

Panorama morfoestratigráfico do vale do Ribeirão Datas – MG: Depósitos tecnogênicos na Serra do Espinhaço Meridional?

Morphostratigraphic overview of the Ribeirão Datas valley – MG: Technogenic deposits in the Southern Espinhaço range?

Alessandra de Abreu Andrade^{ac} , Luiz Fernando de Paula Barros^{ad} , Antônio Pereira Magalhães Júnior^{ae} , Alex de Carvalho^{bf} 

^aDepartamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, ^bCoordenadoria da Área de Geografia do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto

^calessandrah_128@hotmail.com, ^dluizfpaulabarros@gmail.com, ^eantonio.magalhaes.ufmg@gmail.com, ^falex.carvalho@ifmg.edu.br



© 2026 The authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons license.

Resumo

Este trabalho investiga a possível influência de atividades antrópicas na geração de depósitos sedimentares e na configuração do vale do Ribeirão Datas, na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM). Embora a região da SdEM tenha sido alvo de diversas pesquisas sobre arquivos fluviais, há carência de investigações que foquem em depósitos tecnogênicos, tendo em vista um ambiente historicamente ocupado por diversas atividades antrópicas, principalmente o garimpo. A partir de dados obtidos diretamente em campo, foi feita a caracterização de depósitos aluviais e outras acumulações superficiais observadas ao longo do vale. Além da descrição estratigráfica dos depósitos e da observação do seu contexto, foi elaborada uma proposta de interpretação estratigráfica com base em modelos de fácies e elementos arquiteturais clássicos, bem como no exposto em trabalhos dedicados ao estudo de depósitos tecnogênicos, sobretudo àqueles associados a ambientes fluviais. A interpretação morfoestratigráfica sugere que a ação antrópica (direta e/ou indireta) foi capaz de reconfigurar o vale, gerando depósitos peculiares. Estes apontam para uma dinâmica de forte agradiação, com superposição de ambientes marginais por ambientes de leito ou, pelo menos, com descontinuidade de um processo de acumulação granodecrescente, sendo ambas as situações marcadas por discordâncias deposicionais. Nesse sentido, acredita-se que, em diversos trechos, os depósitos encontrados na planície de inundação do Ribeirão Datas apresentam origem tecnogênica, associada, fundamentalmente, à atividade garimpeira histórica e moderna.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial; evolução da paisagem; arquivos fluviais.

Abstract

This study investigates the possible influence of human activities on the generation of sedimentary deposits and the configuration of the Ribeirão Datas valley in the Southern Espinhaço Range (SER). Although the region of the SER has been the target of several studies on fluvial archives, there is a lack of investigations that focus on technogenic deposits, once the region was historically occupied by several human activities, mainly artisanal mining. Based on data collected directly in the field, we characterized the alluvial deposits and other superficial accumulations observed along the valley. In addition to stratigraphically describing the deposits and observing their context, we developed a proposal for stratigraphic interpretation based on classical facies models and architectural elements, as well as on what has been presented in studies dedicated to the analysis of technogenic deposits, mainly those associated with fluvial environments. The morphostratigraphic interpretation suggests that human action (direct and/or indirect) was able to reconfigure the valley, generating peculiar deposits. These deposits indicate a dynamic of strong aggradation, with overlapping of marginal environments by bed environments or, at least, with discontinuity of a process of progressively decreasing accumulation, being both situations marked by depositional discordances. In this regard, we believe that in several sections, the alluvial deposits found in the Ribeirão Datas floodplain have a technogenic origin, primarily associated with both historical and modern artisanal mining activities.

Keywords: Fluvial geomorphology; landscape evolution; fluvial archives.

1. Introdução

Registros tecnogênicos consistem em coberturas superficiais (depósitos tecnogênicos) e/ou feições de relevo (morfofotecnogênese) cuja gênese e processos evolutivos detêm contribuição total ou parcial da ação humana (Ter-Stepanian 1988, Nolasco et al. 2001,

Oliveira et al. 2005, Peloggia 2019). A sua formação deriva da retirada ou acumulação de materiais telúricos, podendo ser em qualquer ponto da superfície ou subsuperfície terrestre. Depósitos tecnogênicos também podem ser considerados como depósitos correlatos, levando em conta os múltiplos fatores específicos que

implicam em sua morfologia e constituição, seja de ordem direta, como nas áreas de mineração (cavas e pilhas de rejeitos), construção civil e aterros, por exemplo, seja por processos indiretos ou induzidos, como por contaminantes, alteração da dinâmica hidrossedimentar ou perda de cobertura vegetal (Nolasco 2002, Oliveira et al. 2005, Price et al. 2011, Walters et al. 2014, Brown et al. 2017).

As intervenções humanas podem envolver o material de origem dos sedimentos, o arranjo estratigráfico e a composição mineralógica, além da presença de materiais artificializados, tais como plásticos, vidros e resíduos minerais (Peloggia 1999, Oliveira et al. 2005, Zalasiewicz et al. 2016). Entretanto, muitas vezes, essas assinaturas não são facilmente detectadas e a diferenciação entre depósitos naturais e tecnogênicos se torna um desafio complexo (Oliveira et al. 2005). Assim, depósitos tecnogênicos podem ter características idênticas ou muito semelhantes a depósitos gerados por processos naturais, a depender do tipo de atividade antrópica e da ausência de resíduos ou artefatos humanos (Peloggia & Oliveira 2005). Nesses casos, a contextualização na paisagem e a datação dos depósitos representam alternativas de verificação das possibilidades de origem tecnogênica (Peloggia & Oliveira 2005, Luz & Marçal 2016).

Os sistemas fluviais são potencialmente propícios a refletirem alterações antrópicas, tanto em termos morfológicos como estratigráficos (Peloggia & Oliveira 2005, Pelesch & Peioxoto 2020). Assim, a capacidade de reconfiguração dos registros fluviais pelas ações e atividades humanas têm suscitado reflexões e investigações baseadas em depósitos tecnogênicos (Peloggia 1999, 2019, 2020, Oliveira et al. 2005, Silva et al. 2014, Verstraeten et al. 2017).

Dentre as inúmeras atividades antrópicas relacionadas à transformação das paisagens holocênicas em Minas Gerais, a exploração mineral é uma das mais marcantes e duradouras. A exploração mineral a céu aberto é particularmente impactante nos sistemas fluviais de domínios como o Quadrilátero Ferrífero e a Serra do Espinhaço Meridional – SdEM (Costa et al. 2010, Lacerda & Saadi 2017). Na SdEM, os municípios de Datas e Gouveia testemunharam, desde o século XVIII, diversos ciclos minerários (Costa 2007, Quintão 2017, Martins 1994, 2020). Ao longo do século XX, novas iniciativas de exploração tiveram início e, ainda hoje, a atuação de garimpeiros ocorre de modo fragmentado na região.

Embora tenham sido realizadas diversas pesquisas envolvendo arquivos fluviais na SdEM (Carvalho et al. 2018, Cota et al. 2018, Carvalho & Magalhães Jr. 2021, 2022), há carência de investigações sobre depósitos tecnogênicos, tendo em vista um ambiente historicamente ocupado por diversas atividades antrópicas, principalmente pelo garimpo. Buscando contribuir para o preenchimento desta lacuna, este trabalho se propõe a investigar a possibilidade da

influência das atividades antrópicas na geração de depósitos e na configuração do vale do Ribeirão Datas, na SdEM.

2. Área de estudo

A bacia do Ribeirão Datas possui área de ~123 km² e seu curso principal possui ~34 km de extensão. A foz da bacia é na margem esquerda do Ribeirão Chiqueiro, que integra o sistema fluvial dos rios Paraúna-Velhas-São Francisco, dividindo parte de seu interflúvio com o alto Jequitinhonha. O Ribeirão Datas passa pelos municípios de Datas, em seu alto e médio curso, e Gouveia, no baixo curso.

2.1 Aspectos fisiográficos

As unidades litoestratigráficas dominantes na área são o Supergrupo Espinhaço e o Complexo Gouveia (Fig. 1). Este ocorre no baixo curso e é composto por associações de rochas graníticas e metamórficas, datadas do Arqueano, com $2,97 \pm 1,6$ Ga (Martins-Neto 1998). No médio e no alto cursos, encontram-se quartzitos, metapelitos e metaconglomerados do Supergrupo Espinhaço (formações Galho do Miguel, Sopa-Brumadinho e São João da Chapada), intercaladas com soleiras ígneas e diques diabásicos da Suíte Pedro Lessa. Destaca-se que a Formação Sopa-Brumadinho é composta por rochas sedimentares diversas de idade paleo a mesoproterozoica (1,70 a 1,30 Ga), nas quais são comumente encontrados metaconglomerados com depósitos diamantíferos (Knauer 2007, Martins-Neto 1998, Uhlein et al. 1995, 2017).

O relevo da bacia é marcado por processos desnudacionais diferenciais, dando origem às unidades Superfícies de Cimeira e Depressão de Gouveia (Salgado & Valadão 2003). No alto e no médio curso, o modelado das Superfícies de Cimeira resulta dos processos denudacionais nos quartzitos do Supergrupo Espinhaço (Fig. 2). As formas são aplainadas, com topos tabulares com altitudes entre 1.200 a 1.300 m, além da presença de relevos residuais em cotas acima de 1.400 m. Essa unidade bordejada a Depressão de Gouveia com escarpamentos e cristas. A pedogênese também detém uma relação intrínseca com o material de origem. Dessa forma, no alto e no médio curso, o tipo de solo predominante é o Neossolo Litólico, com o horizonte A fraco ou moderado, com presença ou não de cascalhos; Neossolo Quartzarênico; Neossolo Flúvico; Neossolo Quartzarênico Hidromórfico (Silva et al. 2005). São solos de baixa fertilidade natural, textura arenosa e de fácil desagregação. Nesse ambiente, a vegetação típica do Cerrado predomina, com espécies arbustivas de pequeno a médio porte, muitas vezes esparsas, e gramíneas (Silva et al. 2005). Análises de fítólitos indicam que o Cerrado predomina na região desde 6.038 anos AP (Chuang, 2016).

No baixo curso, a Depressão de Gouveia apresenta superfícies dissecadas, vertentes alongadas e convexas, formando um conjunto de colinas com topos suaves,

modeladas em elúvios (Fig. 2). As cotas variam entre 1.000 e 1.050 m de altitude. Conforme Ávila (2009), predominam nesta área o Latossolo Vermelho distrófico, ligado a rochas metabásicas, o Cambissolo, associado a um relevo mais acidentado e rochas graníticas, e o Neossolo Flúvico em terraços fluviais. É comum a presença de grandes voçorocas que, apesar de estarem associadas a um contexto de importante

susceptibilidade natural, têm a sua origem comumente conectada às ações antrópicas, particularmente ao desmatamento para plantio e queimadas para a instalação de atividades agropastoris (Augustin & Aranha 2006). Estruturas como estradas vicinais, cercas e valas entre propriedades também são fatores que provocam a desestabilização das encostas, levando à formação de voçorocas na região.

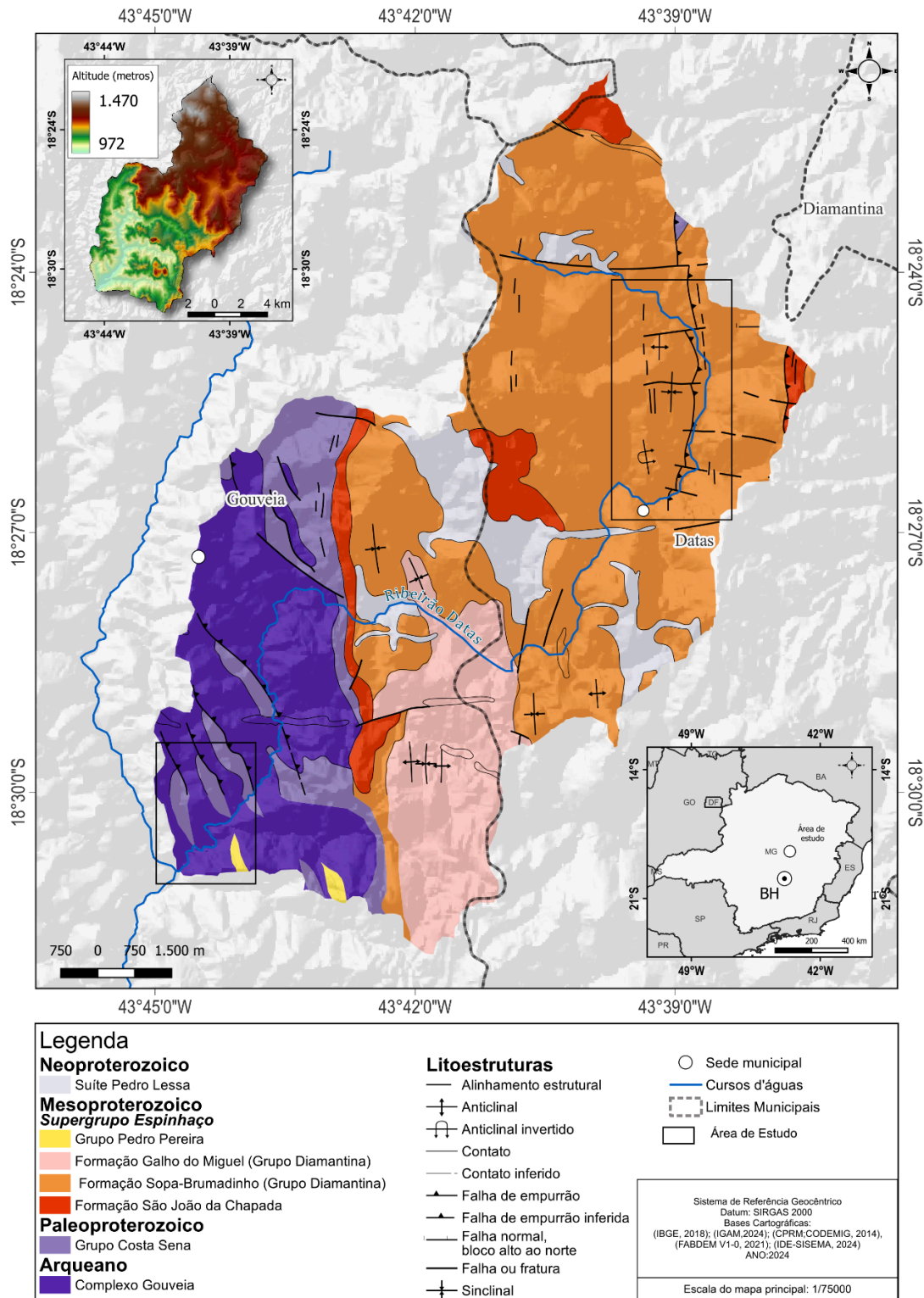


Figura 1: Arcabouço litoestratigráfico da bacia hidrográfica do Ribeirão Datas conforme Silva et al. (2020).

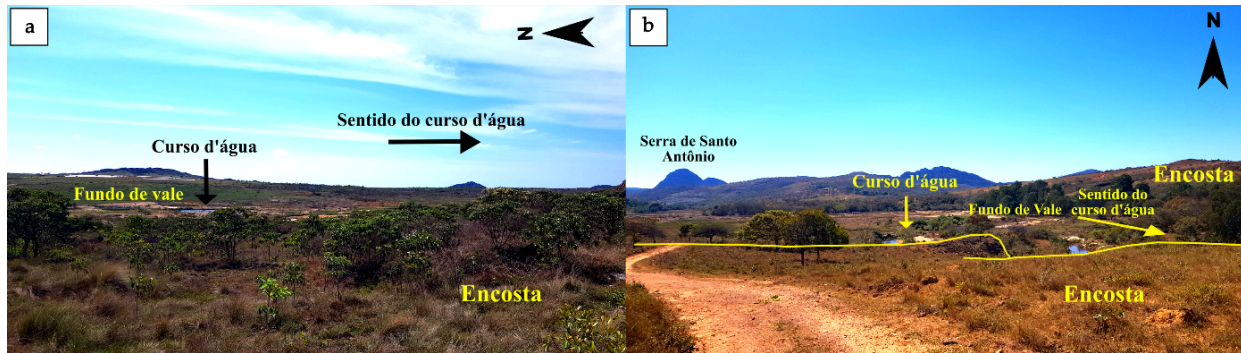


Figura 2: Vista do vale do Ribeirão Datas: a) planície no contexto das Superfícies de Cimeira; b) planície na Depressão de Gouveia.

2.2 Aspectos morfossedimentares

De acordo com Carvalho & Magalhães Jr. (2021, 2022), a evolução e as características deposicionais na bacia do Ribeirão Datas durante o Quaternário Tardio refletem fatores climáticos, litoestruturais e tectônicos. No alto curso, ocorrem três níveis deposicionais: a planície de inundação – PI (~1 ka); o nível deposicional inativo N1 (que não apresenta a morfologia de terraço fluvial) e está ~3 m acima da drenagem atual; e o N2 (~20 ka), outro nível deposicional inativo, sem a morfologia de terraço e situado a ~17 m acima da drenagem atual. A planície está encaixada em relação ao N1, enquanto este está escalonado em relação ao N2. Nos três níveis deposicionais dominam materiais arenosos ricos em matéria orgânica, camadas com laterita e camadas com cascalhos, mesmo que esparsos. Na margem esquerda, em contexto de vertente, foi encontrado um registro deposicional considerado de origem antrópica por Carvalho (2019). O autor caracteriza a sucessão estratigráfica como destoante dos materiais de outros níveis deposicionais, sendo suas fácies compostas por camadas de areias com estratificação planar e argilas.

No baixo curso do Ribeirão Datas, Carvalho & Magalhães Jr. (2021, 2022) também identificam três níveis deposicionais, com PI e N1 embutidos no fundo do vale e encaixados em relação ao N2 (~3 m acima da drenagem atual), todos ainda morfologicamente preservados. Esses depósitos possuem materiais argilo-arenosos e fácies com cascalhos. Não foram realizadas datações pelos referidos autores no baixo curso.

2.3 Panorama histórico da ocupação antrópica na região

Tendo em vista a limitação de registros específicos para compreender o histórico de uso e ocupação na bacia do Ribeirão Datas, foi considerado o acervo disponível sobre a região de Diamantina-MG. Os municípios de Datas e Gouveia são antigos distritos de Diamantina, emancipados em meados do século XX. Os primeiros registros históricos de ocupação na região estão relacionados à exploração de recursos minerais, como ouro e diamante (IBGE, 2021a,b). As práticas garimpeiras de caráter rudimentar foram frequentes durante todo o período colonial do Brasil e persistem

até hoje em pequena escala, com visível redução da atividade a partir do início do século XXI (Costa 2007, Lacerda 2014, Lacerda & Saadi 2017).

O diamante e o ouro podem ocorrer no ambiente como veios ou em agrupamento de seixos, seja em superfície ou em subsuperfície (Lima 2016). Comumente, era necessário realizar alterações nas calhas fluviais para a exploração (Ferrand et al. 1998, Eschewege 2011). Em certos contextos, ocorria a acumulação e o redirecionamento forçado dos sedimentos para barramentos no leito. A prospecção era feita com o uso de bateia e o material sem valor era descartado no leito ou na margem dos rios. O método de desvio era realizado em locais cujo leito e a margem eram menos escarpados, sendo o leito original esvaziado para viabilizar a exploração.

Nas planícies e terraços fluviais empregava-se o método das catas. As escavações retiravam camadas superficiais e os materiais eram lançados para o topo das cavas, de onde prosseguiram para lavação. Muitas dessas escavações atingiam mais de 10 m de profundidade, apresentando aspecto de crateras (Ferrand et al. 1998). Nas encostas ocorriam as grupiarias, associadas a depósitos areno-argilosos, seixos subangulares ou veios de quartzo auríferos ou diamantíferos (Saint-Hilaire 1941, Ferrand et al. 1998). A exploração desses locais ocorria através de canais ou corredores artificiais, construídos na encosta em forma de degraus, para processar os materiais de maneira controlada (Saint-Hilaire 1941, Santos 1976, Eschewege 2011).

Nos metaconglomerados diamantíferos da Formação Sopa-Brumadinho a extração ocorria de forma semelhante aos depósitos em grupiarias (Chavez & Svisero 1993). Ocorria o decapeamento das camadas superficiais, com escavações e lavagem por canais de água, de modo que porções das rochas eram removidas com alavancas e raspadeiras e desciam para um processo de trituração (Eschewege 2011). Após a trituração e a lavagem, os sedimentos eram rejeitados na própria calha fluvial ou serviam de material para preencher cavas em fase de desativação (Ferrand et al. 1998, Eschewege 2011).

Dentre as formas de extração mecanizada moderna está a retirada de sedimentos da calha fluvial por

dragas fixadas na beira dos rios ou instaladas em balsas. Ocorre também o desmonte hidráulico das margens dos canais ou dos terraços e afloramentos e a criação de lagoas de decantação (Peixoto & Lima 2004, Souza 2020).

No final do século XVIII, o primeiro ciclo minerário anunciava seu encerramento à medida que os depósitos diamantíferos/auríferos encontrados em superfície foram se esgotando, principalmente nos alúvios (Costa 2007, Quintão 2017, Martins 1994, 2020). Desde então, outros ciclos menores e iniciativas locais vêm ocorrendo, de modo que a atividade vem perdendo importância. Datas e Gouveia voltaram-se para a agricultura, silvicultura de eucalipto, turismo e comércio. Nos últimos anos, Gouveia (com ~11,3 mil habitantes) tem focado no turismo local, enquanto Datas (com ~5,5 mil habitantes) presencia um crescimento na produção de frutíferas, como morango (Fonseca et al. 2018, IBGE 2021a, b, Pereira et al. 2023).

3. Procedimentos metodológicos

Em gabinete, foi realizado um levantamento bibliográfico e de informações em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) sobre os temas afins à pesquisa, particularmente sobre a área de estudo e questões sobre o Tecnógeno. Em campo, foi feito o levantamento de depósitos superficiais no vale do Ribeirão Datas. Em todas as campanhas de campo, o contexto antrópico foi considerado, buscando-se observar e registrar os tipos de atividades presentes e a sua relação com o histórico de ocupação registrado na literatura.

Foram definidos cinco trechos para análise no vale: dois no baixo curso, localizados no município de Gouveia; um no médio-alto curso, próximo ao perímetro urbano de Datas; e dois no alto curso, na zona rural do mesmo município. Trechos no médio curso não foram selecionados por questões de acessibilidade. Ao todo, oito perfis (Dt01 a Dt08) foram detalhados na análise estratigráfica como representativos dos ambientes onde são encontrados.

Em campo, foi realizada a descrição visual e tátil de depósitos fluviais e níveis deposicionais associados (planícies e terraços). Para a organização da descrição e representação dos perfis estratigráficos analisados, foram utilizadas fichas de caracterização de sucessões deposicionais fluviais propostas por Magalhães Jr. & Barros (2020). No pós-campo, foi feita a representação das sucessões de fácies em software de ilustração digital, com adaptação da simbologia do *Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization* (USGS, 2006).

A interpretação estratigráfica dos depósitos foi feita de acordo com a proposta de Miall (1985, 2016) de códigos de fácies e elementos arquiteturais. Com isso,

objetivou-se identificar a origem das associações verticais de fácies, considerando o tipo de material sedimentar e sua granulometria (silte, argila, areia, cascalho), a presença de raízes ou de matéria orgânica, a geometria das camadas (mensuradas com fita métrica em centímetros), a presença de estruturas deposicionais (planar, cruzada tabular ou cruzada acanalada) e o tipo de transição entre as fácies. Quando não foi possível associar as características observadas na descrição de uma fácies com a proposta de Miall (1985, 2016), foi inserida a expressão “sem correspondência” nas figuras e demais produtos elaborados sobre os perfis estratigráficos.

A identificação de indícios de fácies sedimentares tecnogênicas na pesquisa foi embasada, sobretudo, nos trabalhos de Costa et al. (2010), que tratam de depósitos sedimentares de planície de inundação e terraços aluviais da bacia do Ribeirão do Carmo (Quadrilátero Ferrífero, MG) com evidências tecnogênicas, e de Nolasco (2002), voltado ao estudo de registros tecnogênicos do garimpo em depósitos diamantíferos na Chapada Diamantina (Bahia). Destacam-se também como referências adotadas os trabalhos de França Jr. & Souza (2014) e Peloggia et al. (2014), bem como as bases teóricas desenvolvidas em Chemekov (1983), James (2013), Waters et al. (2014) e Barbosa & Furrier (2023).

4. Resultados e Discussões

Os ambientes analisados estão localizados, em sua maioria, no fundo do vale do Ribeirão Datas, estando apenas um no contexto de vertente (representado pelo Dt05). Quatro deles estão no baixo curso (Dt01, Dt02, Dt03 e Dt04), sendo Dt01 e Dt02 os mais próximos à confluência com o Ribeirão Chiqueiro. No médio-alto curso, na zona periurbana do município de Datas, estão os perfis Dt05, Dt06 e Dt07 e no alto curso o perfil Dt08.

No baixo curso, os perfis Dt01 e Dt02 são encontrados na margem direita, ambos em contexto de margem erosiva – Fig. 3. O Dt01 (Fig. 4; Tabela 1) está associado a uma feição de terraço fluvial (T1) e o Dt02 (Fig. 5; Tabela 1) a uma incipiente planície de inundação atual (P). Esses perfis estão separados por uma distância horizontal de cerca de 15 m.

No perfil Dt01 (Fig. 4) ocorrem fácies arenosas, com grânulos mal selecionados e estratificações cruzada-acanalada e plano-paralela. Nas fácies superiores, o material é silto-arenoso a arenoso fino, com estratificação plano-paralela ou maciço; ocorrem lentes de areia média e grânulos. Cabe ressaltar que, abaixo da fácies St (Fig. 5; Tabela 3), o Dt01 é encoberto por materiais inconsolidados remobilizados devido à erosão fluvial, impedindo a caracterização do restante do perfil até o contato com a lâmina d'água.

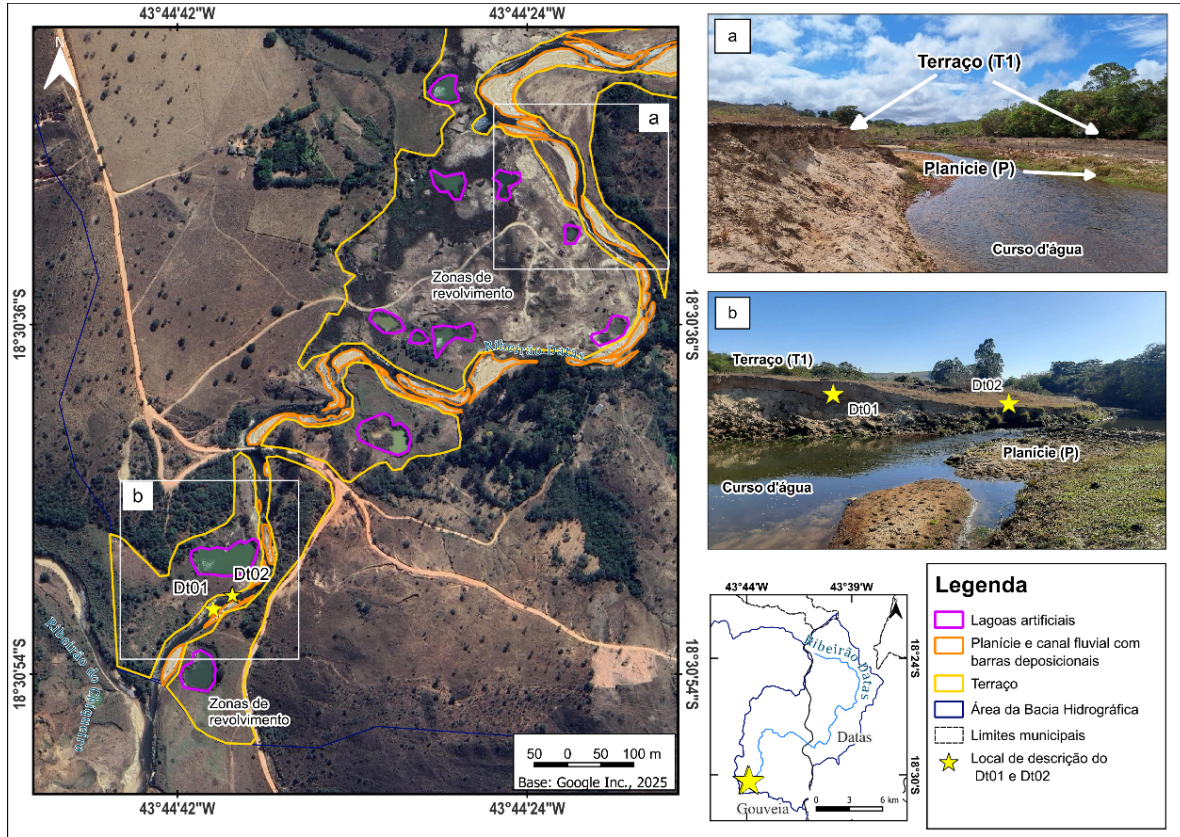


Figura 3: Mapa com o contexto geral dos perfis Dt01 e Dt02: a) vista geral do terraço (T1) e da Planície (P) na margem direita do Ribeirão Datas; b) local de descrição dos perfis Dt01 e Dt02.

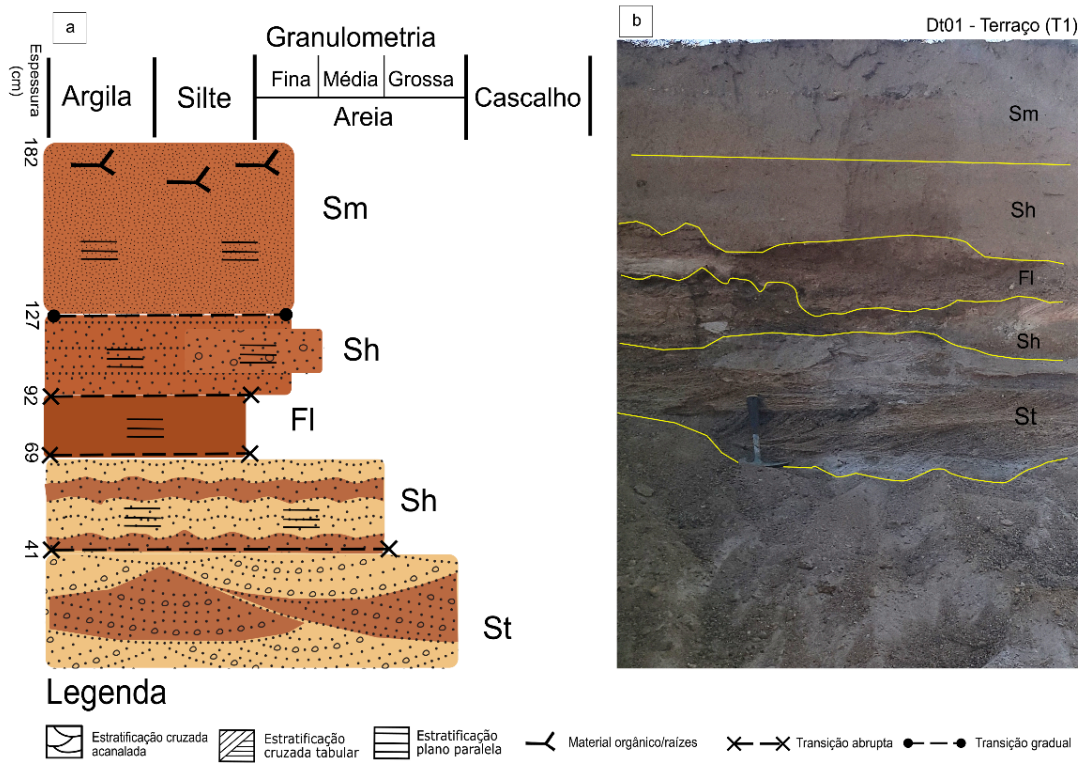


Figura 4: Perfil Dt01: a) perfil estratigráfico; b) vista geral do perfil descrito. Código de fácies conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Código de fácies, gênese e elementos arquiteturais fluviais segundo aplicação do Código de Miall (1985, 2016) para os perfis estratigráficos Dt01 e Dt02.

Perfil	Fácies	Gênese	Elementos arquiteturais
Dt01	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada	Depósitos por gravidade	Leito arenoso (SB) e depósitos arenosos por gravidade
	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	
	Fl - Areia, silte, argila; laminação fina, ripples muito pequenas	Depósitos de transbordo, canais abandonados ou de fluxo decrescente (waning flood)	Depósitos de inundação (FF)
	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	Leito arenoso (SB)
	St - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada acanalada	Dunas 3D	
Dt02	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada	Depósitos por gravidade	-
	Fsm - Silte, argila, maciço	Depósitos de canais abandonados ou brejos	Depósitos de inundação (FF)

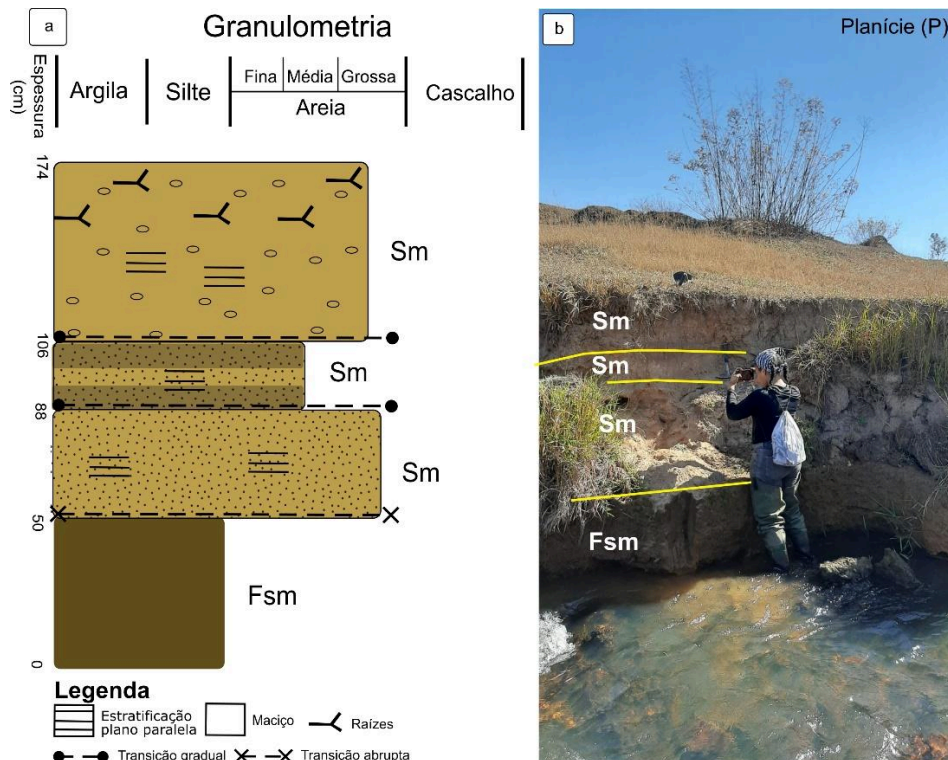


Figura 5. Perfil Dt02: a) perfil estratigráfico; b) vista geral. Código de fácies conforme a Tabela 1.

O perfil Dt02 (Fig. 5) apresenta material mais fino na base, sendo silto-arenoso e maciço. Destaca-se a presença de matéria orgânica, dando ao material cor escura. Já as fácies superiores são de areia fina a grossa, maciça ou com estratificação plano-paralela; ocorrem raízes e grânulos sub-angulares.

Os perfis Dt03 e Dt04 estão situados pouco a montante dos perfis anteriores, num trecho bastante retrabalhado pelo garimpo no fundo do vale nas últimas décadas. Destacam-se diversos empilhamentos de seixos

de quartzo, variando de sub-angulares a arredondados e que se encontram distribuídos por toda a superfície, entre diversas catas (Fig. 6).

O perfil Dt03 (Fig. 7) tem sucessão deposicional marcada por diversas fácies de areia fina a grossa, maciça ou com estratificação plano-paralela, podendo ocorrer seixos sub-angulares.

Para parte das camadas, não foi encontrada correspondência com modelos de fácies tradicionais (Tabela 2). No topo do perfil há um empilhamento de

cascalho, sub-angular a arredondado, de tamanhos variados. Em meio aos sedimentos, foi identificado um pedaço de tecido.

O perfil Dt04 (Fig. 8; Tabela 2) encontra-se exposto na margem direita (erosiva) do curso d'água, em posição de planície. A sucessão de fácies apresenta (da base para o topo) material arenoso com estratificação

cruzada-tabular e intercalações silto-arenosas, areia fina a grossa maciça ou com estratificações (plano-paralela, cruzada-acanalada ou cruzada-tabular) e presença de seixos sub-angulares a arredondados. Nas porções mais superiores há intercalações de areia fina e silte, com estratificação cruzada-tabular ou estratificação plano-paralela, podendo ocorrer seixos de quartzo sub-angulares a arredondados.

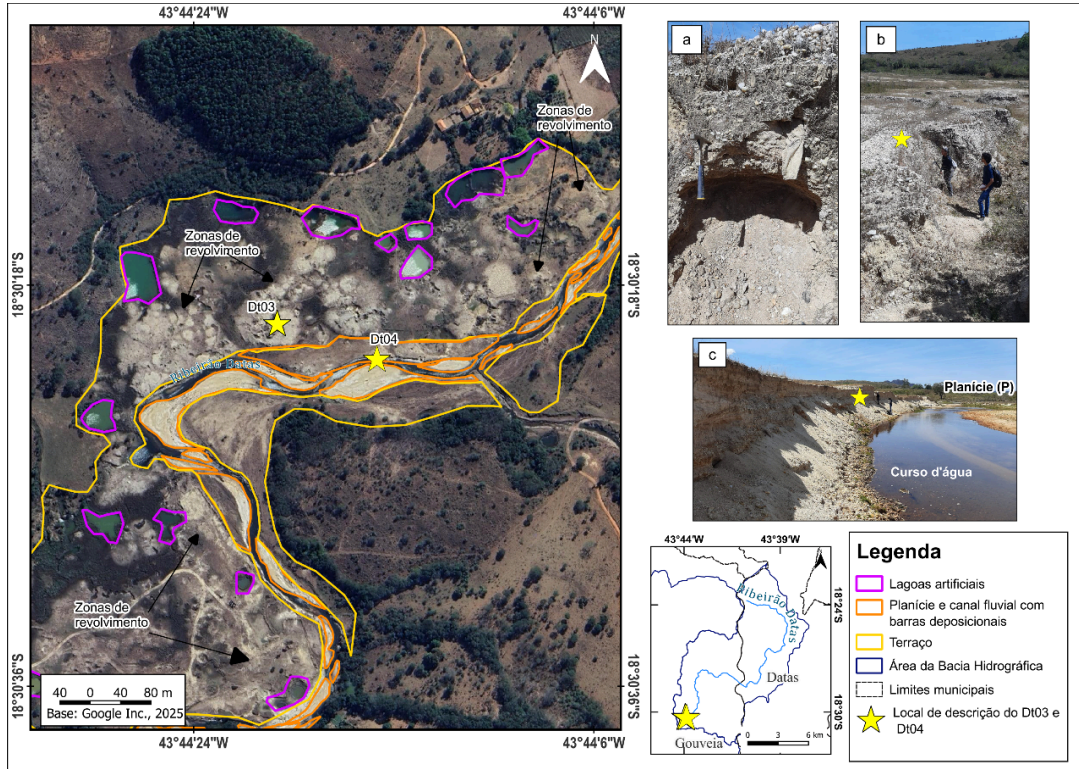


Figura 6: Mapa com o contexto geral dos perfis Dt03 e Dt04: a) vestígio de material humano encrustado no mesmo depósito da sucessão Dt03; b) vista geral do terraço fluvial, bastante descaracterizado pelo garimpo; c) vista geral do perfil Dt04, na margem direita do Ribeirão Datas.

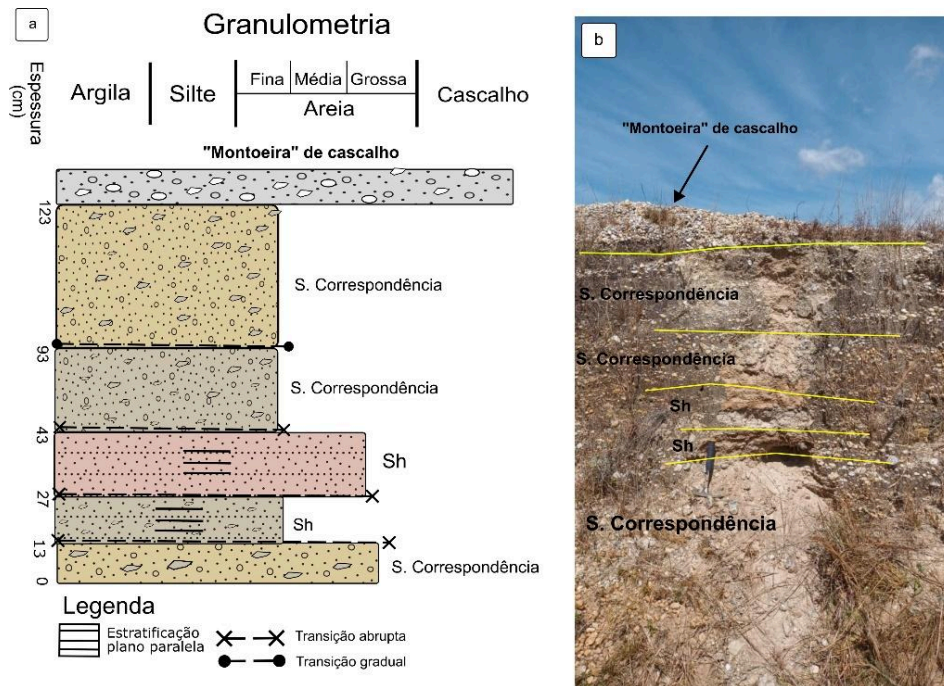


Figura 7: Perfil Dt03: a) perfil estratigráfico; b) vista geral. Código de fácies conforme a Tabela 2.

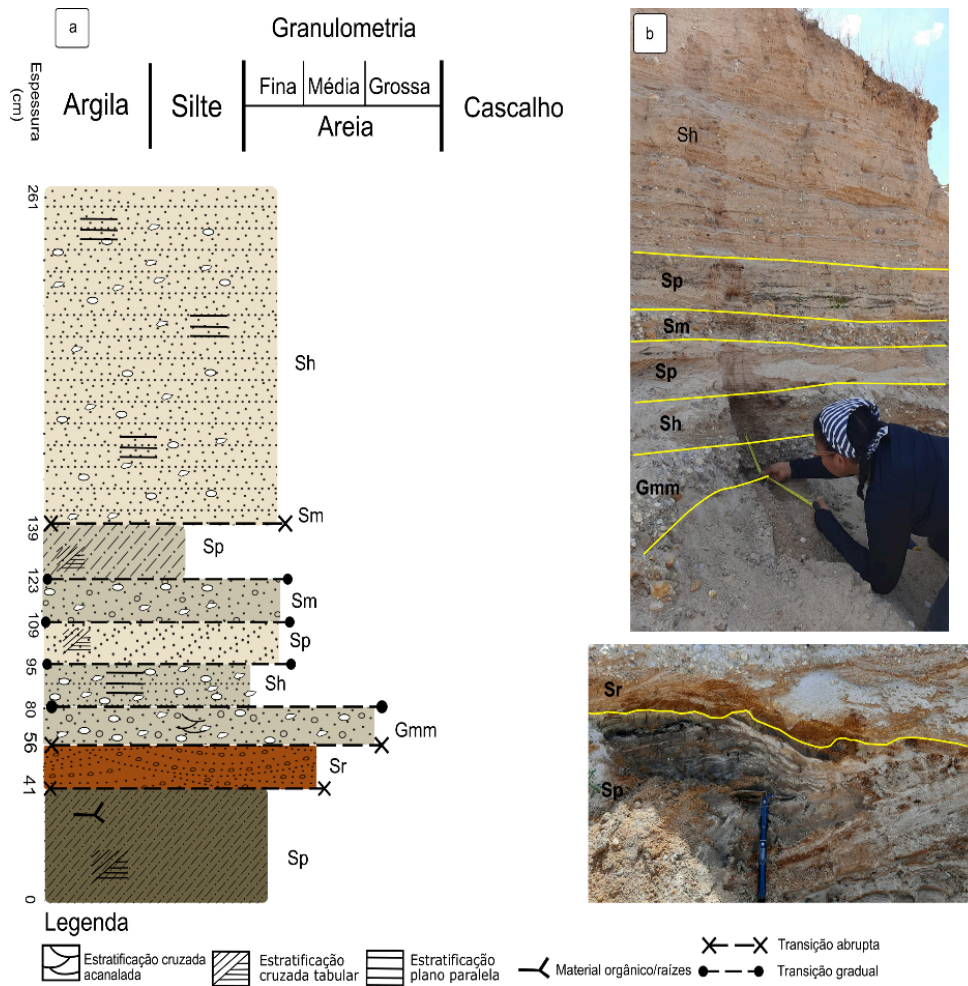


Figura 8: Perfil Dt04: a) perfil estratigráfico; b) fotos do perfil. Código de fácies conforme a Tabela 2.

No médio-alto curso, o Perfil Dt05 está localizado na margem esquerda do Ribeirão Datas, em contexto de vertente, próximo a uma frente minerária conhecida como “Lavra dos Ingleses”, situada a ~25 m acima do Ribeirão. Destaca-se a prática de desmonte hidráulico na exploração nesta vertente (Fig. 9). O perfil exhibe intercalações sucessivas de areia fina com estratificação plano-paralela e material argiloso (Figs. 10 e 11; Tabela 3).

Pouco à jusante e em contexto de fundo de vale, encontram-se os perfis Dt06 e Dt07, expostos em margens opostas da planície do Ribeirão Datas (Figs. 12 e 13). O perfil Dt06 (Fig. 12; Tabela 3) apresenta material arenoso e com estratificação cruzada-tabular, interposto por material silto-arenoso escuro e sobreposto por cascalho e pisólitos ferruginosos e areia fina. Esta apresenta estratificação plano-paralela e é interposta por linhas de grânulos de quartzo e pisólitos ferruginosos.

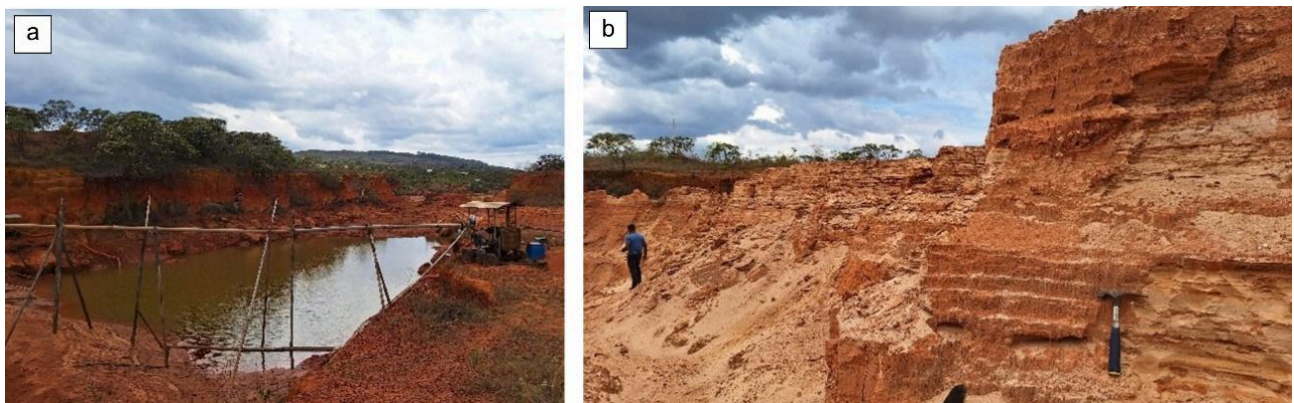


Figura 9. Contexto de encosta: a) atual lagoa de decantação de desmonte hidráulico situado próximo ao Dt05; b) vista parcial de antiga zona de deposição próximo à frente de desmonte hidráulico em atividade.

Tabela 2. Código de fácies, gênese e elementos arquiteturais fluviiais segundo aplicação do Código de Miall (2016) para os perfis estratigráficos Dt03 e Dt04.

Perfil	Fácies	Gênese	Elementos arquiteturais
Dt03	Sem correspondência	?	?
	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	Depósitos de acreção lateral (LA)
	Sem correspondência	?	?
Dt04	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	
	Sp - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular	Dunas 2D	
	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada	Depósitos por gravidade	Transição abrupta para Barras conglomeráticas (GB) e Leito arenoso (SB)
	Sp - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular	Dunas 2D	
	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	
	Gmm - Cascalho maciço suportado pela matriz; levemente gradacional	Fluxo viscoso de detritos	
	Sr - Areia muito fina a grossa; laminação cruzada por ripples	Ripples	
	Sp - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular	Dunas 2D	Leito arenoso (SB)

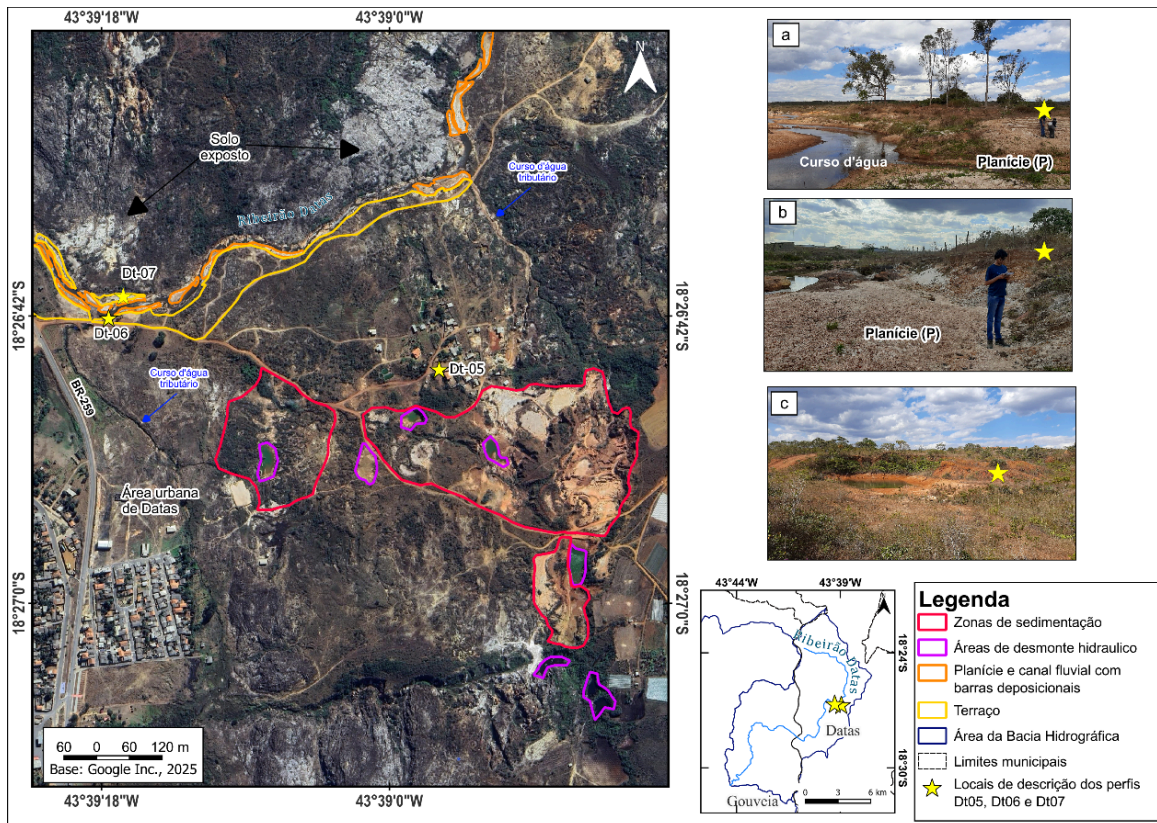


Figura 10. Contexto dos perfis Dt05, Dt06 e Dt07: a) Dt06, margem esquerda, vista para montante; b) Dt07 margem direita, vista para jusante; c) local de desmonte hidráulico (desativado) situado acima de Dt05, em contexto de encosta.

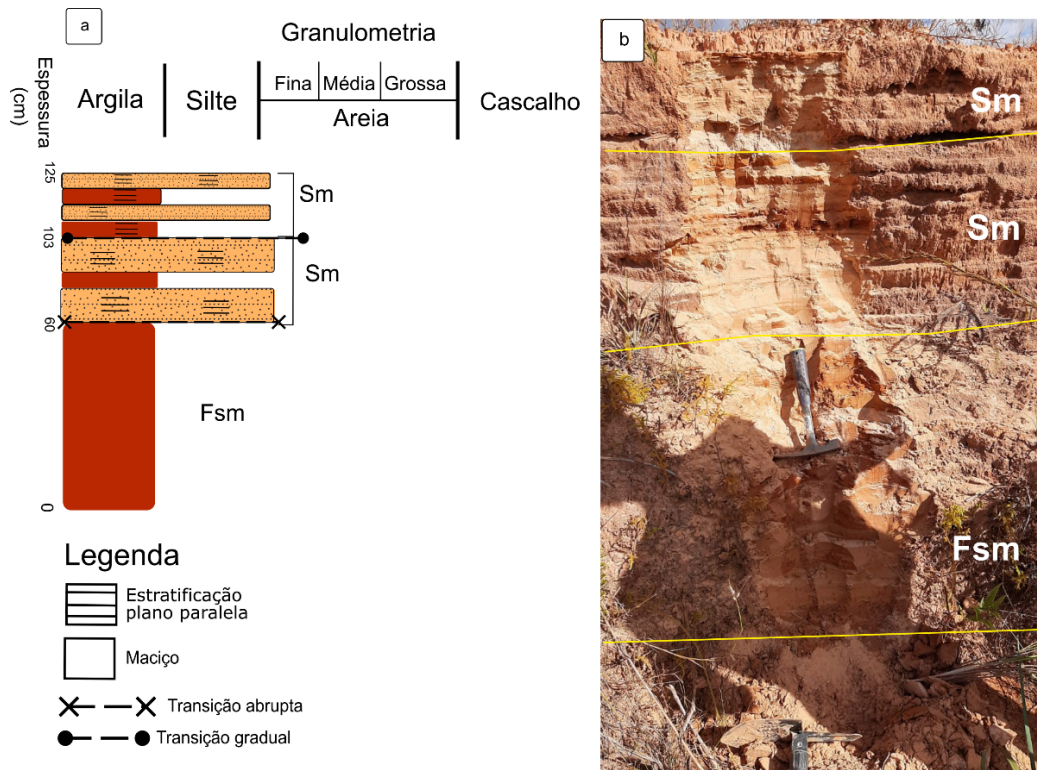


Figura 11. Perfil Dt05: a) perfil estratigráfico; b) foto do perfil descrito. Código de fácies conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Código de fácies, gênese e elementos arquiteturais fluviais segundo aplicação do Código de Miall (2016) para os perfis estratigráficos Dt05, Dt06 e Dt07.

Perfil	Fácies	Gênese	Elementos arquiteturais
Dt05	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada / Fl - Areia, silte, argila; laminação fina, ripples muito pequenas Fsm - Silte, argila, maciço	Depósitos por gravidade / Depósitos de transbordo, canais abandonados ou de fluxo decrescente (waning flood) Depósitos de canais abandonados ou brejos	?
Dt06	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar Gh - Cascalho suportado pelos clastos e toscamente estratificado; estratos horizontais, imbricamento dos seixos Sp - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular	Depósitos por gravidade Fluxo planar crítico Formas de leito longitudinal Dunas 2D	Transição abrupta para Barras conglomeráticas (GB), e gradual para Leito arenoso (SB) e depósitos arenosos por gravidade Depósitos de acreção lateral (LA)
Dt07	Sm - Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar Sp - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular Gh - Cascalho suportado pelos clastos e toscamente estratificado; estratos horizontais, imbricamento dos seixos Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Depósitos por gravidade Fluxo planar crítico Dunas 2D Formas de leito longitudinal Fluxo planar crítico	Transição abrupta para Barras conglomeráticas (GB), e gradual para Leito arenoso (SB) e depósitos arenosos por gravidade Depósitos de acreção lateral (LA)

O perfil Dt07 (Fig. 13; Tabela 3) apresenta areia média com estratificação plano-paralela sobreposta por

cascalho sub-angular e pisólitos ferruginosos, além de areia média a grossa com estratificação cruzada-tabular

ou plano-paralela, ocorrendo grânulos e seixos sub-angulares de quartzo e pisólitos ferruginosos.

Em perfil adjacente, no mesmo nível deposicional, a sucessão é marcada pela ocorrência de duas fácies orgânicas, com abundância de raízes, indicando um

antigo topo de planície de inundação (Fig. 14). A fácies arenosa entre elas, com estruturas sedimentares complexas tem, marcando a estratificação, um material semelhante a cinzas. O material é escuro, com aparente composição orgânica, se desfaz ao toque.

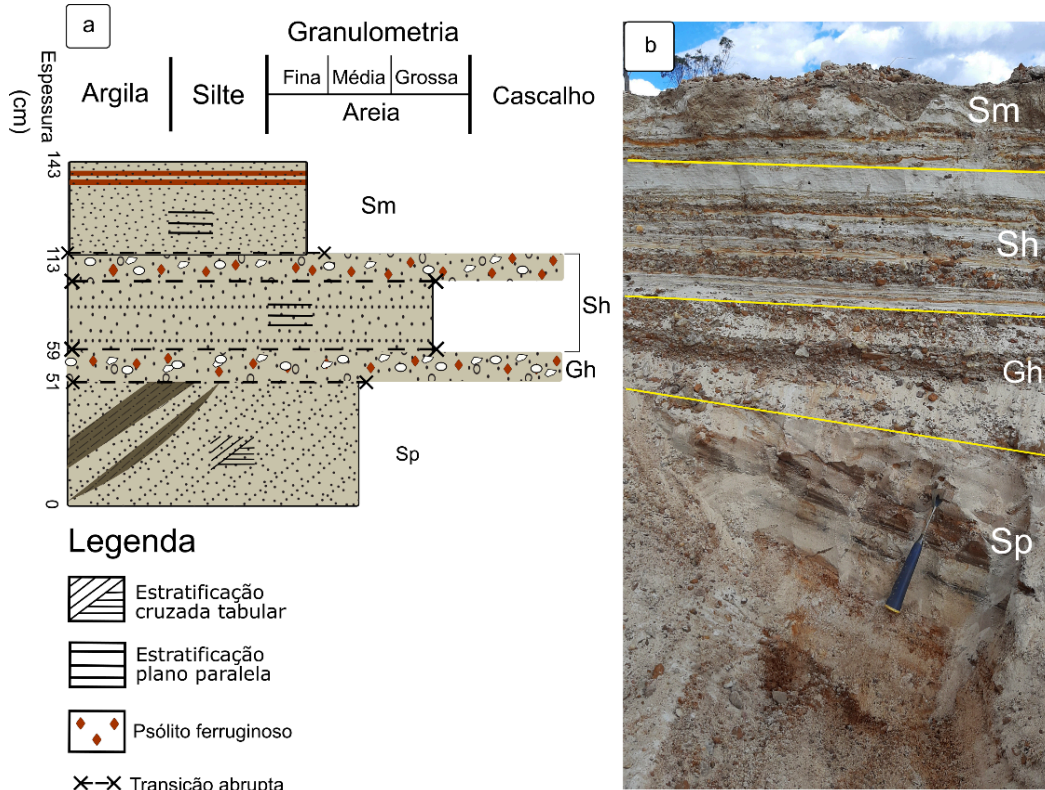


Figura 12. Perfil Dt06: a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito. Código de fácies conforme a Tabela 3.

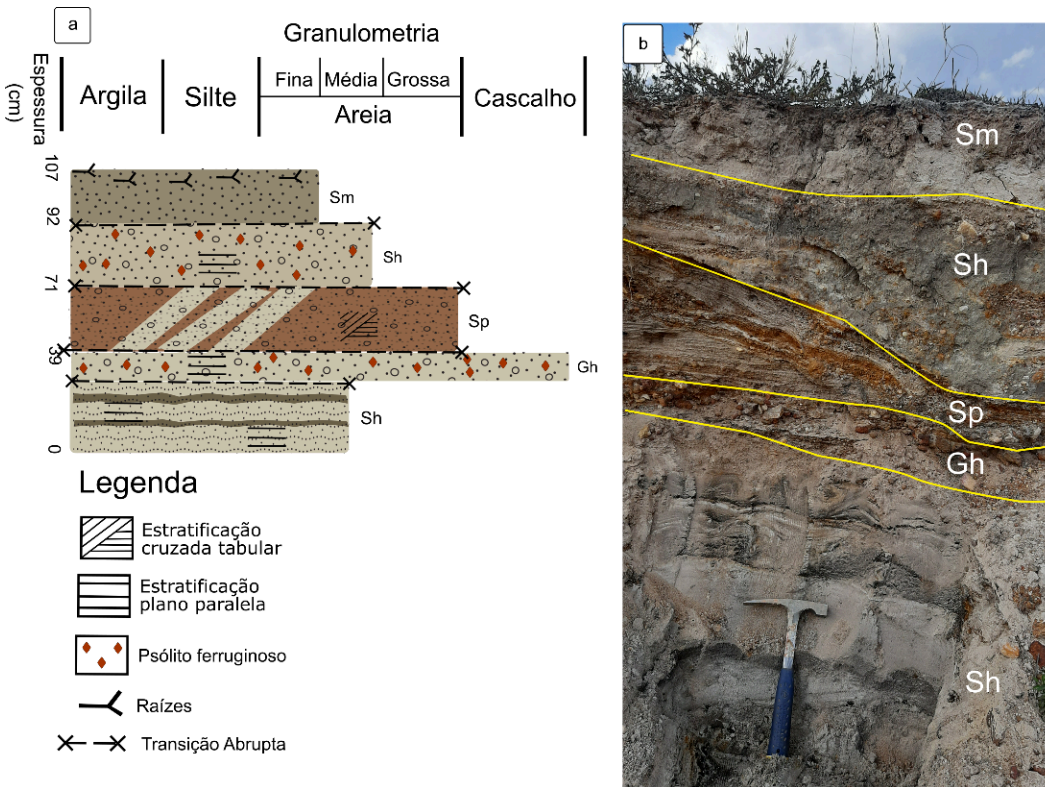


Figura 13. Perfil Dt07: a) perfil estratigráfico; b) vista geral do perfil descrito. Código de fácies conforme a Tabela 3.



Figura 14. Perfil adjacente ao Dt07: a) sucessão deposicional completa, com aspecto geral semelhante ao Dt07; b) destaque para fácies orgânicas e estratificação convoluta na porção média-inferior da sucessão.

Ainda em relação a este perfil, destaca-se a ocorrência, entre as duas fácies orgânicas (Fig. 14), de estruturas de deformação de sedimento não consolidado chamadas estratificações convolutas (Owen, 1987).

O perfil Dt08 está situado num trecho fortemente impactado pela atuação antrópica no alto curso, tanto por ações à montante como pela extração de material aluvial do leito (Fig. 15).

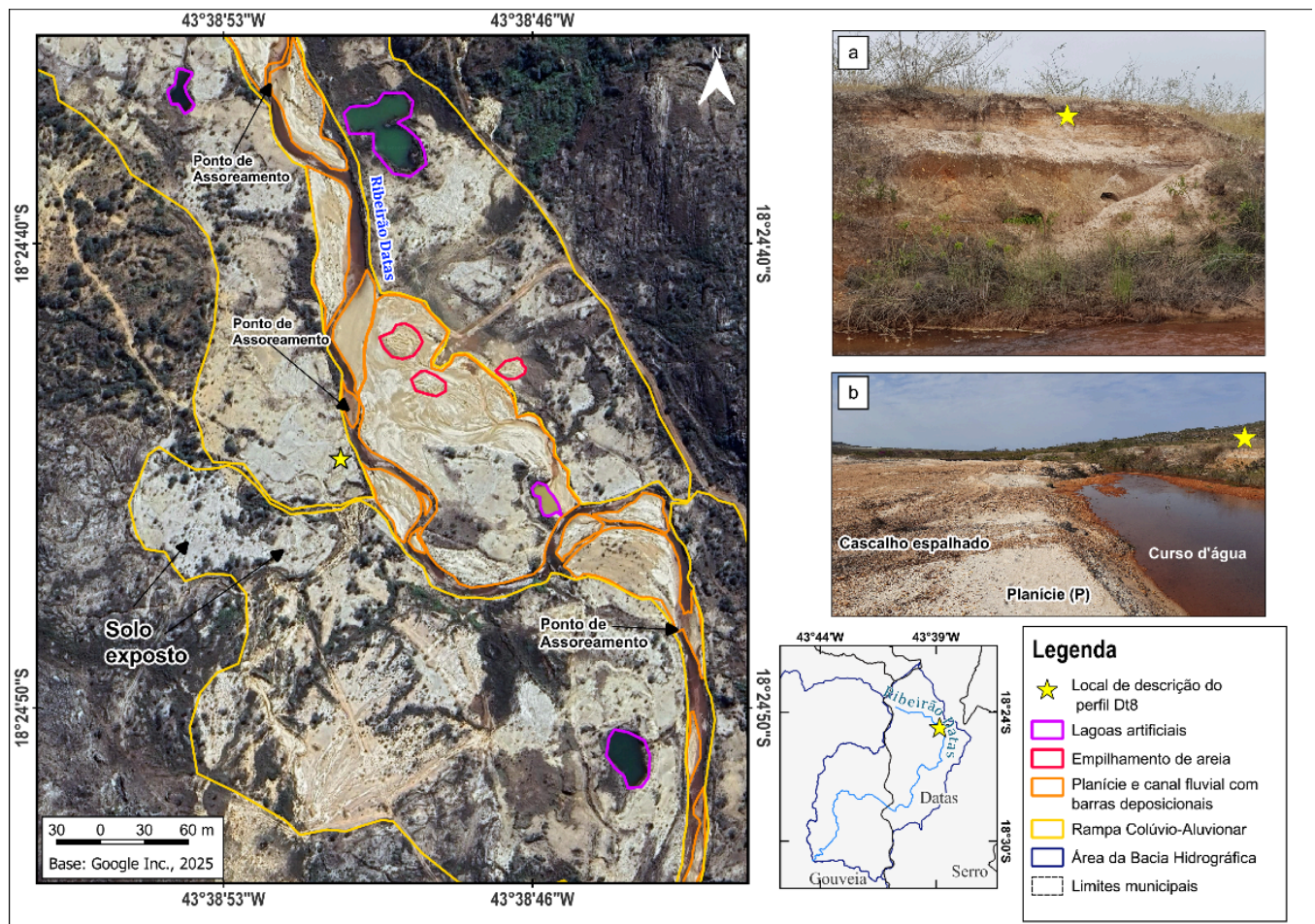


Figura 15. Contexto do perfil estratigráfico do Dt08, situado na margem direita.

O perfil Dt08 apresenta uma sucessão de quatro fácies, todas maciças e com clastos (>1 cm)

sub-angulares a arredondados, variando textura e cor em cada uma e ocorrendo transição abrupta entre elas. A

mais profunda é silto-arenosa e amarelada, sobreposta por fácies areno-siltosa avermelhada, arenosa (areia fina) bruno-amarelada e, a mais superficial, arenosa (areia fina) e bruno. Dadas as características do material, atribuiu-se origem coluvionar. Em transição abrupta, encontra-se, na porção superior, areia fina com

estratificação plano-paralela ou maciça, com clastos de quartzo (≤ 1 cm) sub-angulares a arredondados (Fig. 16). Para a maior parte do perfil, não foi encontrada correspondência com os modelos de fácies tradicionais (Tabela 4).

Tabela 4. Código de fácies, gênese e elementos arquiteturais fluviais segundo aplicação do Código de Miall (2016) para o perfil estratigráfico Dt08.

Perfil	Fácies	Gênese	Elementos arquiteturais
Dt08	Sem correspondência	?	?
	Sh - Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico	-

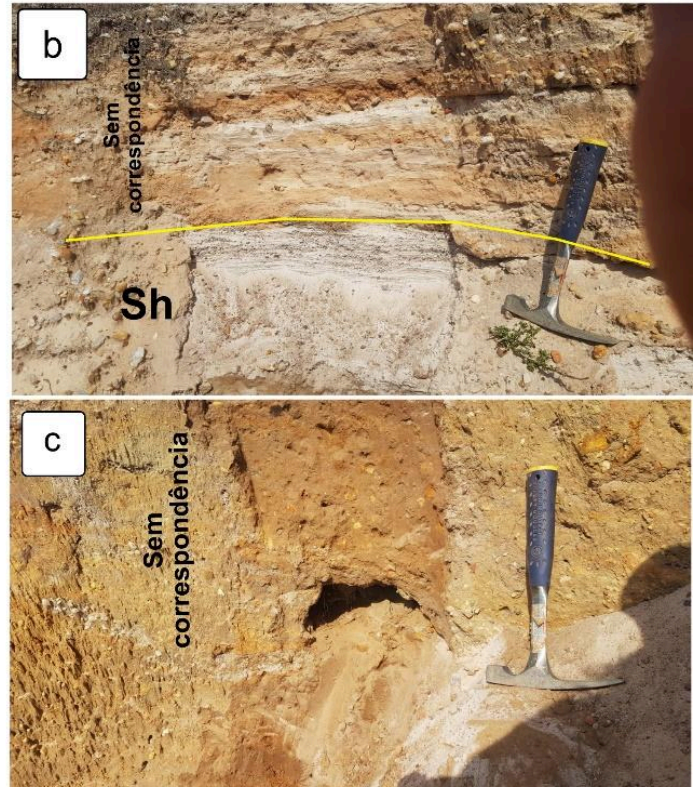
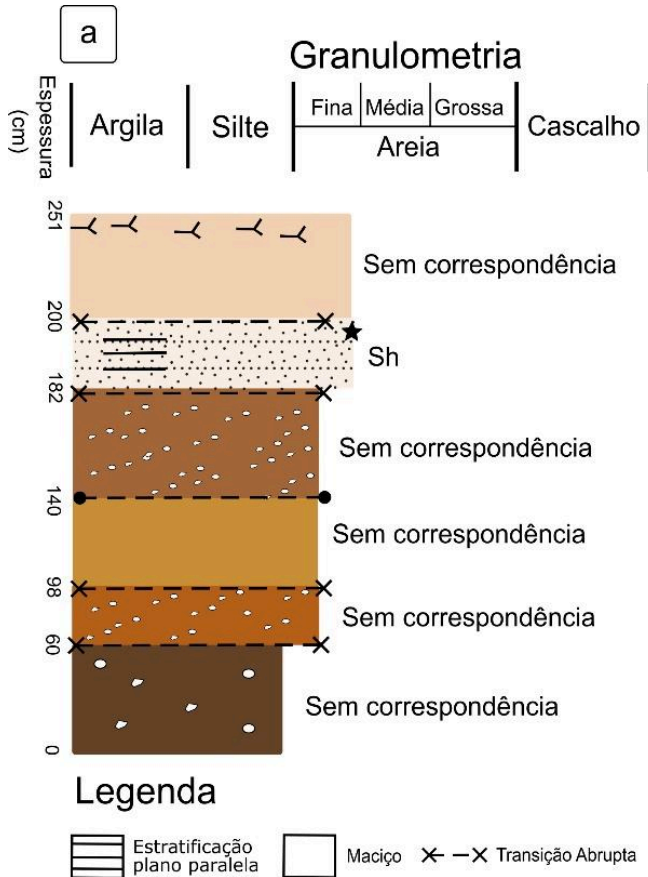


Figura 16. Perfil Dt08: a) perfil estratigráfico; b) imagem do topo do perfil; c) imagem da base do perfil. Código de fácies conforme a Tabela 4.

Em trecho cerca de 500 m a jusante de Dt08, a observação das sucessões deposicionais na margem do canal revelam a ocorrência de fácies orgânicas enterradas (Fig. 17), podendo indicar antigos topos da planície de inundação.

depósitos superficiais configurados como empilhamento de seixos, tanto sobre a superfície dos níveis aluviais como nas encostas (Fig. 18).

Além de sucessões deposicionais, ocorre por todo o vale do Ribeirão Datas uma grande quantidade de

Configuram-se como depósitos de seixos heterométricos, subarredondados a subangulares. Alguns são formados por grânulos bem selecionados, conhecidos popularmente como “canjicas”.

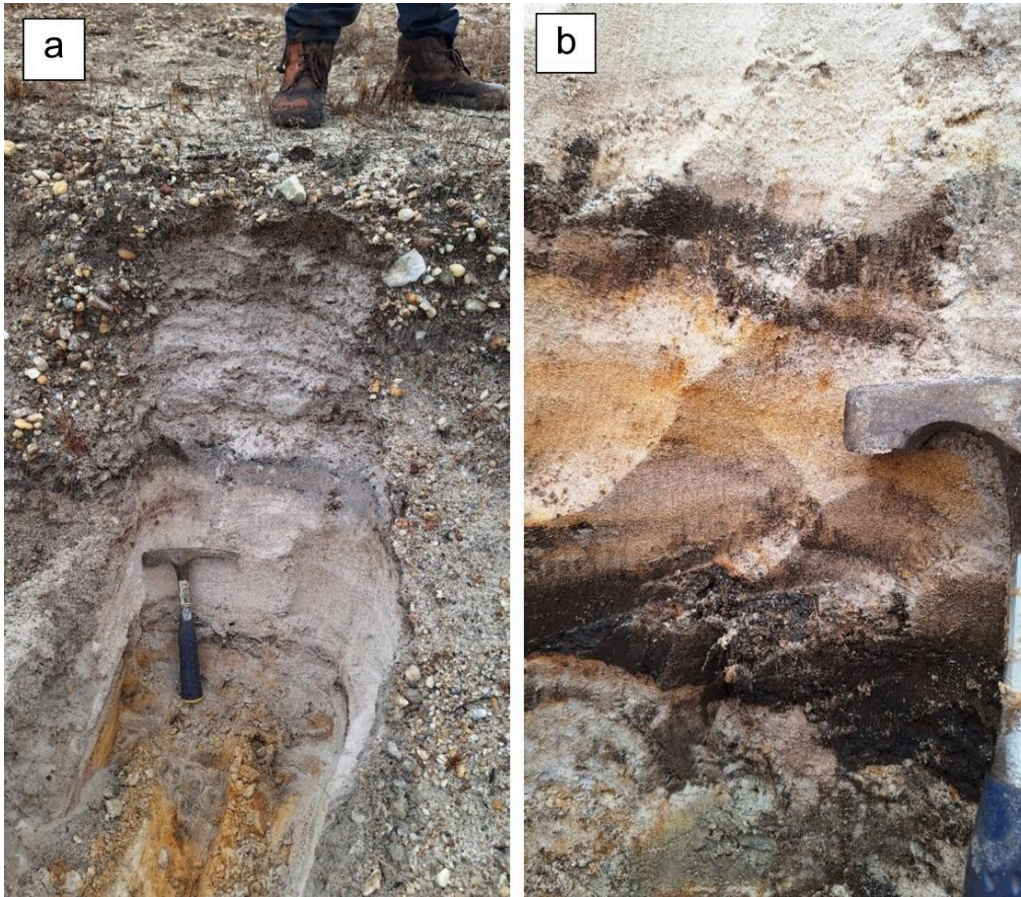


Figura 17. Perfil Dt08: a) perfil a cima do Dt08, margem direita; b) vista geral do perfil acima do Dt08 com destaque para fácies orgânicas sobre fácies orgânicas.

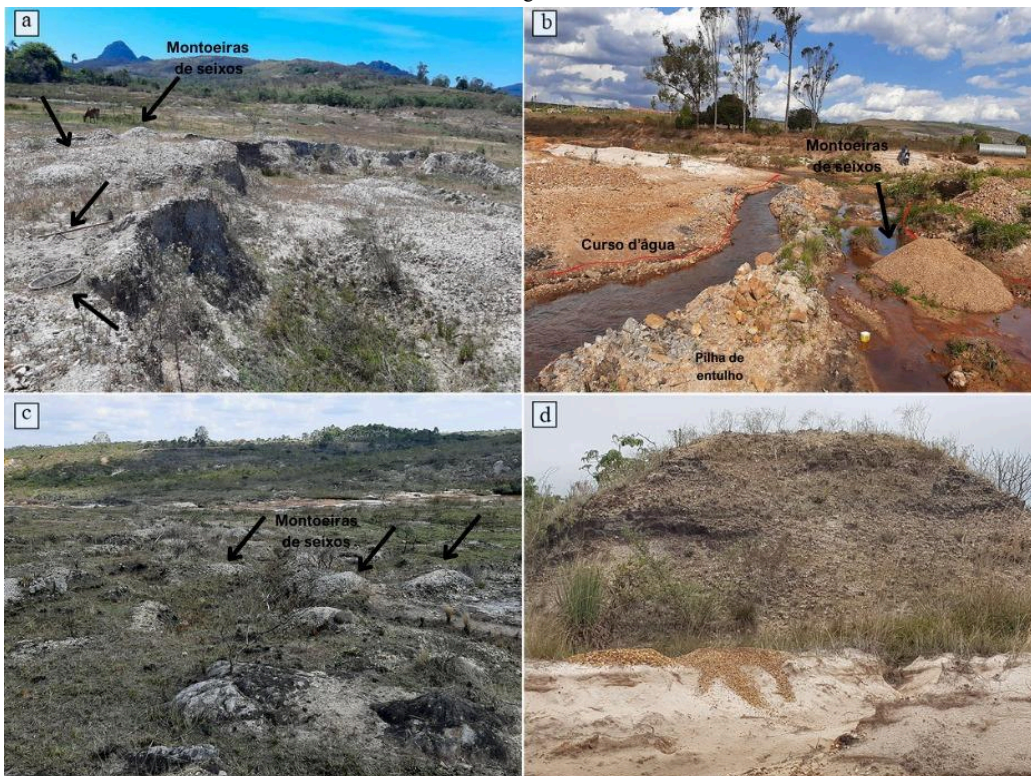


Figura 18. Exemplos de empilamentos de seixos (“montoeiras”): a) baixo curso, margem direita, com setas apontando para “montoeiras” e ferramentas manuais como enxada e peneira; b) alto-médio curso, no trecho de Dt06 e Dt07; c) contexto de vertente, alto curso; d) alto curso, sobre o terraço, à jusante do Dt08.

Comumente esses materiais são encontrados na forma de montículos isolados e, quando recobertos por materiais finos, formam morrotes com topos arredondados e recobertos por gramíneas. Nolasco (2002) se refere a materiais semelhantes como “montoeiras” e aponta que são marcantes na paisagem das áreas de garimpo na Chapada Diamantina, ocorrendo frequentemente nas margens de rios e em fraturas abertas. Eles são descritos como sendo conglomeráticos, dispostos em forma de monte ou montes alinhados, formando linhas simples ou curvas, às vezes paralelas entre si, com arquitetura interna organizada em padrão decrescente, geralmente incipiente, o que garante a estabilidade vertical.

4.1. Cenários interpretativos

Com base nas características morfológicas e estratigráficas observadas e no histórico de ocupação da região, propõe-se que, no baixo curso, os perfis Dt01 e Dt02 marcam a transição de um ambiente pouco antropizado para outro de crescente alteração pela ação humana. Sob essa ótica, o atual terraço (T1) seria pré-tecnogênico e a sua sucessão deposicional representaria a dinâmica holocênica não perturbada. Entretanto, a transição de fácies de ambientes marginais (Fl) para fácies de ambientes de canal (Sh; Sm), na porção superior do depósito, sugere um processo de agradiação no fundo do vale. Este pode ser encarado como um reflexo do aumento da carga sedimentar à montante devido às ações antrópicas. Assim, as fácies superiores podem indicar acumulação tecnogênica indireta, como reflexo de um revolvimento dos materiais superficiais por parte da atividade garimpeira secular à montante e consequente fornecimento sedimentar excessivo.

Na atual planície de inundação embutida, na qual foi caracterizado o Dt02, também ocorre uma transição abrupta de depósitos de canais abandonados ou brejos (Fsm) para depósitos arenosos por gravidade (Sm), semelhantes àqueles do topo do T1, podendo indicar acumulação tecnogênica indireta.

Por sua vez, o trecho onde foi descrito o Dt03 apresenta aspecto de “terra arrasada”, tendo em vista a retirada de materiais finos e a exposição e revolvimento de seixos (Fig. 6). Assim, diversas feições de escavação e de acumulação desconfiguraram o terraço (T1). É possível interpretar que o Dt03 se compõe de material de garimpo, com a alternância de fácies de areias e de cascalhos (Tabela 2), sendo que a maioria não encontra correspondência na proposta de Miall (2016). Além disso, material humano (aparentemente um tipo de tecido) foi encontrado incrustado no registro deposicional.

No perfil Dt04, é possível sugerir que a porção basal do depósito represente uma fase anterior à atividade antrópica. Isso porque na sucessão de fácies há uma clara ruptura na formação de um depósito com granodescrescência ascendente (fácies Sp e Sr) para retomada de condições de alta energia (fácies Gmm),

com seixos visivelmente mais angulosos (apesar do perfil estar situado no trecho final da bacia) e mal selecionados. Essas características podem se relacionar ao modo como ocorria a exploração nos conglomerados diamantíferos da Formação Sopa-Brumadinho à montante, conforme caracterizado no tópico 2.3, envolvendo trituração. Mesmo as porções mais superficiais do depósito indicam leito arenoso e refletiriam a interferência antrópica na forma de um assoreamento induzido, significando, portanto, acumulação tecnogênica indireta.

As características das fácies superficiais do Dt04 se assemelham à fácies “At” descrita por Costa et al. (2010). Estes autores apresentam uma análise da sucessão faciológica em depósitos sedimentares de planície de inundação e terraços aluviais da bacia do Ribeirão do Carmo. Esta se localiza no Quadrilátero Ferrífero, região amplamente conhecida pela exploração de ouro desde o século XVIII. A referida fácies é caracterizada por areia grossa com seixos com estratificação plano-paralela, indicando barras com interferências antropogênicas em regime de fluxo superior. No caso do Ribeirão Datas, tal arranjo pode ter relação com a operação de dragas, em período mais recente no histórico de ocupação da bacia.

Características semelhantes são reportadas por Nolasco (2002) nos chamados depósitos de “rabos de mangueira”, na região garimpeira da Chapada Diamantina. Em geral, os depósitos tecnogênicos nessa área apresentam granulometria variável, composição predominantemente siliciclástica e espessuras que atingem mais de 10 m, podendo conter artefatos. Eles predominam em fundos de vales ou confluências de rios e nas encostas e sopés das serras, apresentando marcante discordância basal, por vezes erosivas. Conforme Nolasco (2002), os depósitos associados ao garimpo de dragas e aos garimpos tradicionais encontram-se fundidos na paisagem, sendo de difícil detecção, especialmente o segundo.

No médio-alto curso, o perfil Dt05 se encontra em contexto de vertente e registra o acúmulo de materiais oriundos de desmonte hidráulico à montante, configurando-se como um registro de acumulação tecnogênica indireta, desconectada da ação fluvial. Na mesma vertente, observam-se acumulações semelhantes e, inclusive, mais espessas, também associadas a desmonte hidráulico nas últimas décadas.

No fundo do vale do mesmo trecho, os perfis Dt06 e Dt07, situados em margens opostas, possuem aspectos gerais semelhantes entre si. Ambos estão em posição de planície e possuem discordâncias que marcam a quebra de uma organização em granodescrescência ascendente. Especificamente, há a transição abrupta de registros de depósitos de acreção lateral (fácies Sh ou Sp) para barras conglomeráticas (fácies Gh) – com cascalho mais anguloso, mal selecionado e mal organizado – e transição para registros de leito arenoso – com clastos e estratificação plano-paralela – também semelhante ao

interpretado por Costa et al. (2010) como barras com interferências antropogênicas em regime de fluxo superior. Assim, esses perfis refletiriam acumulação tecnogênica indireta.

No alto curso, a maioria das fácies do perfil Dt08 não apresenta correspondência na proposta de Miall (1985, 2016), tendo sido as da base interpretadas como de origem coluvionar, podendo representar um pretérito sistema terraço-rampa. Este perfil se localiza em trecho significativamente impactado pela ação humana. Destaca-se a similaridade entre a porção superficial deste perfil e o Dt05, com formação associada a desmonte hidráulico à montante. Embora estejam situados em contextos diferentes, sendo Dt05 na vertente e Dt08 no fundo do vale, a área na qual está situado o Dt08 também apresenta frentes de lavra modernas.

Destaca-se ainda a ocorrência de camadas orgânicas enterradas em sucessões deposicionais próximas aos perfis Dt07 e Dt08. Elas podem marcar a inunção rápida e reiterada de antigos topos de planície de inundação.

Embora tratem de um sistema fluvial distributário no sudeste da Austrália, Lawrence et al. (2023) associam características semelhantes às observadas no presente trabalho como implicações da mineração de ouro no vale aluvial do Rio Loddon. Conforme os autores, a mineração de ouro do século XIX gerou uma grande quantidade de resíduos e causou erosão extensa, mobilizando sedimentos que preencheram canais e se espalharam por planícies de inundação. Como resultado, foram encontradas, na base dos depósitos aluviais no fundo do vale, acumulações ricas em matéria orgânica e com pouca estratificação em contato abrupto com camadas superiores marcadas por materiais com laminação finas, de cor clara, com 0,5-2,5 m de espessura, diferindo, portanto, em cor e textura. Os resíduos da atividade minerária produziram mudanças geomorfológicas substanciais no vale analisado, incluindo depósitos espessos de rejeitos em planícies de inundação, a simplificação e o nivelamento topográfico de uma planície de inundação anteriormente complexa, além do aumento de sedimentos grossos no leito do rio e da incisão do canal principal. Dessa forma, os autores interpretam os depósitos encontrados como rejeitos de mineração que foram descartados em cursos d'água e posteriormente redepositados em planícies de inundação, além de impactos mais diretos da mineração nessas planícies, como acúmulo de sedimentos não estruturados oriundos de dragagem e rejeitos armazenados em barragens de contenção.

Em suma, é possível considerar que a morfotecnogênese no vale do Ribeirão Datas se reflete em depósitos tecnogênicos diretos e em depósitos total ou parcialmente induzidos, reflexo tanto do garimpo histórico como do garimpo moderno. Assim, o histórico de ocupação, marcado pelo constante reuso desses terrenos, as análises da paisagem, as características faciológicas e as descontinuidades percebidas ao longo

das sucessões deposicionais são fatores importantes para a proposição de uma origem tecnogênica para os depósitos analisados.

Num cenário alternativo, para considerarmos que as alterações humanas no ambiente foram apenas superficiais e não desencadearam a geração de depósitos correlativos, seria forçoso considerar que a bacia do Ribeirão Datas apresente grande sensibilidade a variações discretas nas condições ambientais holocênicas.

Os dados paleobioclimáticos disponíveis revelam que um padrão bioclimático mais próximo do atual se estabeleceu por volta de 4,6 a 0,6 ka AP em Minas Gerais (Behling 1995, 2003, Parizzi et al. 1998, Enters et al. 2010, Barros et al. 2011). Porém, oscilações na precipitação entre 3 ka AP e o presente foram observadas por Parizzi et al. (1998), o que foi confirmado por Salgado-Labouriau et al. (1998) para outras áreas do Brasil Central. Na SdEM, o clima teria sido particularmente seco e quente entre ~4.2 ka e ~2.2 ka (Horák-Terra et al., 2015) e muito mais úmido entre ~1,0 ka e ~0,4 ka (Schellekens et al., 2014). Em Prados (MG), destaca-se um pequeno período seco entre 350 e 180 AP, o que estaria relacionado à Pequena Idade do Gelo europeia (séculos XIII a XVIII), quando o clima dos trópicos era mais seco (Silva et al. 2014).

Apesar dessas oscilações climáticas exercerem influência sobre, principalmente, mudanças na cobertura vegetal, é pouco provável que a sua curta duração tenha sido suficiente para promover grandes alterações no sistema ambiental que justifiquem as mudanças no padrão de acumulação observadas nos depósitos do fundo do vale do Ribeirão Datas. Apesar dos diferentes cenários paleobioclimáticos observados no Holoceno, análises de fitólitos na SdEM indicam que o Cerrado predomina na região desde 6.038 anos AP (Chuang, 2016).

Estudos sobre arquivos fluviais em domínios serranos de Minas Gerais mostram que as oscilações climáticas foram condicionantes importantes para a dinâmica dos sistemas fluviais (Oliveira et al. 2014, Barros & Magalhães Jr. 2020, Carvalho & Magalhães Jr. 2021, 2022). Porém, tais oscilações são relativas a fases bioclimáticas de maior duração, implicando em características faciológicas diferentes entre níveis deposicionais, e não dentro de um mesmo nível.

Carvalho & Magalhães Jr. (2021, 2022) analisaram diferentes vales na região da SdEM. Em vários casos observam-se planícies de inundação com idades inferiores a ~900 anos. No vale do Ribeirão Areia, no do Rio Grande e no do Ribeirão Congonhas, algumas amostras de sedimentos de planície revelam idades entre ~600 anos e ~400 anos, o que, considerando a margem de erro, as aproxima do início da intensificação da ocupação antrópica na região. Nos vales dos rios Paraúna e Congonhas, amostras das planícies são bastante recentes, com ~180 anos e ~170 anos, respectivamente. Embora não tenham tido como

propósito uma abordagem tecnogênica, Carvalho & Magalhães Jr. (2021) associam esse fato às alterações na dinâmica hidrossedimentar desses canais em resposta às atividades antrópicas.

5. Conclusões

A partir dos resultados é possível propor que o vale do Ribeirão Datas passou por forte descaracterização do seu sistema ambiental nos últimos séculos, podendo ser associada a feições de relevo e depósitos gerados tanto pela ação humana direta quanto indireta. Apesar dos quadros ambientais distintos entre o alto e baixo curso, nos depósitos potencialmente resultantes da ação humana nota-se a frequente formação de descontinuidades estratigráficas, evidenciando quebras no ritmo e nas características da agadação no fundo do vale. Em sua maior parte, os perfis são compostos por areias com presença de clastos sub-angulares em sua porção média a superior, mesmo na parte baixa da bacia, o que pode estar relacionado à forma de exploração mineral nas rochas da Formação Sopa Brumadinho nos trechos médio e superior. Características em fácies superiores em diferentes trechos de planície de inundação sugerem gênese relacionada a regime de fluxo superior, potencialmente devido à atuação de equipamentos hidráulicos. Assim, os perfis analisados neste trabalho apontam para uma dinâmica de agadação, com superposição de ambientes marginais por ambientes de leito, com descontinuidade de um processo de acumulação granodrecrescente marcado por discordâncias sedimentares.

Desse modo, ao se analisar o vale do Ribeirão Datas, de uma forma geral, percebe-se que, apesar de outras atividades antrópicas recentes, como a agricultura, a pecuária e a expansão urbana, os vestígios da atividade garimpeira ainda são vistos na região. As feições tecnogênicas são associadas, em boa parte, a um extenso revolvimento dos materiais superficiais por atividade de garimpo tanto aluvionar quanto de serra, tanto histórica como moderna.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa PQ (303008/2021-0); à CAPES pela bolsa de mestrado; à FAPEMIG pelo auxílio financeiro no âmbito dos Projetos APQ-00511-21 e APQ-00770-24; ao grupo de pesquisa RIVUS - Geomorfologia e Recursos Hídricos (UFMG) pelo apoio; e aos revisores anônimos e à equipe editorial da revista pelo trabalho dedicado ao nosso artigo.

Declaração de autoria

L.F.P.B.: Conceptualization, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Resources, Supervision, Validation, Writing – Original Draft

A.A.A.: Data curation, Formal analysis, Investigation, Software, Visualization, Writing – Original Draft

A.P.M.J.: Formal analysis, Funding acquisition, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Validation, Writing – Review & Editing

A.C.: Formal analysis, Validation, Writing – Review & Editing

Referências

- AUGUSTIN C.H.R.R., ARANHA P. Belo Horizonte: R.A. 2006. A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG: características e processos associados. *Geomos*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1-2, 75 - 86 p.
- AVILA F.F. 2009. Análise da cobertura pedológica em uma Toposequência na bacia do Córrego dos Pereiras, Depressão de Gouveia/MG. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 133p.
- BARBOSA T.S., FURRIER, M. 2023. Methodological considerations and proposed integrated legend for anthropogenic geomorphological mapping. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 24, n. 1. DOI:10.20502/rbg.v24i1.2202.
- BARROS L.F.P., MAGALHÃES JR. A.P. 2020. Late quaternary landscape evolution in the Atlantic Plateau (Brazilian highlands): Tectonic and climatic implications of fluvial archives. *Earth-Science Reviews*, v. 207, p.
- BARROS L.F.P., LAVARINI C, LIMA L.S., MAGALHÃES JUNIOR, A. P. 2011. Síntese dos cenários paleobioclimáticos do Quaternário Tardio em Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, v. 23, n. 3, 371–386 p.
- BEHLING H. 1995. Investigations into the late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany*, v. 4, n. 3, 127–152p. DOI: 10.1007/BF00203932.
- BEHLING H. 2003. Late glacial and Holocene vegetation, climate and fire history inferred from Lagoa Nova in the southeastern Brazilian lowland. *Vegetation History and Archaeobotany*, v. 12, n. 4, 263–270 p. DOI: 10.1007/s00334-003-0020-9.
- BROWN A.G., TOOTH S., BULLARD J.E., THOMAS D.S.G., CHIVERRELL R.C., PLATERA, J., MURTON J., THORNDYCRAFT V.R., TAROLLI P., ROSE J., WAINWRIGHT J., DOWNS P., AALTO R. 2017. The geomorphology of the Anthropocene: emergence, status and implications. *Earth Surface Processes and Landforms*, Hoboken, v. 42, n. 1. 71–90p. DOI: 10.1002/esp.3943.
- CARVALHO A. 2019. O papel dos processos fluviais na evolução do modelado do relevo na bacia do Rio Paraúna, Serra do Espinhaço Meridional-MG. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 235p.
- CARVALHO A., MAGALHÃES JR. A.P. 2021. Sequências deposicionais fluviais e evolução geomorfológica da bacia do Rio Paraúna-Serra do Espinhaço Meridional, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S.l.], v. 22, n. 4, 770p. DOI: 10.20502/rbg.v22i4.1878.
- CARVALHO A., MAGALHÃES JR. A.P. 2022. Fluvial archives as records of the late quaternary landscape evolution in the southeastern Brazilian highlands. *Journal of South American Earth Sciences*, [S.l.], v. 116. 1–22p. DOI: 10.1016/j.jsames.2022.103829.
- CARVALHO A., MAGALHÃES JR. A.P., FILIZZOLA B.R., MARQUES C.P.M. 2018. 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*, [S.l.], v. 19, n. 4.691–708p. DOI: 10.20502/rbg.v19i4.1354.
- CHAVEZ M.L.S.C., SVISERO D. P. 1993. Características geológicas e origem dos conglomerados diamantíferos das regiões de Diamantina (Mesoproterozóico) e de Romaria (Cretáceo Superior), Minas Gerais. *Boletim IG-USP. Série Científica*, São Paulo, v. 24, 49–57p.
- CHEMEKOV Y. F. 1983. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 11., 1983, Moscow. Abstracts..., v. 3, 62p.
- CHUENG K.F. 2016. Reconstituição paleoclimática da geodinâmica quaternária na Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, através dos indicadores fitólitos e isótopos de carbono.

- Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra. Universidade Federal Fluminense, 179p.
- COSTA L.R. 2007. Os garimpos clandestinos de ouro em Minas: tradição e mudança. *Revista História & Perspectivas*, [S.l.], v. 1, n. 3637, 247-279p.
- COSTA A.T., NALINI JUNIOR H. A., CASTRO P.D.T.A., TATUMI S.H. 2010. Stratigraphic analysis and distribution of arsenic in quaternary sedimentary deposits of the southeastern portion of the Quadrilátero Ferrífero, basin of the Ribeirão Carmo, MG. *Revista Escola de Minas*, v. 63, 703-714p. DOI: 10.1590/S0370-44672010000400017.
- COTA G.E.M., MAGALHÃES JR. A.P., BARROS L.F.P. 2018. Processos de encouraçamento de leitos fluviais: sistematização de bases teóricas e estudo de caso na Serra do Espinhaço Meridional (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, 777-791p.
- ENTERS D., et al. 2010. Holocene environmental dynamics of south-eastern Brazil recorded in laminated sediments of Lago Aleixo. *Journal of Paleolimnology*, v. 44, 265-277p. DOI: 10.1007/s10933-009-9386-y.
- ESCHWEGE W.L. von. 2011. *Pluto Brasiliensis (1833)*. Tradução Domicílio de Figueiredo Murta. Senado Federal, Brasília, 728p.
- FERRAND P, SAD J.H.G., GUIMARÃES, J.C. 1998. O ouro em Minas Gerais. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte. 366p.
- FONSECA S.F., SILVA A.C., SENNA J. A. 2018. Técnicas de geoprocessamento aplicadas na identificação de usos da terra no entorno das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 43, 124-139p.
- FRANÇA JUNIOR P., SOUZA M.L. 2014. Tecnógeno em ambientes fluviais: noroeste do Paraná, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 2, 45-52p.
- HORÁK-TERRA I., CORTIZAS A. M., LUZ C. F. P., LOPEZ P. R., SILVA A. C., VIDAL-TORRADO P. 2015. Holocene climate change in central-eastern Brazil reconstructed using pollen and geochemical records of Pau de Fruta mire (Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 437, 117-131p. DOI: 10.1016/j.palaeo.2015.07.009.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CIDADES: GOUVEIA. Rio de Janeiro: IBGE, 2021a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CIDADES: DATAS. Rio de Janeiro: IBGE, 2021b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2023.
- JAMES L. A. 2013. Legacy sediment: definitions and processes of episodically produced anthropogenic sediments. *Anthropocene*, v. 2, 16-26p.
- KNAUER L. G. 2007. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, 81-90p.
- LACERDA M. O., SAADI A. 2017. Paisagem garimpeira no planalto de Diamantina, Minas Gerais. *Revista Espinhaço*, v. 6, n. 2, 15-26p.
- LAWRENCE S, DAVIES P, HILL G, RUTHERFURD, I, GROVE, J, TURNBULL, J, SILVESTER, E, COLOMBI, F, MACKLIN, M. 2023. Characterising mine wastes as archaeological landscapes. *Geoarchaeology*, v. 38, n. 4, 389-405p. DOI: 10.1002/geo.21958.
- LIMA E. S. 2016. Aluviões diamantíferos da foz dos rios Jequitinhonha e Pardo – fase I. Salvador, CPRM.
- LUZ L. M, MARÇAL M. S. 2016. A perspectiva geográfica do Antropoceno. *Revista de Geografia*, Recife, v. 33, n. 2, p. 143-160.
- MAGALHÃES JR. A. P., BARROS L. F. P. 2020. Estratigrafia, interpretação de fácies e reconstituição de paleoambientes deposicionais. In: MAGALHÃES JR. A. P., BARROS L. F. P. (Org.). *Hidrogeomorfologia: Formas, processos e registros sedimentares fluviais*. 1 ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 297-323p.
- MARTINS M.L. 1994. Mineração, agricultura e degradação ambiental em Minas Gerais nos séculos XVIII e XIX. LPH: *Revista de História*, Ouro Preto, n. 4.
- MARTINS M.L. 2020. O garimpo e as paisagens rurais do passado na Diamantina oitocentista. *Territórios e Fronteiras*, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 302-333. DOI: 10.22228/rf.v13i1.1100.
- MARTINS-NETO M.A. 1998. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleó/Mesoproterozóico. *Brazilian Journal of Geology*, [S.l.], v. 28, n. 2, 151-168p.
- MIALL A. D. 1985. Architectural-element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, [S.l.], v. 22, n. 4, p. 261-308. DOI: 10.1016/0012-8252(85)90001-7.
- MIALL A. D. 2016. *Stratigraphy: A Modern Synthesis*. Switzerland, Springer International, 454 p. DOI: 10.1007/978-3-319-24304-7.
- NOLASCO M.C. 2002. Registros geológicos gerados pelo garimpo: Lavras Diamantinas - BA. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 316p.
- NOLASCO M. C., MEDEIROS R., OLIVEIRA A. M. 2001. Depósitos diamantíferos garimpáveis das lavras diamantinas, BA: a geologia do olhar garimpeiro. *Revista Brasileira de Geociências*, [S.l.], v. 31, n. 4, 457-470p.
- OLIVEIRA A. M. S., BRANNSTROM C., NOLASCO M. C., PELOGGIA A. U. G., PEIXOTO M. N. O., COLTRINARI L. 2005. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: SOUZA C. R. G., SUGUIO K., OLIVEIRA A. M. S., OLIVEIRA P. E. (Eds.). *Quaternário do Brasil*. São Paulo, ABEQUA/Holos.
- OLIVEIRA L. A. F., MAGALHÃES JR. A. P., LIMA L. B. S., CARVALHO A. 2014. Fatores condicionantes da configuração de fundos de vale colmatados na bacia do alto-médio Rio Pomba, leste de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 4, 639-657p.
- OWEN, G. Deformation processes in unconsolidated sands. *Geological Society, London, Special Publications*, v. 29, n. 1, p. 11-24, 1987. DOI: 10.1144/GSL.SP.1987.029.01.02
- PARIZZI M.G., SALGADO-LABOURIAU M.L., KOHLER H. C. 1998. Genesis and environmental history of Lagoa Santa, southeastern Brazil. *The Holocene*, v. 8, n. 3, 311-321p. DOI: 10.1191/095968398667004685.
- PEIXOTO R.J., LIMA H. M. 2004. Diagnóstico dos garimpos de topázio imperial no Alto Maracujá, Sub-bacia do rio das Velhas, MG. *Revista Escola de Minas, Ouro Preto*, v. 57, 249-254p. DOI: 10.1590/S0370-44672004000400005.
- PELESCH A.S., PEIXOTO M.N.O. 2020. Rios urbanos: contribuições da Antropogeomorfologia e dos estudos sobre os Terrenos Tecnogênicos. *Revista Brasileira de Geografia*, [S.l.], v. 65, n. 1, 2-22p.
- PELOGGIA A.U.G. 1999. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos depósitos tecnogênicos. In: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO/SEHAB/HABI. *Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I)*. São Paulo, Manual Técnico 3 (GT-GEOTEC), 35-50p.
- PELOGGIA A.U.G. 2019. Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: o estudo da agência geológico-geomorfológica humana e de seus registros. *Revista do Instituto Geológico*, [S.l.], v. 40, n. 1, 1-17p. DOI: 10.33958/revig.v40i1.620.
- PELOGGIA A. U. G. 2020. Antropoceno, artes visíveis e literatura: a arte como registro estratigráfico e a agência geológica humana. *Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural*, São Paulo, v. 1, n. 1-2, 133-145p.
- PELOGGIA A. U. G., OLIVEIRA A. M. S. 2005. Tecnógeno: um novo campo de estudos das Geociências. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10., 2005, Guarapari. *Anais... ABEQUA*.
- PELOGGIA A.U.G., OLIVEIRA A.M.S., OLIVEIRA A.A., SILVA E.C.N., NUNES J.O. R. 2014. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 1, 28-40p.
- PEREIRA N.A.S., FERREIRA NETO A.C., BONFÁ C.S., SANTOS L.C. 2023. Análise de viabilidade financeira e de risco da moranguicultura: um estudo de caso para o município de Datas, Minas Gerais. *Irriga, Botucatu*, v. 28, n. 1, 37-47p. DOI: 10.15809/irriga.2023v28n1p37-47.
- PRICE S. J., FORD J. R., COOPER A. H., NEAL C. 2011. Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, [S.l.], v. 369, n. 1938, 1056-1084p. DOI: 10.1098/rsta.2010.0296.

- QUINTÃO R.G. 2017. Sob o régio braço: a Real Extração e o abastecimento no Distrito Diamantino (1772-1805). Dissertação de Mestrado em História. Programa de Pós-graduação em História. Universidade Federal de Minas Gerais, 150p.
- SALGADO A.A.S., VALADÃO R. C. 2003. Contribuição da desnudação geoquímica na evolução da erosão diferencial no Espinhaço Meridional-MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S.l.], v. 4, n. 2, 31–40p.
- SALGADO-LABOURIAU M.L., BARBIERI M., FERRAZ-VICENTINI K.R., PARIZZI M.G. 1998. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology, v. 99. 115–129p. DOI: 10.1016/S0034-6667(97)00037-5.
- SANTOS J.F. 1976. Memórias do Distrito Diamantino da Comarca do Serro Frio. 4 ed. São Paulo, Itatiaia 438p.
- SCHELLEKENS J., HORÁK-TERRA I., BUURMAN P., VIDAL-TORRADO P., SILVA A.C. 2014. Holocene vegetation and fire dynamics in central-eastern Brazil: molecular records from the Pau de Fruta peatland. *Organic Geochemistry*, v. 77, 32–42p. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2014.09.004.
- SILVA A.C., PEDREIRA L. C.V.S.F., ABREU P. A.A. 2005. Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes. Belo Horizonte, O Lutador.
- SILVA E.C.N., DIAS M.B.G., MATHIAS D.T. 2014. A abordagem tecnogênica reflexões teóricas e estudos de caso The technogenic approach: theoretical reflections and case studies. *Quaternary and Environmental Geosciences*, [S.l.], v. 5, n. 1. 1-11p.
- SILVA, M. A.; PINTO, C. P.; PINHEIRO, M. A. P.; MARINHO, M. S.; LOMBELLO, J. C.; PINHO, J. M. M.; GOULART, L. E. A.; MAGALHÃES, J. R. Mapa geológico do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2020. 1 mapa, color. Escala 1:1.000.000. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21828>. Acesso em: 16 mar 2026.
- SOUZA B.T. 2020. Análise dos metais pesados nos sedimentos de fundo do alto rio Jequitinhonha em áreas afetadas pela atividade de extração mineral, Diamantina-MG. *Geochimica Brasiliensis*, [S.l.], v. 34, n. 1, 110–129p. DOI: 10.21715/gb.v34i1.1483.
- TER-STEPANIAN G. 1988. Beginning of the Technogene. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, [S.l.], v. 38, n. 1, 133–142p. DOI: 10.1007/BF02590461.
- UHLEIN A., TROMPETTE R., EGYDIO-SILVA M. 1995. Rifeamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton do São Francisco. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 99–107p.
- UHLEIN A., ERSINZON F., UHLEIN G. J., ALCÂNTARA D. G. 2017. Estratigrafia e sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço e Grupos Bambuí e Macaúbas: roteiro de campo na Serra do Espinhaço Meridional (MG). *Terræ Didática*, Campinas, v. 13, n. 3, 244–257p. DOI: 10.20396/td.v13i3.8651052.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 2006. FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization (PostScript Implementation). U.S. Geological Survey Techniques and Methods, [S.l.], v. 11, n. A2.
- VERSTRAETEN G., BROOthaerts N., VAN LOO M., NOTEBAERT B., D’HAEN K., DUSAR B., DE BRUE H. 2017. Variability in fluvial geomorphic response to anthropogenic disturbance. *Geomorphology*, [S.l.], v. 294, 20–39p. DOI: 10.1016/j.geomorph.2017.07.017.
- WATERS C.N., ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., ELLIS M.A., SNELLING A.M. 2014. A stratigraphical basis for the Anthropocene? *Geological Society, London, Special Publications*, v. 395, 1–21p. DOI: 10.1144/SP395.1.
- ZALASIEWICZ J., WATERS C.N., IVAR DO SUL J.A., et al. 2016. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, [S.l.], v. 13, 4–17p. DOI: 10.1016/j.ancene.2016.01.002

¹Recebido 11 de fevereiro de 2026
Aceito 12 de abril de 2026