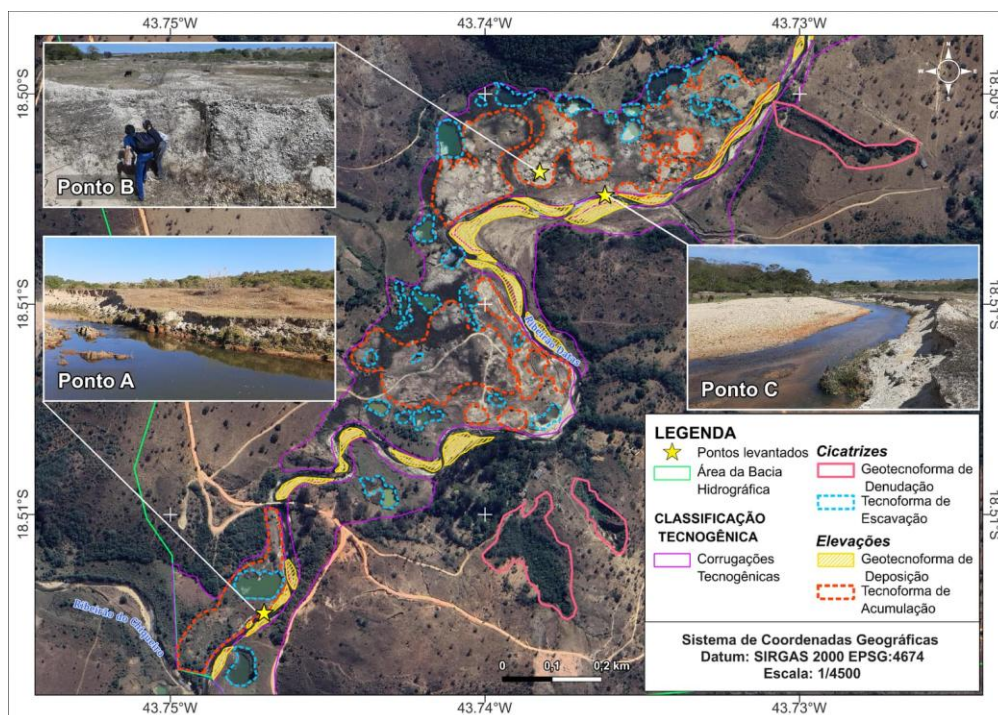
Por fim, foi realizada uma análise de fotografias aéreas do voo AST-10 da USAF, de julho de 1965, cedidas pela Fundação João Pinheiro. Assim, estas imagens, as mais antigas dentre as bases obtidas, foram consideradas como referencial para análise das imagens mais recentes, permitindo observar indicativos da formação de terrenos tecnogênicos nas últimas décadas e, em caso positivo, a aplicação da classificação dos tipos de morfologias perceptíveis. No entanto, por ser uma imagem com menor resolução espacial e espectral, não foram empregadas as mesmas diretrizes de mapeamento definidas por Moura *et al.* (2023).

Resultados e discussão

O vale do ribeirão Datas apresenta, no baixo curso (município de Gouveia), um terraço baixo e relativamente amplo, com pequena planície embutida (Figura 2). No patamar mais elevado (terraço), ocorrem diversas Tecnoformas de Acumulação, como montículos de sedimentos finos, cascalheiras de clastos angulosos (3 a 6 cm), em geral recobertos por vegetação arbustiva. No terraço, registram-se também cavas inundadas, classificadas como Tecnoformas de Escavação. Próximo à margem do curso d'água, também ocorrem empilhamentos em montículos isolados de materiais grossos ou em conjuntos de morrotes de materiais finos, com topos arredondados e cobertura herbácea.

A jusante da ponte próxima à foz (Figura 2), destacam-se Geotecnoformas de Desnudação, como voçorocas, na margem esquerda. A montante da ponte, as Tecnoformas de Acumulação tornam-se mais expressivas, com pilhas de cascalhos angulosos nas bordas de catas secas e inundadas, formando empilhamentos concêntricos (Figura 3). Observa-se ainda acúmulo de cascalho no interior dessas catas, além da presença de ferramentas de garimpo artesanal e resíduos sólidos associados.

Figura 2. Feições tecnogênicas no baixo curso do ribeirão Datas

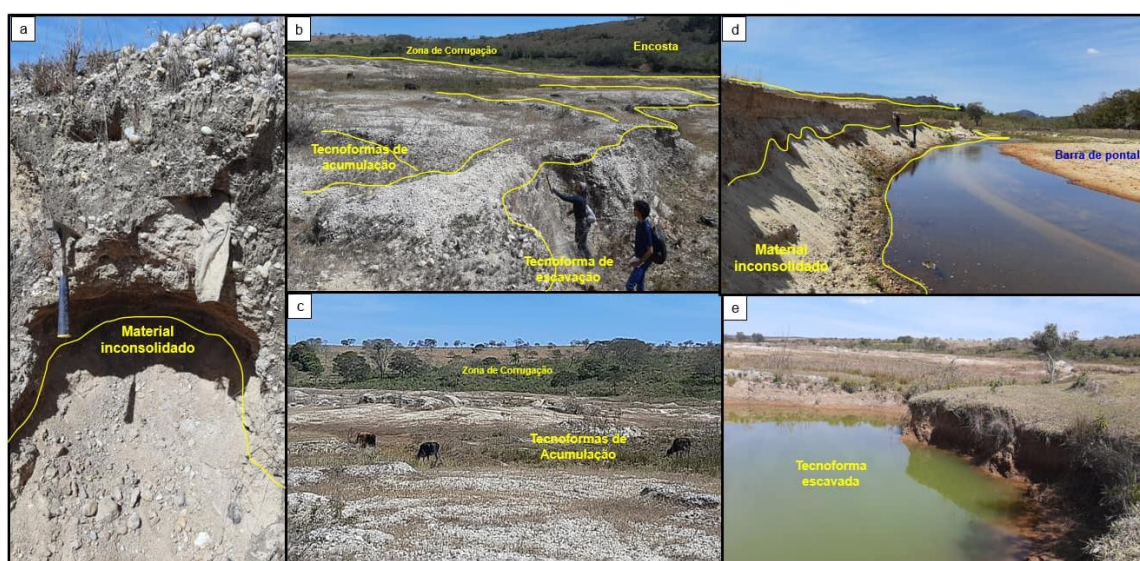


Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

As Tecnoformas de escavação (Figura 3) são representadas por catas secas e inundadas (lagoas artificiais) que se expressam sobre o terraço até a área de contato com níveis topográficos superiores. Essas feições se somam às Elevações Tecnogênicas na área de Corrugação Tecnogênica (Figura 3), uma vez que a alteração topográfica é resultante do remanejamento de materiais no mesmo local, formando superfícies irregulares ou mais suavizadas.

As Geotecnoformas são menos expressivas nesse ponto, ficando restritas ao leito e à planície na margem esquerda. A barra de pontal que se destaca nesse trecho (Figura 3d) possui materiais arenosos misturados ao cascalho, composição semelhante ao que é encontrado na Tecnoforma de Acumulação.

Figura 3. Representações de formas de relevo tecnogênico na margem direita: a) Resíduo têxtil soterrado em material arenoso; b) Distribuição espacial das Tecnoformas Acumuladas e Escavadas; c) Extensão das Tecnoformas de Acumulação; d) Exemplos de Geotecnoformas de Deposição; e) Tecnoforma Escavada – cava inundada.

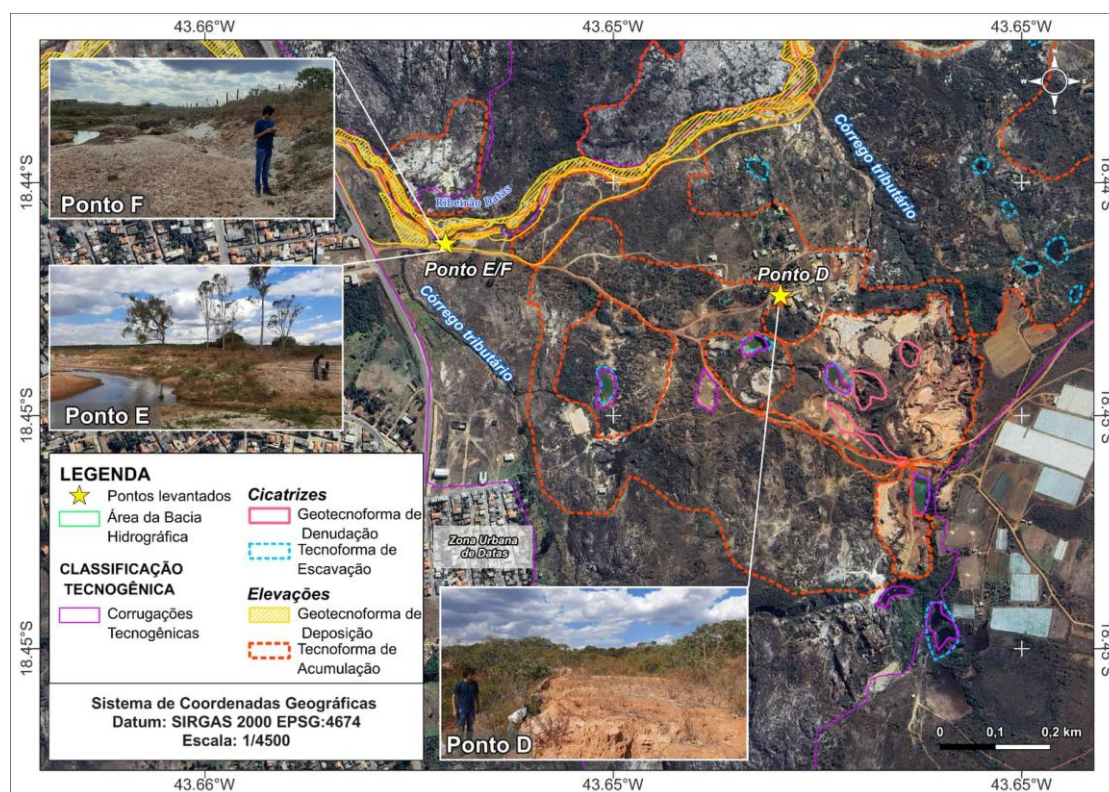


Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

No médio curso, já no município de Datas, observa-se um contexto morfotecnogênico distinto, associado à proximidade com a área urbana e à presença de atividades agrícolas. As áreas de corrugação englobam elevações e cicatrizes (Figura 4), com predomínio de Tecnoformas de Escavação distribuídas pelas encostas (como lagoas artificiais e cortes em taludes), frequentemente marcadas por voçorocas de grande porte, classificadas como Geotecnoformas de Denudação.

No fundo de vale, o terraço apresenta indícios de revolvimento recente, evidenciados pela superfície irregular e pela dispersão de clastos de diferentes tamanhos e graus de arredondamento. Destacam-se intervenções antrópicas como o aterro da BR-259, modificações em estradas vicinais e o descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos, além da presença de materiais de construção civil (Figura 5). Na calha fluvial, ocorrem Tecnoformas de Acumulação em montículos agrupados e isolados, compostos por cascalhos e materiais heterogêneos, incluindo resíduos sólidos e orgânicos. Esses materiais também são utilizados para desviar o fluxo d'água.

Figura 4. Feições tecnogênicas no médio curso do ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

No contexto de encosta, as corrugações são constituídas por materiais colúvio-aluvionares friáveis e concreções ferruginosas, apresentando superfícies acidentadas e vertentes escarpadas, associadas a processos erosivos (Figura 5). Em áreas de meia vertente, as Tecnoformas de Acumulação resultam do desmonte hidráulico do manto de intemperismo.

Figura 5. a) Visão geral do fundo de vale, alto-médio curso b) Formas tecnogênicas entorno de canal tributário do ribeirão Datas c) Vista de Geotecnóforma de Voçoroca em contexto de encosta d) Área de desmonte com destaque para Tecnoformas de Escavação.

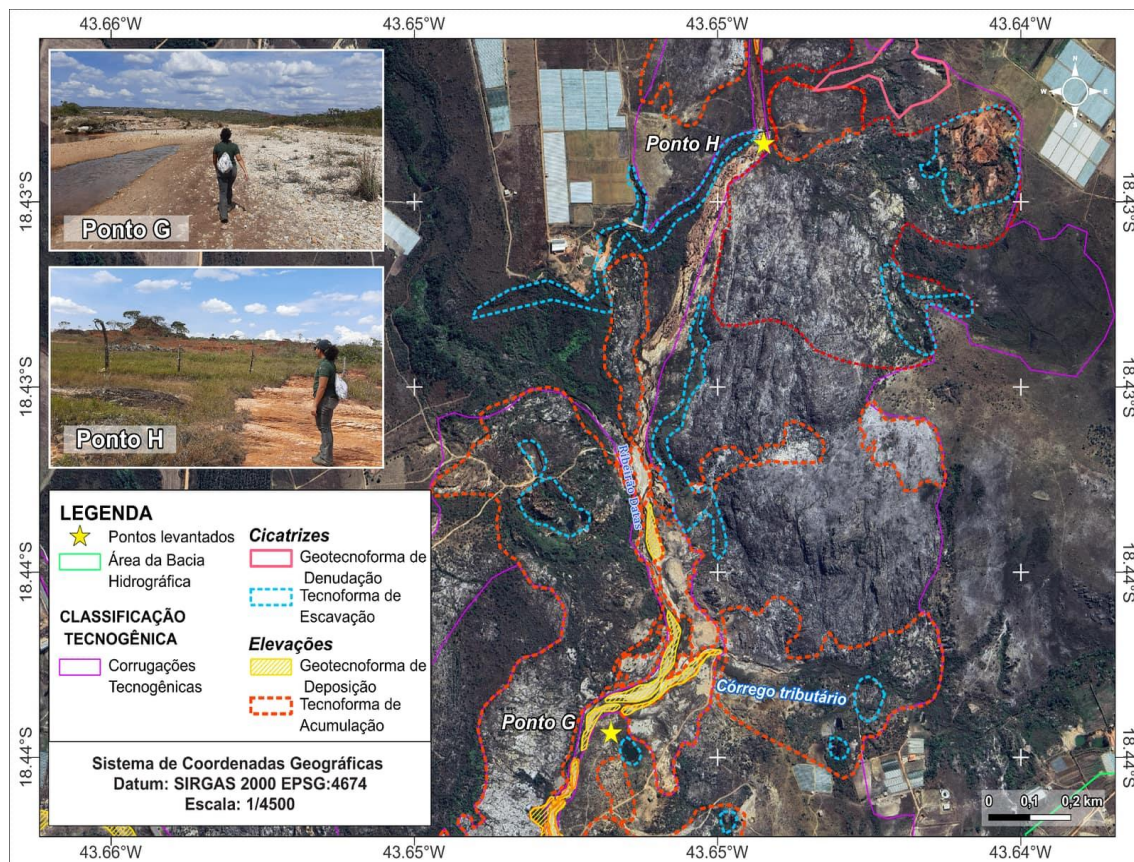


Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A montante, nas proximidades de uma barragem e da localidade “Datas de Cima”, em área da Formação Sopa Brumadinho, observam-se, em imagem de satélite, Geotecnóformas de Denudação do tipo voçoroca em áreas de plantio (Figura 6). Essas feições ocorrem próximas a pequenos cursos d’água e suas nascentes, enquanto as Tecnoformas de Escavação correspondem a catas secas. A barragem apresenta evidências de múltiplas fases construtivas, com empilhamentos de pedras, uso de sacos de cimento e sobreposição de concretagem recente sobre estruturas mais antigas (Figura 7).

No contexto de encosta, ocorrem cicatrizes classificadas como Tecnoformas de Escavação (Figura 7). Imagens de satélite indicam desvios do ribeirão Datas, associados a escavações destinadas à derivação de água para o desmonte e lavagem de “gorgulhos” em “grupiaras”. Foram identificadas estruturas como “bicames”, constituídos por caixas de madeira, e “valos”, construídos com pedra ou escavados na superfície, tanto nas encostas quanto nas margens (Figura 7).

No fundo de vale, a topografia irregular da calha favorece a concentração de materiais finos e clastos de menor dimensão, acumulados também em feições como “marmitas” e “panelas”. Nos trechos a jusante, o curso d’água apresenta padrão meandrante, com leito aluvial amplo e presença de barras detríticas.

Figura 6. Terrenos tecnogênicos no médio-alto curso do Ribeirão Datas.

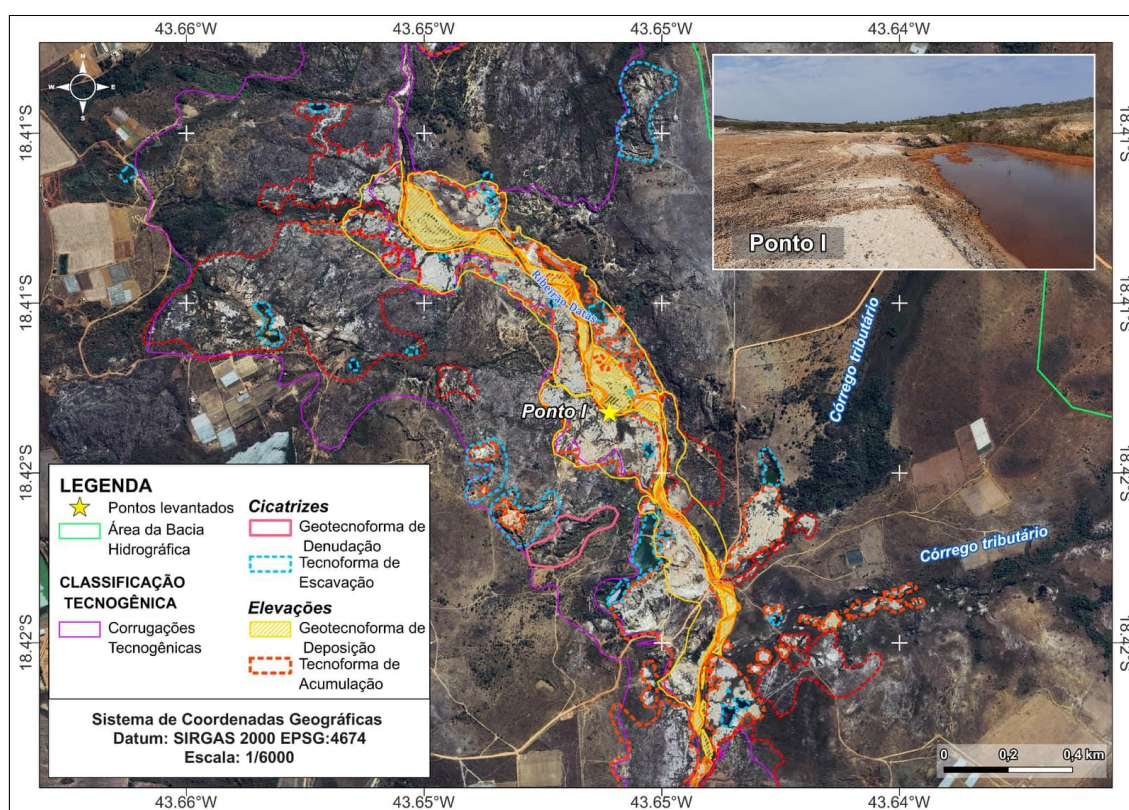
Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

Figura 7. Cicatrizes e Depressões Tecnogênicas no alto-médio curso: a) Recorte sobre terreno denominado “valo” em contexto de encosta; b) Bicame encaixado sobre valo; c) Barragem instalada no curso d’água; d) represamento de pequeno porte.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

No trecho mais a montante (alto curso), observa-se a dragagem de areia aluvionar para construção civil. Na margem direita, identificam-se indícios de intenso revolvimento na planície e nas encostas (Figura 8). As Geotecnoformas de Deposição associam-se às morfologias da planície e do leito, sendo compostas por materiais da própria extração, como cascalhos de diferentes tamanhos e graus de arredondamento e areias mal selecionadas. Suas superfícies apresentam marcas de maquinário pesado e vegetação rasteira esparsa.

Figura 8. Terrenos tecnogênicos no alto curso do Ribeirão Datas



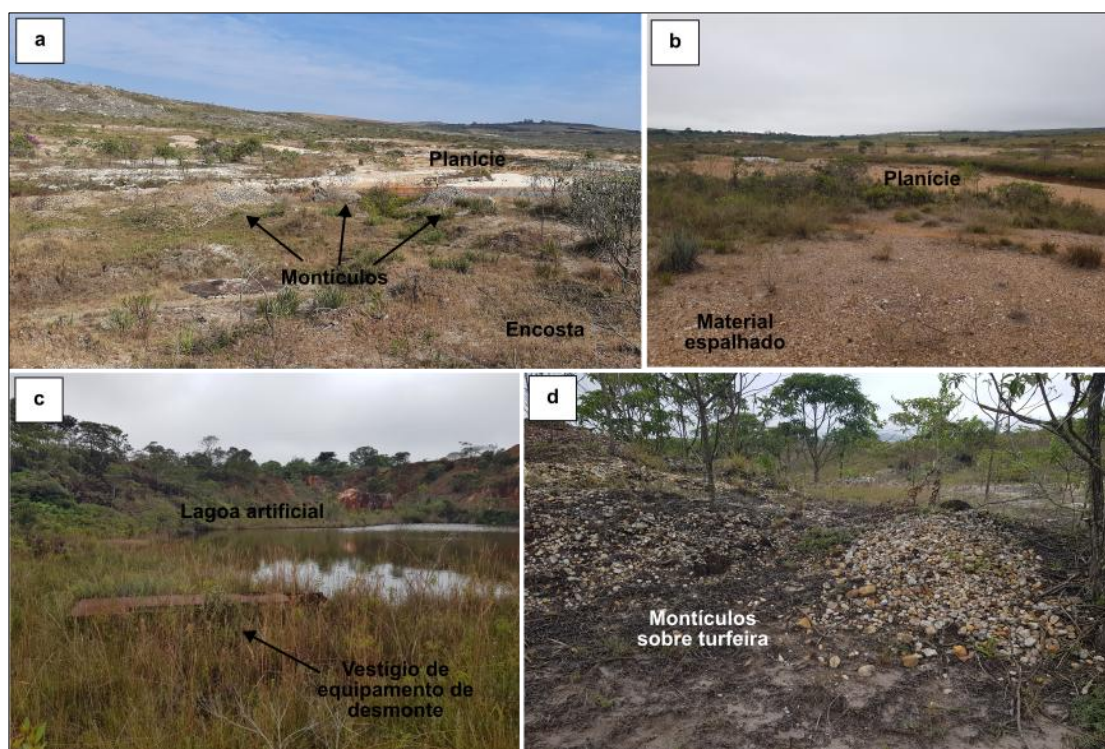
Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

As cicatrizes de Tecnoformas de Escavação correspondem a catas secas ou parcialmente inundadas, associadas às áreas de revolvimento e acumulação, à semelhança do observado no baixo curso. As Geotecnoformas de Denudação incluem voçorocas e sulcos erosivos, enquanto as Tecnoformas de Acumulação correspondem a pilhas de cascalhos e material arenoso. Esses empilhamentos estão distribuídos ao longo do vale, configurando conjuntos de montículos de rejeito (Figura 8).

No contexto de encosta (Figura 9), repetem-se Tecnoformas de Acumulação e de Escavação, diferenciando-se principalmente pela granulometria e composição dos

materiais. Observam-se empilhamentos de tamanhos variados organizados ao redor de lagoas artificiais, de forma isolada. Parte desses depósitos é composta por grânulos bem selecionados (“canjicas”), indicando material previamente processado, enquanto outros correspondem a seixos maiores e predominantemente angulosos (“gorgulhos”). A presença de lagoa artificial associada a vestígios metálicos de equipamento sugere o uso pretérito de estruturas para desmonte hidráulico (Figura 9c), evidenciando a atuação direta do garimpo na reorganização dos materiais e das formas de encosta.

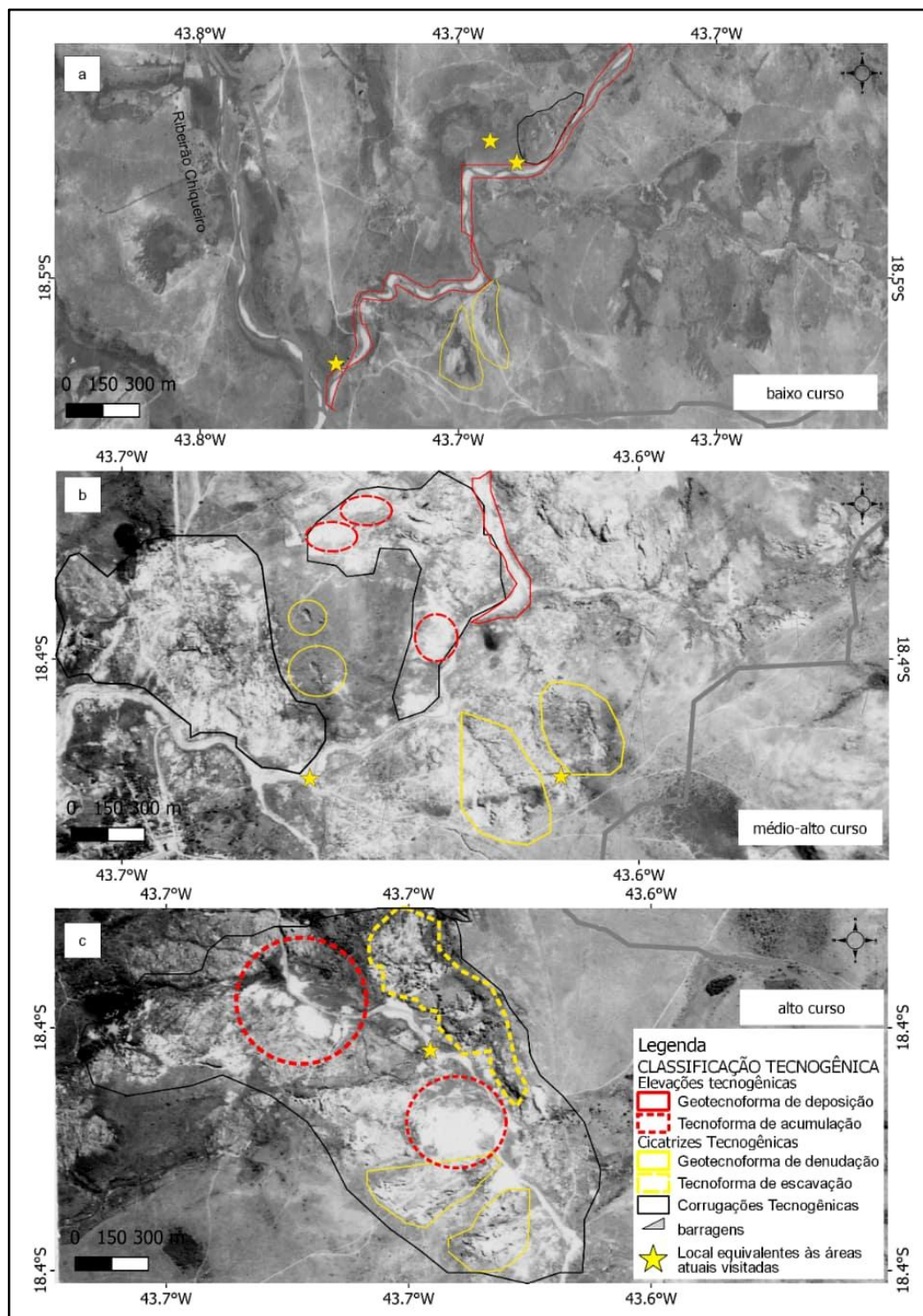
Figura 9. Representações de feições tecnogênicas ao longo do alto curso: a) Tecnoformas de Acumulação na encosta; b) Tecnoforma de Acumulação no fundo do vale; c) Equipamento de desmonte hidráulico no entorno de lagoa artificial; d) Tecnoforma de Acumulação – canjicas.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A análise multitemporal confirma importantes mudanças nos usos e coberturas do solo entre meados da década de 1960 e o início dos anos 2020. Na imagem de 1965, já se observam intervenções antrópicas ao longo do vale, como estradas vicinais e supressão da vegetação para uso agrícola no baixo curso. Contudo, elas eram ainda incipientes (Figura 10), sem evidências claras de escavações ou empilhamento de materiais, em contraste com o cenário atual observado em campo (Figura 3). Ainda assim, registram-se sedimentos em barras de canal e voçorocas nas vertentes.

Figura 10. Aerofotos da bacia do Ribeirão Datas em 1965.

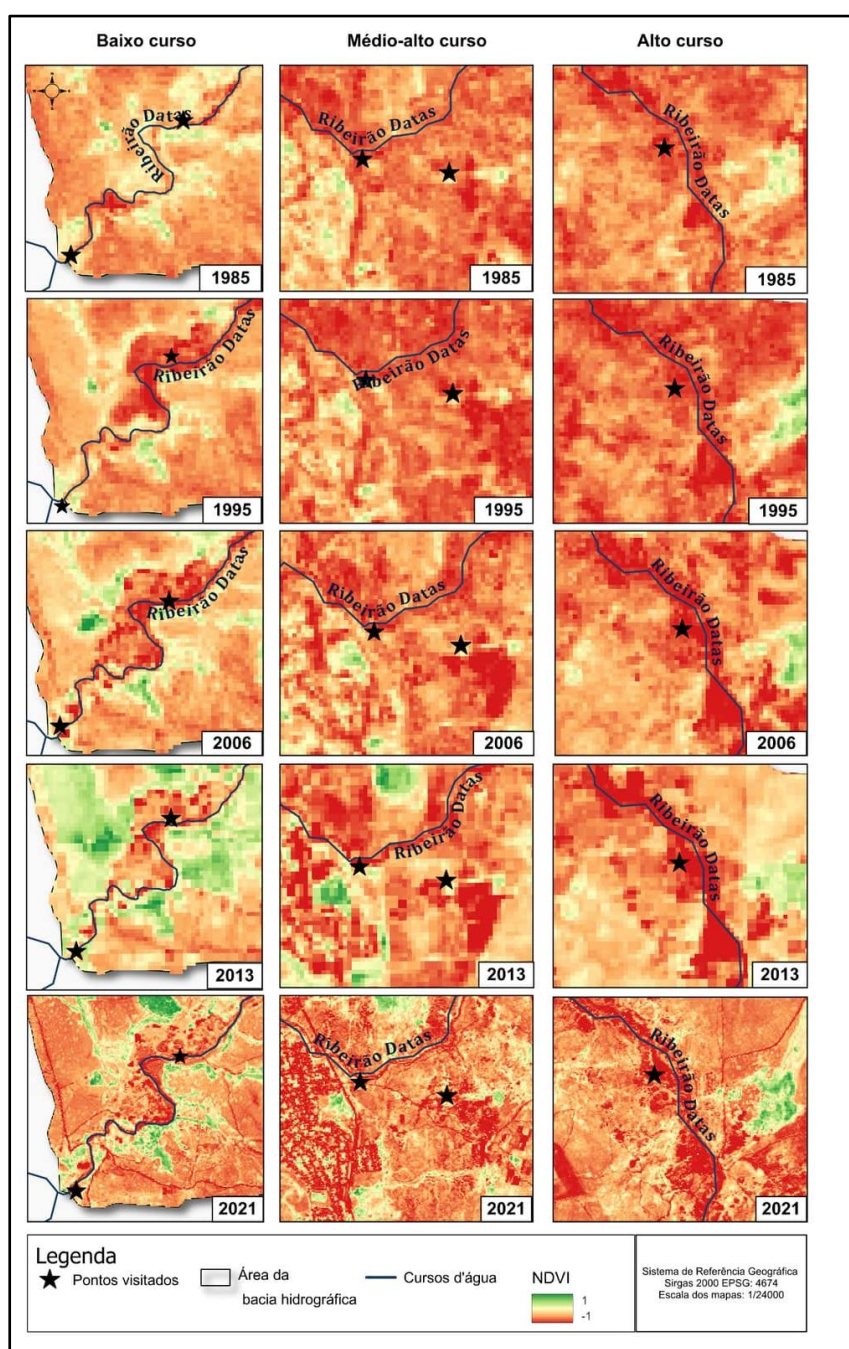


Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

Considerando que a retirada da vegetação e do solo orgânico constitui a etapa inicial do garimpo (PEIXOTO; LIMA, 2004), a análise do NDVI indica que o garimpo aluvionar no baixo curso é relativamente recente, com intensificação após 1985. Entre 1985

e 2006, observa-se expansão das áreas de solo exposto e retração da cobertura vegetal. Em 2013, apesar do aumento da vegetação, persistem áreas expostas no fundo do vale. Em 2021, a maior resolução espacial permite associar baixos valores de NDVI diretamente às catas e pilhas de estéril, evidenciando a intensificação e permanência das intervenções garimpeiras (Figura 11).

Figura 11. NDVI nos trechos estudados ao longo do Ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2024.

No médio-alto curso, nas imagens de 1965 (Figura 10), as geotecnóformas de denudação correspondem a voçorocas em meia vertente e a barragem já é identificada. As áreas representadas na Figura 9 já aparecem associadas a processos erosivos, porém não há evidências de desmonte hidráulico, sugerindo ser esta uma prática mais recente.

A interpretação do NDVI no médio-alto e alto curso é limitada pelo contexto físico-natural. Com vegetação menos densa (campos rupestres e de altitude) e afloramentos rochosos comuns, as intervenções antrópicas são menos claras. As alterações são mais evidentes a partir de 1995. A norte de Datas, áreas de solo exposto em 1965 contrastam com o cenário atual, no qual a vegetação rasteira recobre a superfície, mascarando pilhas de estéril, sendo percebidas apenas em campo.

No alto curso, há inversão espacial das intervenções, das encostas em 1965 para o fundo do vale a partir de 1985. Dinâmica semelhante ocorre no rio Jequitinhonha (Souza et al., 2022), onde o revolvimento de sedimentos e a supressão da vegetação marginal alteram o estilo fluvial, evidenciando o papel antrópico em escala regional.

Estudos em Datas e na bacia do ribeirão do Chiqueiro (Carvalho e Magalhães Jr., 2021, 2022) indicam que a dinâmica geomorfológica na área resulta da interação entre controles litoestruturais e climáticos, intensificados desde o Pleistoceno Tardio. Entretanto, ressaltam o protagonismo recente das ações antrópicas na modificação dos vales e seus depósitos. Em contexto semelhante, Nolasco (2002) mostra que ambientes tecnogênicos na Chapada Diamantina, na porção setentrional da Serra do Espinhaço, configuram reestruturação geomorfológica persistente, com acúmulos sedimentares e cicatrizes ligados ao garimpo, intensificando a dinâmica erosivo-deposicional e destacando a importância dos relatos e da terminologia regional.

Considerações finais

As morfologias tecnogênicas no vale do ribeirão Datas estão associadas ao intenso revolvimento dos materiais superficiais pela atividade garimpeira, tanto aluvionar quanto de encosta. Embora agricultura, pecuária e expansão urbana também ocorram na bacia, a mineração se destaca como principal agente de reconfiguração do relevo, atuando na redistribuição de sedimentos, na dinâmica fluvial e na gênese de depósitos tecnogênicos.

A classificação dos terrenos tecnogênicos mostrou-se adequada à análise do relevo, permitindo sistematizar as feições identificadas. Contudo, a ausência de base cartográfica de maior resolução limitou a precisão do mapeamento, sobretudo em áreas mais

complexas. De modo semelhante, a análise multitemporal por NDVI foi condicionada à resolução das imagens, restringindo a detecção de intervenções de menor escala e reforçando a necessidade de integração com dados de campo.

Apesar de fornecerem marcos temporais relevantes, as imagens indicam que a evolução do vale não é linear, sendo marcada por processos policíclicos, sobretudo ligados ao garimpo aluvionar. Assim, áreas aparentemente estáveis podem corresponder a superfícies retrabalhadas, cujos vestígios são parcialmente mascarados por processos erosivos e deposicionais e pela regeneração da cobertura vegetal.

Dessa forma, o vale do ribeirão Datas configura um exemplo expressivo de paisagem tecnogênica, em que a sobreposição de intervenções antrópicas traz maior complexidade à leitura direta da evolução geomorfológica e evidencia a necessidade de abordagens integradas para a compreensão de sistemas antropizados.

Referências bibliográficas

ABREU, P. A. A.; RENGGER, F. E. *Stratigraphy and facies of the southern Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil. Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, v. 158, n. 1, p. 9 - 29, 2007.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1 - 2, p. 75 - 86, 2006.

AVILA, F. F. **Análise da cobertura pedológica em uma Topossequência na bacia do Córrego dos Pereiras-Depressão de Gouveia/MG.** 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR., A. P. *Fluvial archives as records of the late quaternary landscape evolution in the southeastern Brazilian highlands. Journal of South American Earth Sciences*, v. 116, p. 1 - 22, 2022.

CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR., A. P.; FILIZZOLA, B. R.; MARQUES, C. P. M. O papel dos processos fluviais na configuração de fundos de vale na bacia do rio Paraúna – Serra do Espinhaço Meridional, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, n. 4, p. 691 - 708, 2018.

CHUENG, K. F. **Reconstituição paleoclimática da geodinâmica quaternária na Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, através dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono.** 179 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra) – Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2016.

COSTA, L. R. Os garimpos clandestinos de ouro em Minas: tradição e mudança. *Revista História & Perspectivas*, v. 1, n. 3637, 2007.

ESCHWEGE, W. L. V. **Pluto Brasiliensis** (1833). Tradução: Domício de Figueiredo Murta. Brasília: Senado Federal, 2011.

FERRAND, P.; SAD, J. H. G.; GUIMARÃES, J. C. **O ouro em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1998.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. *Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote sensing of environment*, v. 83, n. 1-2, p. 195 - 213, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 29 jan. 2023.

KNAUER, L. G. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. **Geonomos**, v. 15, n. 1, p. 81 - 90, 2007.

KUCHENBECKER, M.; FRAGOSO, D. G. C.; SANGLARD, J. C. D.; FANTINEL, L. M. A utilização de lavras desativadas como laboratórios naturais para ensino de Geociências: exemplos de Diamantina (MG). **Terræ Didactica**, v. 12, n. 1, p. 56 - 68, 2016.

LACERDA, M. O.; SAADI, A. Paisagem garimpeira no planalto de Diamantina, Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, v. 6, n. 2, p. 15 - 26, 2017.

LIMA, A.; LIMA, C.; NOLASCO, M.; JANUARIO, L.; MOREIRA, E. Caracterização textural, mineralógica e a lavra de aluviões diamantíferos nos garimpos da chapada diamantina, Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 44535 - 44550, 2022.

LUZ, L. M.; MARÇAL, M. S. A perspectiva geográfica do Antropoceno. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 2, p. 143 - 160, 2016.

MARTINS, M. Mineração, agricultura e degradação ambiental em Minas Gerais nos séculos XVIII e XIX. **LPH: Revista de História**, [S.I.], n. 4, 1994.

MARTINS, M. A crise dos negócios do diamante e as respostas dos homens de fortuna no Alto Jequitinhonha, décadas de 1870-1890. **Estudos Econômicos**, v. 38, p. 611 - 638, 2008.

MARTINS, M. O garimpo e as paisagens rurais do passado na Diamantina oitocentista. **Territórios e Fronteiras**, v. 13, n. 1, p. 302 - 333, 2020.

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**, v. 24, n. 4, 2023.

NOLASCO, M. C. **Registros geológicos gerados pelo garimpo. Lavras Diamantinas - BA**. 316 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PEIXOTO, R. J.; LIMA, H. M. Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub-bacia do rio das Velhas, MG. **Revista Escola de Minas**, v. 57, p. 249 - 254, 2004.

PELOGGIA, A. U. G. Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: o estudo da agência geológico-geomorfológica humana e de seus registros. **Revista do Instituto Geológico**, v. 40, n. 1, p. 1 - 17, 2019.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das Geociências. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10., 2005, Guarapari. **Anais [...]**, 2005.

PEREIRA, N. A. S.; FERREIRA NETO, A. C.; BONFÁ, C. S.; SANTOS, L. C. Análise de viabilidade financeira e de risco da moranguicultura: um estudo de caso para o município de Datas, Minas Gerais. **Irriga**, v. 28, n. 1, p. 37 - 47, 2023.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. In: ERTS-1 Symposium NASA. **Anais [...]** NASA: Washington DC, p. 309 - 317, 1974.

SAINT-HILAIRE, A. **Viagens pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil**. São Paulo [...]: Companhia Editora Nacional, 1941.

SALGADO, A. A. S.; VALADÃO, R. C. Contribuição da Desnudação Geoquímica na Evolução da Erosão Diferencial no Espinhaço Meridional - MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 2, p. 31 - 40, 2003.

SANTOS, J. F. **Memórias do Distrito Diamantino da Comarca do Serro Frio**. 4ª Ed. São Paulo: Ed. Itatiaia, 1976.

SILVA, O. P. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. **Geonomos**, v. 3, n. 1, p. 77 - 86, 1995.

SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A (Orgs.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. 1ª Ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2005.

FONSECA, S. F.; SILVA, A. C.; SENNA, J. A. Técnicas de geoprocessamento aplicadas na identificação de usos da terra no entorno das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Raega** v. 43, p. 124 - 139, 2018.

SOUZA, B. T. Análise dos metais pesados nos sedimentos de fundo do alto rio Jequitinhonha em áreas afetadas pela atividade de extração mineral, Diamantina MG. **Geochimica Brasiliensis**, v. 34, n. 1, p. 110 - 129, 2020.

SOUZA, B. T.; SANTOS, M. S.; BAGGIO FILHO, H.; FERREIRA, R. Análise espacial e temporal do uso e ocupação da terra associado a atividade de extração mineral no rio Jequitinhonha Diamantina-MG. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 16, n. 41, p. 166-188, 2022.

TER-STEPANIAN, G. *Beginning of the Technogene*. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology**, v. 38, n. 1, p. 133-142, 1988.