

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Instituto de Geociências

Programa de Pós-Graduação em Geografia

Alessandra de Abreu Andrade

**ARQUIVOS FLUVIAIS TECNOGÊNICOS NA SERRA DO ESPINHAÇO
MERIDIONAL: influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas**

Belo Horizonte

2024

Alessandra de Abreu Andrade

**ARQUIVOS FLUVIAIS TECNOGÊNICOS NA SERRA DO ESPINHAÇO
MERIDIONAL: influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando de Paula Barros

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Júnior

Belo Horizonte

2024

Andrade, Alessandra de Abreu.
Arquivos fluviais tecnogênicos na Serra do Espinhaço Meridional [manuscrito] :
influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas / Alessandra de Abreu
Andrade. – 2024.

Orientador: Luiz Fernando de Paula Barros.

Co-orientador: Antônio Pereira Magalhães Júnior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de
Geociências, 2024.

Bibliografia: f. 118-
128. Inclui anexo.

1. Geomorfologia fluvial – Minas Gerais – Teses. 2. Sedimentos fluviais – Teses.
3. Luminescência – Teses. 4. Geografia humana – Teses. 5. Espinhaço, Serra do (MG
e BA) – Teses. I. Barros, Luiz Fernando de Paula. II. Magalhães Junior, Antônio Pereira. III.
Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

**"ARQUIVOS FLUVIAIS TECNÔGENICOS NA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL (MICRORREGIÃO DE REGIÃO DE DIAMANTINA):
influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas"**

ALESSANDRA DE ABREU ANDRADE

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 12 de julho de 2024, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

Luiz Fernando de Paula Barros

IGC/UFMG

Antônio Pereira Magalhães Junior

IGC/UFMG

Alex de Carvalho

IFMG-Ouro Preto

Luis Felipe Soares Cherem

IGC/UFMG

Belo Horizonte, 12 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Fernando de Paula Barros, Professor do Magistério Superior**, em 12/07/2024, às 16:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alex de Carvalho, Usuário Externo**, em 12/07/2024, às 16:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luis Felipe Soares Cherem, Professor do Magistério Superior**, em 12/07/2024, às 18:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Pereira Magalhaes Junior, Professor do Magistério Superior**, em 12/07/2024, às 18:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3320683** e o código CRC **4AA6C430**.

*À minha mãe, dona Maria da Conceição e irmã mais nova Sara, minhas companheiras, meus
amores maiores e arretados!*

AGRADECIMENTOS

Sem mais delongas, agradeço a minha família, principalmente à minha mãe, Dona Maria da Conceição, minha irmã Sara pelo carinho, força e apoio desde minha saída de casa para uma terra tão distante, tão ferrenha, mas acolhedora, mostrando que, quem tem família apoiadora tem tudo!

Ao meu Orientador Luiz Fernando por sua dedicação e compreensão, me ajudou a entender um pouco mais sobre Geomorfologia Fluvial, me mostrando que terraços podem contar várias histórias e acima de tudo, paciência pela minha ausência quando eu “travava” na escrita.

Ao meu Coorientador Antônio Magalhães pela acolhida e paciência e suporte, apresentando a mim sobre os encantos e “desencantos antrópicos” que a Serra do Espinhaço Meridional guarda.

Ao Alex Carvalho por estar presente em todas as etapas desse mestrado, sempre me respondendo de forma zelosa, firme e crítica!

Ao meu assistente de pesquisa Ivo Nunes, presente também em todas das etapas do trabalho e por suas observações sempre acompanhadas de humor!

Aos meus professores de graduação no CESC-UEMA, companheiros de artigo e amigos Roneide e Leilson pelo incentivo em continuar essa jornada pela Geografia Física.

À minha amiga Mirella, por todos os momentos, ora alegres, ora tortuosos que passamos juntas!

Aos meus amigos Daniel, Talita, Guilherme de Paula, Felipe Gabriel, Catharina, Evelyn, André, Raphael, Arian, Pedro, Dayane, Mário, Mayane, Lais e sua família por estarem comigo, por ouvirem meus desabafos, piadas sem graça, alegrias, momentos aleatórios, choros e anseios.

Aos professores Luis Cherem, Miguel Felipe, Fábio Soares, Roberto Valadão, Cristina Augustin, Cristiane Oliveira, Mariana Lacerda, pelas aulas, resolverem minhas dúvidas, choques de realidade e compartilharem conhecimento.

Aos meus amigos de graduação e vivência maranhenses Luciano, Nayane, Leonilson, Adriano, pelo incentivo de continuar e pelas palavras positivas!

Ao Grupo de pesquisa do RIVUS/STRATUM pela acolhida acadêmica e apoio logístico.

À CAPES pelos dois anos de bolsa.

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto “Arquivos fluviais e o quaternário em Minas Gerais: morfogênese, morfodinâmica e morfotecnogênese”.

À Fundação João Pinheiro por ceder as aerofotos da região de Diamantina.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO/IGC).

Aqueles que eu não pude citar e que participaram de forma indireta da minha jornada, agradeço também!

Os problemas, os desafios e as questões ambientais acham-se amplamente distribuídos. São muito restritas as áreas da Terra completamente isentas de algum problema ambiental [...]

(Suguio Kenitiro – Geologia do Quaternário e mudanças ambientais, 2010)

RESUMO

Esta dissertação apresenta os resultados de uma pesquisa realizada com o objetivo de investigar a influência das atividades antrópicas na geração de depósitos e na configuração do vale do ribeirão Datas, na microrregião de Diamantina, entre os municípios de Gouveia e Datas. Assim, a pesquisa faz uma interseção entre os campos da Geomorfologia Fluvial e dos estudos antropocênicos/tecnogênicos, direcionando-se para a interpretação de morfologias e sucessões deposicionais fluviais. A necessidade deste estudo surgiu a partir de uma constatação inicial sobre a carência de pesquisas que contextualizem a discussão do tecnógeno e suas implicações em um ambiente historicamente ocupado por diversas atividades antrópicas, principalmente pelo garimpo aluvionar. A bacia do Ribeirão Datas está localizada na Serra do Espinhaço Meridional e a drenagem principal possui 34 km de extensão, abrangendo 123 km² até a confluência com a margem esquerda do Ribeirão Chiqueiro. A investigação concentrou-se no fundo do vale e seus arquivos fluviais, sendo dividida em três trechos: baixo curso (próximo à confluência com o Ribeirão do Chiqueiro), médio-alto curso (próximo ao perímetro urbano de Datas) e alto curso (região rural do município de Datas). A metodologia utilizada inclui um levantamento do histórico de ocupação da Serra do Espinhaço Meridional, a aplicação de uma proposta de mapeamento de terrenos tecnogênicos, a descrição e interpretação de sucessões deposicionais fluviais, a análise temporal por imagens de satélite e aerofotos (1965-2021) e um levantamento geocronológico através de datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). Os resultados revelaram que os três trechos visitados possuem, principalmente na planície (P) e no Terraço (T1), características como o entulhamento e empilhamento de sedimentos mal selecionados, a presença de feições erosivas como escavações, lagoas artificiais e desvios do leito, as quais indicam origem antrópica secular e moderna. A interpretação estratigráfica dos perfis levantados indica que a ação antrópica, somada à dinâmica hidrossedimentar do curso d'água, foi capaz de reconfigurar os depósitos dos níveis fluviais levantados em fundo de vale, majoritariamente contendo importantes discordâncias erosivas e abundância de material de leito mal selecionado e rico em estruturas deposicionais de leito arenoso. As idades obtidas por LOE variam entre 145 ± 10 anos e 16.260 ± 1.600 anos, extrapolando o limite do histórico de ocupação na área. A partir desses resultados, destaca-se que analisar as implicações da morfotecnogênese a partir dos arquivos fluviais mostrou-se uma tarefa complexa, uma vez que vários tipos de atividades antrópicas estão presentes no vale aluvial atualmente, podendo retrabalhar áreas já modificadas no passado, e que a dinâmica do ambiente pode impactar cada trecho do vale de forma diferente. Ademais, a aplicação da LOE nesse contexto apresentou importantes limitações, prejudicando a obtenção de uma cronologia sólida para os processos de evolução no vale nos últimos séculos e décadas.

Palavras-Chave: atividades antrópicas; tecnógeno; geomorfologia fluvial; depósitos fluviais; SdEM.

ABSTRACT

This dissertation presents the results of a study carried out with the aim of investigating the influence of anthropogenic activities on the generation of deposits and the configuration of the Datas river valley, in the Diamantina micro-region, between the towns of Gouveia and Datas. Thus, the research intersects the fields of Fluvial Geomorphology and Anthropocene/Technogenic studies, focusing on the interpretation of fluvial morphologies and depositional successions. The need for this study arose from an initial observation about the lack of research that contextualizes the discussion of technogenesis and its implications in an environment historically occupied by various anthropogenic activities, mainly alluvial mining. The Ribeirão Datas basin is located in the Serra do Espinhaço Meridional and the main drainage is 34 km long, covering 123 km² up to the confluence with the left bank of the Ribeirão Chiqueiro. The investigation focused on the valley floor and its river archives, and was divided into three sections: the lower course (near the confluence with the Chiqueiro stream), the middle-high course (near the urban perimeter of Datas) and the upper course (rural region of the municipality of Datas). The methodology used includes a survey of the occupation history of the Serra do Espinhaço Meridional, the application of a technogenic terrain mapping proposal, the description and interpretation of fluvial depositional successions, temporal analysis using satellite images and aerophotos (1965-2021) and a geochronological survey using Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating. The results revealed that the three stretches visited have characteristics, mainly in the plain (P) and on the terrace (T1), such as the clogging and piling up of poorly selected sediments, the presence of erosive features such as excavations, artificial ponds and bed detour, which indicate secular and modern anthropogenic origin. The stratigraphic interpretation of the profiles surveyed indicates that anthropogenic action, added to the hydrosedimentary dynamics of the watercourse, was able to reconfigure the deposits of the fluvial levels surveyed in the valley floor, mostly containing important erosive discordances and an abundance of poorly selected bed material rich in sandy bed depositional structures. The ages obtained by LOE vary between 145 ± 10 years and $16,260 \pm 1,600$ years, extrapolating the limit of the occupation history in the area. Based on these results, it should be noted that analyzing the implications of morphotechnogenesis based on fluvial archives proved to be a complex task, given that various types of anthropogenic activities are currently present in the alluvial valley, which can rework areas that have already been modified in the past, and that the dynamics of the environment can impact each stretch of the valley differently. In addition, the application of LOE in this context presented important limitations, making it difficult to obtain a solid chronology for the evolutionary processes in the valley over the last few centuries and decades.

Keywords: anthropogenic activities; technogen; fluvial geomorphology; fluvial deposits; SdEM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vale aluvial no baixo curso do Ribeirão Datas.	21
Figura 2-Proposta inicial conceitual para transição de tempo geológico para o Tecnógeno de Ter-Stepanian, 1998.	23
Figura 3- Tipos de processos tecnogênicos e naturais.	25
Figura 4 - Síntese de proposta de classificação dos depósitos tecnogênicos conforme os autores Peloggia ^a , Nolasco ^b , Oliveira ^c	27
Figura 5- Determinação de idade pela luminescência.	30
Figura 6 -Mapa intitulado “CARTA TOPOGRAPHICA DAS TERRAS DIAMANTINAS”, que destacam a rede hidrográfica do rio Jequitinhonha, rio Pardo e Paraúna com as lavras diamantinas (1770). Em vermelho está destacado a área que corresponde o sistema hidrográfico Chiqueiro-Datas.	32
Figura 7-Lavra de diamantes do Sr. Felisberto D’Andrade Brant em S. João da Chapada. por A. Riedel, 1868.	33
Figura 8 - Exemplo de cascalho diamantífero em depósito aluvionar.	34
Figura 9 - Lavagem de diamantes (a Minas), Marc Ferrez, 1870-1899.	35
Figura 10 - Ferramentas de extração e transporte de massa diamantífera. 1- cavadeira, 2 - almocafre, 3-carumbé.	36
Figura 11 - Esquema de um mundéu em perspectiva.	37
Figura 12 - a- Escravos britadores de pedra para a extração de diamantes; b -Extração de diamante c- Trabalho de lavagem do cascalho, feito por escravos. Por Carlos Julião, 1740-1811.	39
Figura 13 – Processos de garimpagem por tipos de mecanismo em leito de rio.	40
Figura 14 - Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Datas.	42
Figura 15 - Arcabouço Litoestratigráfico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Datas, SGB/CPRM(2014).	45
Figura 16 - Compartimentação Geomorfológica da bacia hidrográfica do ribeirão Datas.	47
Figura 17 - Vista do vale fluvial do Ribeirão Datas em diferentes compartimentos geomorfológicos. a) Planície do Ribeirão Datas no contexto da Superfícies de Cimeira; b) Planície do Ribeirão Datas na Depressão Gouveia.	48
Figura 18- Localização dos perfis estratigráficos descritos ao longo do Ribeirão Datas.	59
Figura 19 - Vista geral do terraço (T1) e da Planície (P) na margem direita do ribeirão Datas.	60
Figura 20 - Perfil-estratigráfico Dt01. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito.	61

Figura 21 - Perfil-estratigráfico do Dt02. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito para a margem direita do ribeirão Datas, baixo curso, confluência com o Ribeirão Chiqueiro.	62
Figura 22 - Perfil-estratigráfico do Dt03. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito.	63
Figura 23 - Vista geral do ponto Dt03. a) vista geral do terraço fluvial na margem direita do baixo curso do ribeirão Datas, b) Vestígio de equipamento encrustado em subsuperfície na mesma sessão estratigráfica do Dt03.....	64
Figura 24 - Perfil-estratigráfico do perfil Dt04a/b/c. a) perfil estratigráfico b) Fácies Dt04a c) Fácies Dt04b e Dt04c.	65
Figura 25 – Vista geral do Perfil Dt04a/b/c na margem direita erosiva e no baixo curso do Ribeirão Datas.	65
Figura 26 - Perfil estratigráfico do Dt05. a) perfil estratigráfico b) vista geral da fácies Dt05.	66
Figura 27 - Contexto do perfil Dt05- Encosta e à jusante de uma frente de lavra.	67
Figura 28 - Perfil-estratigráfico o Dt06. a) Perfil estratigráfico b) vista geral da fácies Dt06.	68
Figura 29 - Vista geral do Dt06 - Margem deposicional esquerda no médio-alto curso.	68
Figura 30 - Margem deposicional direita, no médio-alto curso – Dt07.	69
Figura 31 - Perfil-estratigráfico do Dt07. a) perfil estratigráfico b) Fácies Dt07.....	70
Figura 32 – Ambiente de coleta das amostras Dt08a/b - Alto curso do Ribeirão Datas. a) Esquema do Perfil estratigráfico b) fácies e local de amostragem Dt08a. c) fácies e local de amostragem Dt08b.....	71
Figura 33 – Contexto do perfil estratigráfico do Dt08.	71
Figura 34 – Categorias de terrenos tecnogênicos e compartimentação geomorfológica original.	76
Figura 35 - Categoria de terrenos tecnogênicos em MDE.....	77
Figura 36 - Tecnoforma de Escavação de lagoa artificial, margem esquerda	78
Figura 37 - Tecnoformas e depósitos tecnogênicos no fundo do vale do ribeirão Datas a) Tecnoforma de acumulação em terraço; b) margem direita com Elevações Tecnogênicas; c) Tipos de material que predominam sobre o Terraço (T1) d) Tipos de material que predominam na planície (P).....	79
Figura 38 - Feições tecnogênicas no baixo curso do ribeirão Datas.	80

Figura 39 - Tecnoformas de Acumulação dispostas na margem esquerda no baixo curso. a) Tecnoforma de Acumulação de cascalhos misturados com material arenoso; b) Empilhamento de cascalhos sobre rocha granítica do Complexo Gouveia.	81
Figura 40 - Ferramentas típicas de garimpo artesanal próximo a borda da cava seca.	82
Figura 41 - 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 em margem erosiva e deposicional; e) Tecnoforma Escavada de lagoa artificial. .	83
Figura 42 - Localização das feições tecnogênicas e suas Tecnoformas no alto curso do ribeirão Datas.	85
Figura 43 – Feições Tecnogênicas em meio a vertente. – Zona periurbana de Datas. a) Tecnoforma de Acumulação; b) Tecnoforma de acumulação com sulcos erosivos; c) Tecnoforma de Escavação de lagoa artificial; d) Voçorocamento em morfologia de Acumulação; e) f) Vegetação arbórea e arbustiva sobre formas Tecnogênicas.	86
Figura 44 – Material ferruginoso concrecionado. a) conglomerado de concreções ferruginosas; b) amostra em detalhe de um conglomerado.	87
Figura 45 - Zona periurbana de Datas com elementos de acumulação tecnogênica	88
Figura 46 - Tecnoformas de Acumulação do fundo de vale próximo a cidade de Datas. a e b) visão parcial das Tecnoformas de Deposição em fundo de vale; c) Geotecnoforma de terraço na margem direita; d) canal tributário e superfícies.	89
Figura 47 - Terrenos tecnogênicos no médio-alto curso do Ribeirão Datas.	91
Figura 48 - Cicatrizes e Depressões Tecnogênicas no trecho entre “Datas de Cima” e “Fazenda das Porteiras” - Zona rural de Datas	93
Figura 49 – Elevações e Superposições Tecnogênicas na zona rural de Datas.	94
Figura 50 - Exemplo de Tecnoformas de Escavação e em terraço. a) pequena escavação parcialmente preenchida com água; b) escavação seca recoberta parcialmente com vegetação.	95
Figura 51 - Terrenos tecnogênicos no alto curso do Ribeirão Datas	96
Figura 52 - Tecnoformas de Acumulação no trecho da localidade “Datas de Cima”, zona rural de Datas. a) vista para o fundo de vale e uma parte da encosta; b) c) e) g): Exemplos de Geotecnoforma de Deposição de planície aluvial; d, e, f, h: exemplos de Tecnoforma de Acumulação.	98
Figura 53 - Elevações e Depressões Tecnogênicas que compõem as Corrugações Tecnogênicas no trecho da localidade “Fazenda das Porteiras”, em contexto de encosta, zona rural de Datas.	

a, b, c) exemplos de cascalho pós processo de cata; d) vista parcial da lagoa artificial, com resto de material terroso na borda; e) resto de equipamento na borda da lagoa artificial f) pilhas de cascalho recoberto por vegetação, espalhado na encosta.	100
Figura 54 - Aerofotos do Ribeirão Datas voo AST-10, USAF e seus respectivos trechos.	102
Figura 55 – NDVI do baixo curso do Ribeirão Datas	103
Figura 56 - NDVI do médio curso do Ribeirão Datas.	104
Figura 57 - NDVI do alto curso do Ribeirão Datas.	106
Figura 58 – Material têxtil soterrado no Dt03.	109
Figura 59 – Depósitos integralmente tecnogênicos: a) Perfil Dt03, de acumulação direta e induzida; b) Perfil Dt08, de acumulação tecnogênica indiferenciada e induzida; c) Perfil Dt05, de acumulação induzida.....	112
Figura 60 – Depósitos parcialmente tecnogênicos e de acumulação induzida: a) Perfil Dt06; b) Perfil Dt07; c) Perfil Dt04; d) Perfil Dt01.	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da datação das amostras de depósitos fluviais por LOE.	73
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Localização dos perfis amostrados para datação e descrição estratigráfica no vale do Ribeirão Datas.	55
Quadro 2 - Proposta de classificação do relevo tecnogênico.	56
Quadro 3 – Elementos arquiteturais fluviais nos perfis estratigráficos analisados.	108

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1.	Aspectos hidrogeomorfológicos na configuração da paisagem	20
2.2.	Tecnógeno e Geomorfologia	23
2.3.	Depósitos tecnogênicos: identificação e classificação	26
2.4.	Aplicação de Luminescência Opticamente Estimulada	29
2.5.	Panorama histórico de ocupação antrópica na região de Diamantina	31
2.6.	O quadro antrópico na atual microrregião de Diamantina: o caso dos municípios de Gouveia e Datas, MG.	41
3	ASPECTOS AMBIENTAIS DO RIBEIRÃO DATAS	42
3.1.	Arcabouço litoestrutural na bacia do Ribeirão Datas	43
3.2.	Compartimentação geomorfológica	46
3.3.	Aspectos pedológicos, fitogeográficos e climáticos	49
4	METODOLOGIA.....	52
4.1.	Análise morfoestratigráfica	53
4.2.	Coleta de amostras para datação por LOE para análise geocronológica	53
4.3.	Mapeamento e classificação de feições tecnogênicas	56
4.4.	Análise temporal de fotografias aéreas e de imagens de satélite	57
5	RESULTADOS	58
5.1.	Levantamento morfoestratigráfico	58
5.2.	Idades obtidas para sedimentos de fundo de vale do Ribeirão Datas	72
5.3.	Compartimentos morfotecnogênicos	74
5.4.	Análise temporal da dinâmica espacial no vale no Ribeirão Datas	101
5.4.1.	Baixo curso	101
5.4.2.	Médio curso	103
5.4.3.	Alto curso	105
6	DISCUSSÃO.....	107

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
	REFERÊNCIAS.....	117
	ANEXO 1 – Glossário do Garimpo	128

1 INTRODUÇÃO

Registros tecnogênicos consistem em formações superficiais (depósitos tecnogênicos) ou feições (morfotecnogênese) litológicas-geomorfológicas cuja gênese, processos evolutivos e formas detêm contribuição total ou parcial da ação humana (Ter-Stepanian, 1988; Nolasco, 2002; Oliveira *et al.*, 2005; Peloggia, 2019). A sua formação consiste na retirada ou amontoamento de materiais telúricos, podendo ser em qualquer ponto da superfície ou subsuperfície terrestre. Depósitos tecnogênicos também podem ser considerados como depósitos correlativos, levando em conta os múltiplos fatores específicos que implicam em sua formação.

A capacidade humana de transformar a superfície terrestre tornou-se 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 marco e consequência a geração direta ou indireta de depósitos tecnogênicos. A partir dessas premissas, debatem-se que as bases para essa nova época geológica, denominada de Tecnógeno ou Quinário (Período), foram iniciadas aproximadamente há 11,7 mil anos, ou seja, junto com o início do Holoceno, quando diversos grupos humanos deixam de ser apenas caçadores e coletores e passaram a desenvolver práticas agrícolas (Ter-Stepanian, 1988; Peloggia; Oliveira, 2005; Luz; Marçal, 2016; Peloggia, 1999; 2019; 2020).

Dentre as inúmeras atividades antrópicas relacionadas à transformação das paisagens em Minas Gerais, a exploração mineral foi, certamente, uma das mais marcantes e duradouras. Atualmente, é uma atividade que divide seu espaço com outras, como as agropastoris, silvicultura, turismo e a expansão urbana. Mesmo assim, a exploração mineral a céu aberto ainda é uma atividade relevante na Serra do Espinhaço Meridional (Lins, 1992; Lacerda; Saadi, 2017; Pereira *et al.*, 2023).

Considerada uma das bases econômicas que contribuíram para a formação do território brasileiro, a exploração mineral teve início com a realização de diversas expedições no século XVII e sua estabilização ocorreu a partir do século XVIII. Eventualmente, os expedicionários, conhecidos como bandeirantes, levantaram evidências de ouro e diamante em depósitos aluviais no interior do Brasil, principalmente na Serra do Espinhaço, onde se estabeleceram vilas/arraiais como Tijuco, atual Diamantina, e Vila Rica, atual Ouro Preto (Saint-Hilarie, 1941; Scliar, 1995; Silva, 1995; Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Martins, 2008; Straforini, 2010; Eschwege, 2011).

Desse período em diante, conforme Silva (1995), o garimpo passou por diversos ciclos, influenciados principalmente pela modernização, levando ao aumento da capacidade produtiva nessa atividade por meio da mecanização. Porém, isso levou ao rápido esgotamento das lavras em poucas décadas. Também caracterizam esses ciclos questões políticas, cobrança de impostos e intensas fiscalizações em todos os processos de extração, até o final do período colonial (Silva, 1995).

Como uma atividade antrópica, a mineração é capaz de modificar drasticamente componentes morfológicos em uma paisagem, desde garimpos manuais em alúvio até complexos minerários em contexto montanhoso. Logo, o tipo de maquinário ou ferramenta utilizada, o tipo litológico trabalhado, a técnica de extração, desmonte, lavagem e manejo do material são fatores que podem impactar na morfologia de um terreno, o que torna complexa a sua investigação (Barreto, 1992; Lins, 1992).

Os impactos do garimpo aluvionar, podem ser percebidos em quase toda a paisagem, entre eles destacam-se a extensa exposição do solo pela remoção da vegetação nativa e escavação. Essas ações podem ocorrer desde áreas próximas ao fundo dos vales até em níveis deposicionais mais antigos, em posições de encosta. No caso do garimpo moderno, ocorre ainda o uso de soluções químicas contaminantes, como o mercúrio (Hg) para extração/lavagem aurífera, o que prejudica a utilização direta e indireta dos recursos hidrológicos (Costa, 2009; Lacerda; Saadi, 2017; Martins, 2020).

Dentre essas feições que compõem a paisagem, o sistema fluvial e seus elementos são perceptivelmente propícios à alteração antrópica, tanto na composição material quanto morfológica (Peloggia; Oliveira, 2005; Pelesch; Peixoto, 2020). Essa capacidade de reconfigurar as feições geomorfológicas pode ter implicações não só para a sociedade como para o próprio sistema ambiental, por isso uma série de reflexões e discussões têm sido desenvolvidas no âmbito acadêmico, investigando a relação homem-meio por meio dos depósitos tecnogênicos (Peloggia 1999, 2019, 2020; Oliveira *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2014; Verstraeten *et al.*, 2017).

No âmbito da Geomorfologia Fluvial, os registros sedimentares aluviais podem ser designados como arquivos fluviais. Esses arquivos registram e expressam diversas implicações associadas aos diferentes arranjos, composições e características dos sedimentos (Magalhães Jr.; Barros, 2020). Por sua natureza, os arquivos fluviais resultam da erosão, transporte e deposição de sedimentos pelos cursos d'água, sendo encontrados em ambientes como leito fluvial, planície de inundação e terraços fluviais (Fryirs *et al.*, 2007; Miall, 2016; Magalhães Jr.; Barros, 2020).

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) foi objeto de diversos levantamentos geomorfológicos nas últimas décadas (Abreu; Munhóz, 1983; Abreu, 1995; Renger, 1972; Saadi, 1991; 1995; Saadi; Valadão, 1987; Uhlein; Trompette; Egydio-Silva, 1995). Recentemente, esses estudos contribuíram para a investigação do papel dos processos fluviais na configuração das paisagens na região, com destaque para a bacia do rio Paraúna, integrante da bacia do rio São Francisco, e dos afluentes do rio Jequitinhonha (Carvalho, 2019; Carvalho; Magalhães Jr., 2018; 2021; 2022). A maioria desses trabalhos apresenta como resultado uma proposta de evolução das bacias hidrográficas e do relevo a partir da caracterização de níveis e sucessões deposicionais. Entretanto, ainda que historicamente antropizados pelo garimpo, os vales da região ainda carecem de estudos que os contextualizem perante a discussão do Tecnógeno.

Nesse sentido, alguns questionamentos são levantados: i) como se caracterizam os vales de cursos d'água afetados por atividades antrópicas na SdEM? ii) há feições e/ou materiais sedimentares encontrados nesses vales que podem ser caracterizados como tecnogênicos? Em caso positivo, iii) como esses registros se apresentam ao longo dos vales? e iv) quais são os principais processos inerentes aos usos da terra que impactaram de forma direta ou indireta na formação desses registros?

O objetivo geral desta pesquisa foi investigar a influência das atividades antrópicas na geração de depósitos e configuração do vale do ribeirão Datas, na microrregião de Diamantina, entre Gouveia e Datas. Por sua vez, os objetivos específicos consistiram em:

- a) caracterizar os vales em termos de formas e materiais;
- b) identificar e classificar os depósitos potencialmente tecnogênicos;
- c) discutir a potencialidade do uso de datação por LOE em possíveis depósitos tecnogênicos.

A pesquisa fundamentou-se em abordagens geomorfológicas, por meio de parâmetros, morfológicos e estratigráficos, bem como nas discussões antropogênicas-tecnogênicas (Peloggia, 1999, 2003, 2009, 2014; 2019, 2020; Mello, 1994; Schumm, 1973, 1979; Moura *et al.*, 2023; Miall, 2016; Fryirs, 2007; Bridge, 2003; Nolasco, 2002; Oliveira *et al.*, 2005; Ter-Stepanian, 1988; Carvalho; Magalhães Jr., 2022). Assim, o trabalho empreendeu uma abordagem tanto histórica como moderna quanto ao uso e ocupação antrópica (Saint-Hilarie, 1941; Silva, 1995; Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Gonçalves, 2012; Martins; Lobato, 1994; Martins, 2008; 2020; Quintão, 2017).

Em conjunto, essas abordagens auxiliaram no entendimento das atividades antrópicas, que se baseiam em diversos parâmetros logísticos, técnicos, geológicos, geomorfológicos, econômicos e culturais para definir e delimitar as áreas de faiscamento na área de estudo. O ribeirão Datas é afluente do ribeirão Chiqueiro, que compõe a cabeceira do Rio Paraúna, um dos principais afluentes do sistema hidrográfico Rio das Velhas-Rio São Francisco. A bacia do ribeirão Datas está localizada nos municípios de Datas e Gouveia, ambos situados ao sul do município de Diamantina, na microrregião homônima e com registros de ocupação nessa área da bacia que remontam do começo do século XVII.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aspectos hidrogeomorfológicos na configuração da paisagem

Antes de entender a formação dos depósitos tecnogênicos, é necessário revisitar os conceitos que envolvem os processos, a morfologia e a composição de um relevo original, especificamente das feições que compõe um vale fluvial. Isso porque a premissa para a ocorrência do Tecnógeno é que a ação antrópica utiliza essas formas pré-existentes como base para o uso e ocupação, planejamento e gestão de recursos naturais, portanto, implicando em algum nível, em modificação dessas formas originais (Oliveira *et al.*, 2005; Suguio *et al.*, 2010; Peloggia 2014, 2019; Moura *et al.*, 2023).

As investigações sobre a formação de sistemas fluviais e seus elementos morfológicos englobam fatores de ordem ambiental, como eventos climáticos, litológicos, tectônicos, cobertura vegetal e processos erosivos/deposicionais. A dinâmica fluvial implica na formação dos registros sedimentares aluviais, também conhecidos como arquivos fluviais, que são componentes importantes para a compreensão de como processos anteriores contribuíram para a evolução de um determinado sistema fluvial até a paisagem atual (Miall, 2014; Brierley; Fryirs, 2013; Magalhães Jr.; Barros, 2020). Os fatores de ordem antrópica consistem na reconfiguração das feições fluviais e seus materiais associados, seja física ou quimicamente.

Dentre as formas de investigação dos arquivos fluviais, destaca-se a análise estratigráfica, que permite a leitura dos significados de suas fácies e da distribuição espacial desses materiais ao longo dos vales. Por se tratar de uma componente atrelada a estudos do Quaternário, algumas questões podem limitar a precisão da caracterização dos arquivos fluviais, dentre elas as condições climáticas que imperam nas regiões intertropicais (geralmente quentes e úmidas). Isso implica na intensificação dos processos erosivos e geoquímicos, logo, na reconfiguração de registros deposicionais e estruturas sedimentares anteriores (Schumm, 1973; Fryirs *et al.*, 2007; Bridge, 2003; Schumm, 1979; Miall, 2014, 2016; Magalhães Jr.; Barros, 2020).

No vale fluvial, os arquivos fluviais podem ser divididos em três ambientes deposicionais, baseados na sua posição atual: os leitos fluviais, planícies de inundação e terraços, conforme exemplificado na Figura 1. Os leitos são estruturas ativas, formados por sedimentos como cascalhos e areias grossas, que dependem de uma maior energia para seu transporte. As morfologias associadas são barras de canal laterais, centrais, transversais e longitudinais, sendo cada um desses elementos um reflexo do comportamento hidrológico em frente a resistência à erosão (Brierley; Fryirs, 2013).

Figura 1 - Vale aluvial no baixo curso do Ribeirão Datas.

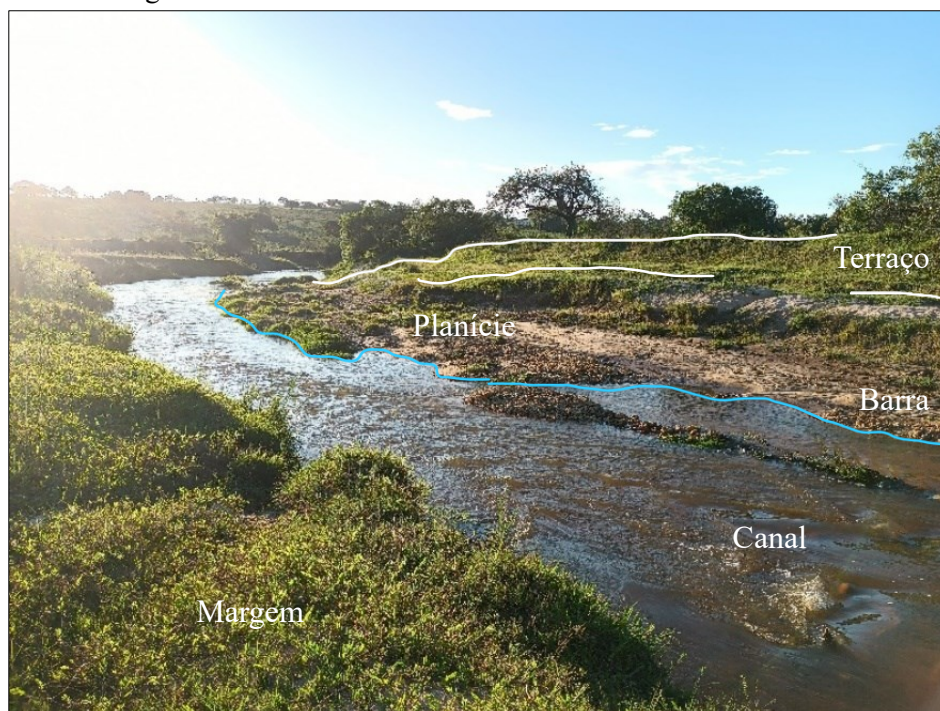


Foto: Alessandra Abreu

As planícies aluviais ou de inundação, segundo Fryirs *et al.* (2007), consistem em superfícies deposicionais que margeiam um curso d'água, possuem superfícies suavizadas e são resultantes de eventos de agridação e acumulação, geradas por regimes fluviais extravasantes. Stevaux e Latrubrese (2017) explicam que, por se tratar de uma forma deposicional ativa, sua estruturação é sensível às respostas dos regimes hidrológicos, variedade de materiais sedimentares e estruturas deposicionais, por isso apresentam uma ampla variedade morfoestratigráfica. Sear, Newson e Thorne (1995) explicam que planícies foram decisivas para o avanço das atividades antrópicas, como as práticas agrícolas, ao longo do Holoceno, sobretudo no Neolítico, pois os materiais finos acumulados e matérias orgânicas fornecem insumos para sua expansão. Os autores complementam que, ao mesmo tempo, essas práticas, já nesse período histórico, provocaram mudanças na dinâmica hidrossedimentar das planícies e dos canais.

Quanto aos terraços, eles são formas deposicionais inativas, cuja geração e abandono engloba diversos aspectos hidrológicos, materiais, tectônicos, biológicos e climáticos, além das formas de uso e ocupação da terra (Magalhães Jr.; Barros, 2020). No geral, sua gênese provém do abandono de uma planície aluvial por incisão fluvial, seja em alúvio previamente acumulado, seja no embasamento rochoso. Os terraços possuem uma topografia suave com leves caimentos direcionados ao fundo de vale até uma escarpa, que liga a superfície do terraço a uma superfície inferior (terraço mais jovem, planície de inundação ou o próprio canal fluvial), podendo se

posicionar bem acima do nível d'água, a depender da profundidade de incisão do canal. Assim como as planícies de inundação, os terraços guardam testemunhos de dinâmicas de deposição anteriores, no qual as fácies atuam como marcadores pedogenéticos (Pazzaglia, 2022; Magalhães Jr.; Barros, 2020). Sua contribuição para sustento da atividade antrópica também é pertinente, pois, como explica Pazzaglia (2022), além de servir como base para canais de irrigação e agricultura, os terraços podem ser grandes potências de mineração e recursos para a indústria.

Para os arquivos fluviais em geral, a estratigrafia é a chave para interpretação das condições ambientais passadas e do estilo fluvial no momento da sedimentação, associado a um determinado tipo de fluxo e montante de energia. Seu conceito se baseia no fato de que as estruturas sedimentares são organizadas em camadas ou estratos, os quais se formam em sucessões verticais ao longo do tempo em um determinado espaço. As fácies combinam essas camadas sedimentares verticais. As sucessões de fácies podem variar na geometria das camadas, composição mineralógica, granulometria e textura granulométrica, além do nível de arredondamento dos clastos, sendo reunidas em unidades de associações de fácies (Miall, 2016).

Várias abordagens de investigação foram desenvolvidas ao longo do tempo, dentre elas a comumente usada é a Correlação de Fácies de Walther. Johannes Walther (1860-1937) propõe que cada camada sedimentar pode conter mais de um tipo de arranjo de fácies, acumulando-se verticalmente e lateralmente. O perfil vertical é a seção na qual são levantados os elementos arquiteturais fluviais, que reúnem e combinam todas as interpretações de fácies para caracterizar um ambiente deposicional passado (Miall, 1985; 2014; 2016).

Magalhães Júnior e Barros (2020) explicam que um dos fatores limitantes para as análises das fácies é quando aplicadas em ambientes de clima tropical, no qual o intemperismo tem a capacidade de descaracterizar depósitos de forma eficiente em comparação a regiões temperadas. Dessa forma, os autores explicam que quando aplicar a análise de elementos arquiteturais, sempre buscar perfis conservados, lateralmente extensos e que permitam a leitura de suas fácies.

Todos esses processos citados e envoltos na Geomorfologia Fluvial devem ser pensados como processos que atuam concomitantemente à ação antrópica sobre esses componentes ambientais, ocorrendo de forma direta ou induzida (Suguio *et al.*, 2010). Mediante a premissa de que a agência antrópica é capaz de modificar esses elementos, é essencial resgatar o conceito de Tecnógeno e sua fundamentação.

2.2. Tecnógeno e Geomorfologia

A compreensão do Antropoceno e do Tecnógeno passa pela contextualização de que há diferentes abordagens e perspectivas, de acordo com as concepções em termos biológicos, socioeconômicos e geoambientais. Neste último caso, a própria Geografia se vê diante do desafio de encontrar convergências na definição dos termos (Malhi, 2017).

Devido à origem da discussão dos conceitos, esses termos têm como pressuposto a necessidade de um marcador cronológico, como uma forma correlacionar e organizar os eventos antrópicos, representados por novas reorganizações de fluxos de matéria no ambiente perante uma organização cronoestratigráfica precedente. Por conseguinte, as primeiras propostas sobre novas organizações cronoestratigráficas (Figura 2) têm como base a transição do “Holoceno” para o “Tecnógeno” (Oliveira *et al.*, 2005).

Figura 2-Proposta inicial conceitual para transição de tempo geológico para o Tecnógeno de Ter-Stepanian, 1998.

PERÍODO	ÉPOCA	PAISAGENS
QUINÁRIO	Tecnógeno	Tecnogênicas
QUATERNÁRIO	Holoceno 10.000 a	Naturais
	Pleistoceno 1,81 Ma	

Fonte: Oliveira et al., 2005.

Quanto ao conceito de Antropoceno, ele surge a partir de reflexões sobre um período em que a humanidade vem alterando de modo mais intenso a dinâmica dos sistemas naturais, por meio dos seus avanços sociais e tecnológicos, marcando um período de “modernidade” através de transformações progressivas das paisagens. Os impactos e vestígios da atividade humana constituem um fenômeno bastante recente na história geológica da Terra, tendo começado aproximadamente 11,7 mil anos atrás, durante a época conhecida como Holoceno. Consequentemente, desenvolveram-se as formas primitivas de agricultura, referidas por como as primeiras formas de “domesticação” de espécies de plantas e animais. Também restam evidências das primeiras ferramentas de caça, pesca e agricultura. A evolução da agricultura e das primeiras tecnologias de fundição de metais, possibilitaram o sedentarismo e o desenvolvimento das primeiras formas de comunidade (Crutzen, 2006; Camilo *et al.*, 2022).

Em especial, a evolução da humanidade trouxe um potencial de transformação da natureza e das paisagens muito mais intenso do que a maioria dos processos naturais (Oliveira *et al.*, 2005; França Jr.; Peloggia, 2020). Por isso, essa época tem sido denominada Antropoceno, termo proposto por Crutzen e Stoermer (2000) como:

Considerando esses e muitos outros impactos importantes e ainda crescentes das atividades humanas na Terra e na atmosfera, e em todas as escalas, incluindo a global, parece-nos mais do que apropriado enfatizar o papel central da humanidade na geologia e na ecologia propondo o uso do termo "antropoceno" para a atual época geológica. Os impactos das atividades humanas atuais continuarão por longos períodos. (Crutzen; Stoermer, 2000, p. 17)

De acordo com diversos autores, o Antropoceno refere-se a um período geológico marcado pela influência da ação antrópica na Terra, tendo como proposta de marco inicial o século XVIII (Price *et al.*, 2011; Malhi, 2017; França Jr.; Peloggia, 2020). Ele seria individualizado principalmente por evidências relacionadas a alterações climáticas, na biota e também, na perspectiva geológico-geomorfológica, nas coberturas superficiais e sedimentares. Ou seja, seu foco é mais abrangente e generalista, no sentido que busca integralizar não só a ciência ambiental como as outras ciências que requerem o uso dessa terminologia.

O potencial de alteração das dinâmicas ambientais do Planeta Terra foi intensificado a partir da Revolução Industrial (século XVIII), quando o desenvolvimento de tecnologias, condições sanitárias e novas formas de relação de trabalho desencadearam o aumento da demanda por recursos naturais e de espaços de produção (Crutzen, 2006). Dessa forma, a maior alteração dos fluxos de matéria e energia no Antropoceno intensificou o incremento de poluentes do ar, solos e águas, bem como a modificação da dinâmica natural dos fluxos hídricos (Peloggia, 2019).

Sobre o conceito do Tecnógeno, por sua vez, parte do foco nas técnicas como ferramentas indutoras de alterações nas paisagens, salientando que estas transformações resultam do intelecto humano (Ter-Stepanian, 1988). Ou seja, aplica-se na criação de materiais e depósitos que não existiriam sem a intervenção antrópica, como concreto, plásticos, metais refinados, e sedimentos alterados pela construção e outras atividades industriais. Destacam-se alguns trabalhos pioneiros, como Ter-Stepanian (1983; 1985; 1988), Chemekov (1983), Crutzen (2006), Turner *et al.* (1994).

Os estudos sobre o Tecnógeno se iniciaram no final do século XIX, abrangendo casos na Europa e nos Estados Unidos e pesquisas de construção epistemológica que contribuíram para confrontar ou integrar concepções de várias ciências, como a Biologia e a Geologia (Oliveira *et al.*, 2005). Muitos desses estudos enfatizaram questões como os possíveis impactos do

crescimento exacerbado da população e das aglomerações urbanas nos sistemas ambientais (Lu; Marçal, 2016).

No Brasil, a introdução do conceito de Tecnógeno ocorreu a partir das décadas de 1990 e 2000, com os trabalhos de Moura e Mello (1991), Oliveira (1990), Peloggia (1999; 2003), e Nolasco (2002); Nolasco; Medeiros; Oliveira (2001). Destacam-se Moura e Mello (1991), cujos estudos reconheceram depósitos tecnogênicos como unidades estratigráficas sobre feições deposicionais influenciadas por garimpo artesanal e semimecanizado na região do Bananal (SP/RJ), no vale do Paraíba do Sul e na região da Serra do Espinhaço Setentrional.

Na perspectiva geomorfológica, o Tecnógeno é tratado como a época em que a humanidade passa a intervir de forma significativa nos processos, nas formas e nos materiais da superfície terrestre, influenciando a morfologia do relevo, os rearranjos hidrogeomorfológicos e a ordenação estratigráfica de suas fácies através da técnica (Oliveira *et al.*, 2014; Mendes e Felipe, 2016; Peloggia, 2019; Souza *et al.*, 2022).

No caso dos processos, pode-se, por exemplo, intensificar ou frear a dinâmica erosiva e deposicional de sistemas fluviais, gerando ou degradando formas como planícies de inundação e barras de canal (Souza *et al.*, 2022). Quanto aos materiais, depósitos correlativos podem ser gerados a partir de ações e atividades humanas, e podem ser identificados por meio de registros estratigráficos que representam os testemunhos do passado (Souza *et al.*, 2022).

Essas intervenções podem envolver características particulares como o material de origem dos sedimentos, o arranjo estratigráfico precedente e a composição mineralógica, além da presença de materiais artificializados como plásticos, vidros e resíduos minerais que apresentam algum tipo de desconfiguração, conforme apresentado na Figura 3 (Peloggia 1999; Oliveira *et al.*, 2005). Entretanto, muitas vezes, essas assinaturas não são facilmente detectadas e a diferenciação entre depósitos naturais e tecnogênicos é um desafio complexo (Oliveira *et al.*, 2005).

Figura 3- Tipos de processos tecnogênicos e naturais.

Processos naturais	Processos tecnogênicos
Intemperismo	Moagem de rochas na mineração
Formação do relevo	Modificações por construções e cortes
Denudação	Perda de solo agrícola
Dinâmica fluvial	Canalizações e retificações
Formação de cavernas	Obras subterrâneas, metrô e túneis
Subsidência dos terrenos por carstificação	Subsidência por colapso de minas
Sismos naturais	Sismos induzidos por grandes reservatórios

Fonte: Oliveira *et al.* 2014.

Assim, depósitos tecnogênicos podem ter características idênticas ou muito semelhantes a depósitos gerados por processos naturais a depender do tipo de atividade antropogênica e a ausência de resíduos ou artefatos humanos dificulta sobremaneira a sua interpretação (Peloggia; Oliveira, 2006). Nesses casos, a contextualização na paisagem e a datação dos depósitos representam alternativas de verificação das possibilidades de origem tecnogênica (Luz; Marçal, 2016; Peloggia; Oliveira, 2006).

2.3. Depósitos tecnogênicos: identificação e classificação

Os depósitos correlativos de qualquer período geológico ou agente guardam uma história marcada por múltiplas possibilidades de interações entre processos morfodinâmicos e múltiplos condicionantes naturais ou antrópicos, dificultando, muitas vezes, a sua interpretação (Oliveira *et al.*, 2005; Peloggia, 1999).

A partir dessas abordagens, permite-se descrever um depósito tecnogênico como:

[...] formações superficiais de uma categoria distinta, que podem e têm sido descritas em termos estratigráficos; associam-se em geral a formas de relevo características, o que possibilita seu entendimento por meio de critérios morfoestratigráficos; e seus processos de formação são correlativos à agência humana, ou seja, não só à atuação direta do “agente” humanidade, genericamente colocado, mas também ao modo como esta ação se condiciona e referência cultural e historicamente [...] (Peloggia, 2019, p. 6).

Logo, entende-se que o depósito tecnogênico é o resultado material das interações com componentes ambientais intensificadas ou induzidas pela ação humana, podendo ou não ser perceptível na paisagem.

Ainda há muito a se discutir sobre a abordagem teórico-conceitual de um depósito tecnogênico, principalmente no que tange à sua identificação e classificação; esse debate é suscitado por Peloggia (2003, 2019), pontuando que essa formação tanto pode ser tratada como *unidade estratigráfica especial* quanto formação *aloestratigráfica tecnogênica*.

Os estudos sobre os depósitos tecnogênicos fundamentam-se em vários componentes estudados pela geologia, estratigrafia, sedimentologia e geomorfologia, os quais mostram-se essenciais nessa investigação (Peloggia, 1999). Isso torna árdua a tarefa e limita sua aplicação em múltiplos contextos espaciais e temporais, principalmente em contexto intertropical, cujos processos geoquímicos são intensos (Magalhães Jr.; Barros, 2020).

Conceitos como sucessão deposicional, descontinuidades estratigráficas e sedimentação não gradual, auxiliam na descrição genética e faciológica desses depósitos tecnogênicos, em detrimento do contexto recente do Quaternário (Mello, 1994). Assim, as fácies devem se

apresentar descontínuas, considerando o contexto litológico, espacialização de sedimentos e, também, da cronoestratigrafia (Mello, 1994; Peloggia, 2003; 2019).

Classificar depósitos tecnogênicos não é uma tarefa simples, pois requer extensa abordagem multidisciplinar da relação sociedade-natureza e, como Miyazaki (2014) demonstra, os depósitos tecnogênicos são reflexos da ação da humanidade sobre o relevo, que podem passar por diversas abordagens e que estão sujeitas às mudanças quanto sua interpretação, identificação ou classificação conforme o comportamento da sociedade ao longo do tempo.

Oliveira *et al.* (2005) descrevem como ponto fundamental que, ao desenvolver uma classificação, é necessário considerar o depósito tecnogênico como resultado de uma correlação, ou seja, o conceito de *depósito correlativo* remete a formas específicas ou a determinadas organizações de formas, resultantes de ações ou mecanismos específicos.

Nesse ponto, Oliveira (1990), Nolasco (2002) e Peloggia (1999) enfatizam que, através da relação gênese-composição-forma de ocorrência-ambientes é possível estabelecer uma classificação dos depósitos tecnogênicos. Isso permite que haja integração de elementos antrópicos e ambientais (Figura 4), logo, os principais critérios nessa organização consistem nos processos geradores e material-fonte ou litológico que impactam ou não na formação dos outros parâmetros.

Figura 4 - Síntese de proposta de classificação dos depósitos tecnogênicos conforme os autores Peloggia^a, Nolasco^b, Oliveira^c.

Parâmetro	Gênese	Composição	Estrutura	Forma de ocorrência	Ambientes
Depósito Tecnogênico (d.t.)	1ª. ORDEM Construídos ^A Induzidos ^A Modificados ^A 2ª. ORDEM Retrabalhados ^B Remobilizados	Úrbicos ^C Gárbicos ^C Espólicos ^C Líticos Sedimentares Tecnogênico-aluviais ^D	Estratificados Em camadas Em células Maciços Irregulares	Maciços isolados Lençóis de aterramento Coluviformes Aluviformes	Industriais ^B Mineiros ^B Urbanos ^B e peri-urbanos Rurais ^B

Fonte: Peloggia (1999) adaptado de Nolasco (2002); Oliveira, 1990.

Após várias discussões desde que o conceito de Tecnógeno chegou à ciência brasileira, essas propostas de classificação foram sendo refinadas, através de publicações de livros, artigos acadêmicos, resumos e debates em eventos científicos, sempre considerando a realidade no território brasileiro. Nesse contexto, Moura *et al.* (2023) desenvolveram uma proposta de mapeamento de formas de relevo tecnogênicas que caiba na proposta do Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR) (IBGE, 2019).

Conforme Moura *et al.* (2023), essa proposta de mapeamento assume que as formas de relevo tecnogênicas ocupam determinados níveis taxonômicos do relevo, por isso é pautada na classificação do relevo de Ross (1992). Nesse caso, a tecnogênese se manifesta em diferentes escalas espaciais e temporais e sugere-se então as seguintes classificações:

a) aqueles em que ocorre uma dinâmica morfológica aditiva, ou seja, que resulta em acumulação de material transportado e depositado, de forma direta ou indireta, formando Elevações ou Superposições Tecnogênicas; b) os dominados por dinâmicas subtrativas, que resultam em perda e exportação de material, configurando Cicatrizes ou Depressões Tecnogênicas; e c) os contextos de dinâmica conservativa, nos quais não há aporte ou exportação de material na superfície, mas modificação direta ou indireta na composição ou estrutura física do terreno, em superfície ou em profundidade, resultando em Corrugações e Equiformas Tecnogênicas (Moura *et al.*, 2023).

Dentro dessa concepção, espera-se que haja a possibilidade de mapeamento e generalização do conceito, permitindo sua aplicação em diversos ambientes do território brasileiro. No entanto, alguns desafios podem surgir ao aplicar os critérios de mapeamento, como limitações visuais nas imagens de satélite. Por exemplo, algumas feições podem não ser perceptíveis em determinadas escalas espaciais ou a aplicação das diretrizes podem não cobrir ambientes específicos de forma efetiva (Moura *et al.*, 2023).

Nolasco, Medeiros e Oliveira. (2001) analisam áreas de garimpo aluvionar artesanal e semimecanizado e suscetíveis à formação de depósitos tecnogênicos na porção setentrional da Serra do Espinhaço. Eles consideram alguns pressupostos ao realizar a caracterização desses depósitos na paisagem e posteriormente na elaboração de chaves de identificação, com destaque para o tipo de sedimento e o tipo de leito fluvial, sua produção e transporte, para então estruturar as chaves de interpretação. Os autores apontam a possibilidade de flexibilizar o uso dessas chaves para outros contextos fisiográficos:

a) as lagoas e o aplainamento da área de dragas, específicas deste garimpo, são identificadas por ocorrerem em áreas de confluência ou em extensos areais; b) os poços e marmitas raramente podem ser cicatrizes confirmadas, exceto pela proximidade de marcas de detonação e ruínas de obras auxiliares; c) os rios tecnogênicos e canais modificados são denunciados pelo corte rochoso vertical, por marcas de detonação e pelas montoeiras que compõem margens e ilhas. (Nolasco, 2002, p. 4)

Os processos fluviais, gravitacionais e intempéricos são pertinentes nas chaves de identificação desses depósitos, atuando como agentes intensificadores de transporte e acumulação dos sedimentos revolvidos pelo garimpo; eles também contribuem para o reconhecimento prévio da origem e da composição mineralógica dos depósitos aluvionares diamantíferos ou auríferos, além de suas formas (Nolasco, 2002).

Ciente de que a atividade antrópica implica no revolvimento desses depósitos, é importante salientar quais são as principais morfologias em ambientes fluviais afetadas direta e indiretamente e suas características. No caso do garimpo aluvionar, suas áreas são assentadas ou nos fundos de vales ou em níveis deposicionais superiores (Nolasco; Medeiros; Oliveira, 2001).

Em um ambiente minerário como o garimpo em contexto aluvionar, as feições morfológicas naturais como o leito fluvial, barras centrais, barras laterais e barras de pontal são passíveis de alterações, porque os sedimentos menores como areia e argila, considerados estéreis, estão sujeitos a formar pacotes residuais na própria calha ou sobre níveis deposicionais, como os terraços fluviais (Lima *et al.*, 2022; Nolasco, 2002; Kuchenbecker *et al.*, 2016).

2.4. Aplicação de Luminescência Opticamente Estimulada

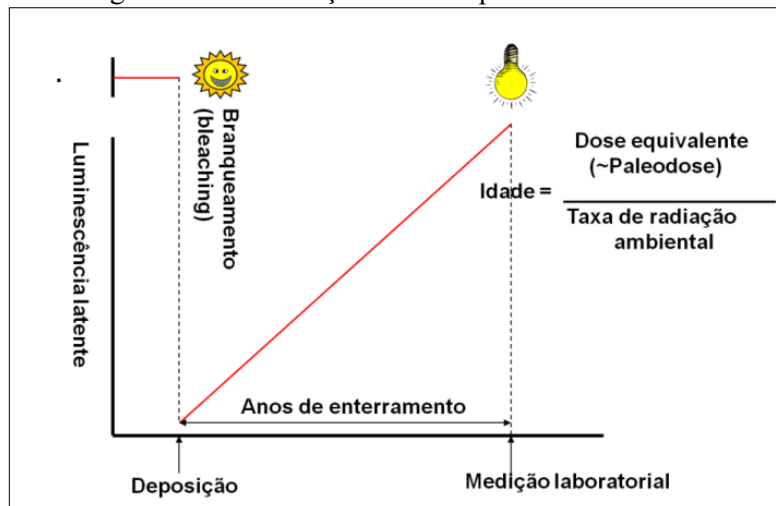
Inerente à Geomorfologia, a geocronologia permite compreender a evolução e dinâmica das formas em relação aos eventos físico-naturais e antrópicos implícitos na estruturação e dinâmica da paisagem. Nesse contexto, ao longo do século XX, vários métodos para determinação de idades absolutas surgiram, mostrando-se essenciais para os estudos do Quaternário. A partir de princípios óticos e químicos foram desenvolvidos os seguintes métodos de datação absoluta: a Termoluminescência (TL), Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) e Luminescência Estimulada por Raios Infravermelhos (LERI); essas técnicas podem ser utilizadas para estimar a idade de depósitos continentais e seus subambientes (Sallun *et al.*, 2007; Wallinga, 2008; Biswas, 2014; Guedes *et al.*, 2011b, 2013; Barros; Salgado, 2020; Mahan *et al.*, 2023; Lopes, *et al.*, 2023).

Dentre os métodos de estimativa da idade absoluta, a Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) se destaca por possuir protocolos que permitem maior abrangência temporal; 150 ka para o quartzo e 1 Ma para o feldspato (Murray; Olley, 2002; Wallinga, 2008; Jain *et al.*, 2004). O método se baseia na utilização de propriedades óticas e químicas para estimar o período em que o material mineral ficou exposto pela última vez à radiação solar, mesmo em um curto período (Mahan, *et al.*, 2023; Barros; Salgado, 2020).

A estimativa das idades consiste no fato de que minerais como feldspato e quartzo estão presentes por toda a crosta terrestre e sua interação com processos de decaimento da radiação no ambiente leva a uma acumulação de cargas em sua estrutura cristalina (Guedes, *et al.*, 2011a). A exposição à luz solar libera a energia previamente acumulada nessas armadilhas, processo denominado de “zeramento” ou “branqueamento” (Figura 5) da amostra. Esta é uma

etapa importante para a datação para evitar que os acúmulos de cargas ionizantes possam interferir na superestimação das idades dos depósitos (Wallinga, 2008; Cunha; Martins, 2017).

Figura 5- Determinação de idade pela luminescência.



Fonte: Cunha; Martins, 2017.

Barros e Salgado (2020) explicam que a idade de um depósito é proporcional ao acúmulo de cargas (dose acumulada), o que está relacionado com o tempo de soterramento dos grãos e com a dose anual (ou taxa de dose) de radiação do ambiente, a qual é expressa em Gy/ka. Porém, não são em todos os ambientes em que ocorre uma homogeneidade no “branqueamento”, pois fatores ambientais e até antrópicos inerentes aos processos erosivos influenciam na exposição desigual dos grãos à radiação solar. Segundo Sallun *et al.* (2007), quando um grão é aquecido (TL) ou iluminado (LOE) a carga acumulada de elétrons é liberada e reorganizada na estrutura cristalina, retornando como emissão de luminescência. Ao realizar as medidas em laboratório, é possível estimar quando um mineral foi exposto a luz solar pela última vez por alguns minutos.

Entretanto, a intensidade da luminescência gerada pela estimulação pode variar entre os grãos em uma mesma amostra para uma única dose de radiação, devido à quantidade de defeitos (ou armadilhas) cristalinas. Portanto, isso implica na variação de sensibilidade entre os grãos (Guedes *et al.*, 2011a). Assim, estimativas de dose acumulada por amostra são construídas através do protocolo SAR (*Single Aliquot Regenerative-dose*), além da calibragem da dosagem de radiação, as medidas são realizadas em alíquotas pequenas, tornando o SAR um procedimento preciso na leitura das datas estimadas. Esse protocolo mostra-se vantajoso por minimizar as variações inerentes à luminescência, o que diminui as incertezas na obtenção da curva de dose acumulada. Quanto a datação por grãos individuais (*Single Grain*) elas são realizadas em grãos de areia quartzosa ou feldispática, sendo expostas em um laser verde ou

infravermelho. Diferente da análise por pequenas alíquotas, os lasers detêm uma potência de estímulo maior que o arranjo de LED convencional usado na SAR, o que reduz o tempo de resposta ao estímulo para aproximadamente 1s (Guedes *et al.*, 2011; Wallinga, 2008, Mahan *et al.*, 2023).

2.5. Panorama histórico de ocupação antrópica na região de Diamantina

Para compreender os tipos e as características de atividade antrópica atual contida na área da bacia hidrográfica, foi necessário revisitar o histórico de uso e ocupação, considerando os registros textuais e imagéticos disponíveis desde o início do século XVIII. E a partir dessas documentações, é possível compreender que o desenvolvimento e ocupação territorial da região atual de Diamantina iniciou através da exploração de recursos minerais, como ouro e diamante. Vale destacar que alguns termos populares aparecem ao longo do texto e são descritos no Anexo 1 dessa pesquisa.

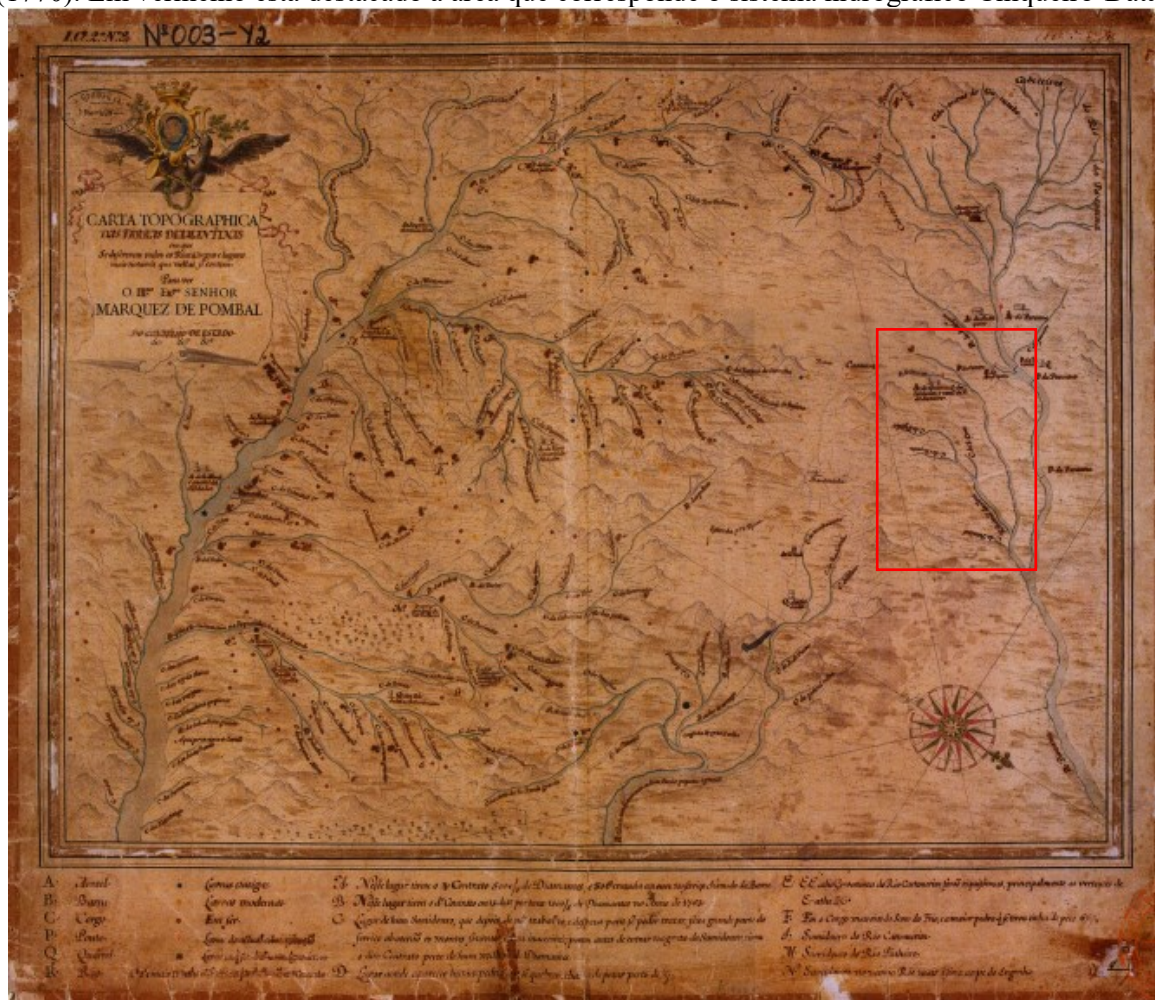
Tendo em vista esse peso da principal prática econômica presente na região, revisitaram-se aspectos que incorporam as práticas garimpeiras de caráter rudimentar, que foram persistentes durante todo o Período Colonial do Brasil, embora tenha ocorrido seu visível decaimento a partir do início do século XXI (Costa, 2007; Lacerda, 2014; Lacerda; Saadi, 2017).

O garimpo ou faiscamento consiste em um conjunto de práticas que visam a extração do ouro/diamante de seu ambiente incipiente, seja em colúvios ou alúvios (Lacerda; Saadi, 2017); em uma perspectiva tradicional, são práticas de caráter artesanal ou semiartesanal, cuja figura central é o garimpeiro ou faiscador (Barreto, 1992; Cotta; Luz, 1992; Lacerda; Saadi, 2017).

Geralmente, o garimpo utiliza técnicas rudimentares e/ou semimecanizadas e exige muita mão de obra humana (Cotta; Luz, 1992; Martins; Lobato, 1994). Como assinalam Cotta e Luz (1992), os recursos garimpados podem não ser abundantes e, muitas vezes, a sua extração exige outras técnicas mais elaboradas do que somente as tradicionais do garimpo.

A atividade minerária esteve intrinsecamente relacionada à formação do território brasileiro, com destaque para o atual Estado de Minas Gerais, onde motivou o desbravamento e influenciou a formação de cidades de grande valor histórico, como Ouro Preto, Mariana e Diamantina (Martins; Lobato, 1994) (Figura 6). Em documentos históricos se encontram descritas as primeiras expedições em busca de metais e pedras preciosos e semipreciosos, empreendidas a partir do começo do século XVIII. Tratava-se de caravanas de exploradores denominadas Bandeiras, cujo objetivo era a busca de depósitos auríferos e diamantíferos.

Figura 6 -Mapa intitulado “CARTA TOPOGRAPHICA DAS TERRAS DIAMANTINAS”, que destacam a rede hidrográfica do rio Jequitinhonha, rio Pardo e Paraúna com as lavras diamantinas (1770). Em vermelho está destacado a área que corresponde o sistema hidrográfico Chiqueiro-Datas.



Fonte: Costa, 2009; Lacerda, 2014.

Os primeiros depósitos diamantíferos em alúvios do rio Jequitinhonha e seus afluentes foram encontrados na região do Serro Frio. As primeiras explorações instalaram-se na bacia do Ribeirão Inferno e seus afluentes, assim como na bacia do Rio Pinheiro. O desenvolvimento de localidades como São João da Chapada (Figura 7), Caeté-Mirim, Guinda-Sopa e Milho Verde está diretamente relacionado à atividade minerária (Santos, 1976; Renger, 2005; Renger *et al.*, 2005; Costa, 2009; Lacerda; Saadi, 2017; Martins, 2008; 2014; 2020).

Figura 7-Lavra de diamantes do Sr. Felisberto D'Andrade Brant em S. João da Chapada. por A. Riedel, 1868.



Fonte: BNDigital do Brasil, 2023.

É nesse momento que as primeiras estruturas urbanas se desenvolvem no entorno desses depósitos, uma vez que o estabelecimento de um garimpo necessita de espaços para receber os indivíduos que trabalhavam, gerenciavam e fiscalizavam as lavras. Ao limitar a atração de várias atividades econômicas, começaram a surgir conflitos entre os donos das lavras, faiscadores e agentes reguladores, motivados pela intensa fiscalização realizada pela Coroa em todos os processos de extração e concessão de lavras, além das altas taxas cobradas dos faiscadores (Santos, 1976; Renger, 2005; Renger *et al.*, 2005; Costa, 2007; Lacerda; Saadi, 2017; Martins, 2008; 2014; 2020).

Apesar das descobertas de conglomerados auríferos e diamantíferos, a dinâmica de exploração nesse período dependia de toda uma cadeia produtiva, logística e material, o que era praticamente inexistente na Colônia naquela época. Conforme Eschwege (2011), em muitos leitos havia dificuldade e, às vezes, a impossibilidade de realizar a garimpagem naquele momento, devido à falta de equipamentos adequados, confinando-se a uma avaliação primária com pratos culinários para lavagem de sedimentos.

O diamante e o ouro podem ocorrer no ambiente como filões ou veios, ou agrupamento de seixos, seja em superfície ou em subsuperfície (Lima, 2016). Quando o leito é rochoso, esses cascalhos se acomodam nos poços denominados *caldeirões* ou em corredores chamados de *itaipavas*. Quando presentes em pacotes aluvionares (Figura 8), estes clastos são conhecidos

genericamente como *cascalho*, depositado ao longo da calha fluvial (Eschwege, 2011; Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Lima, 2016; Martins; Lobato, 1994).

Figura 8 - Exemplo de cascalho diamantífero em depósito aluvionar.



Fonte: Lima, 2016.

Quando esses conglomerados diamantíferos/auríferos são encontrados em superfície, ou seja, a céu aberto, o processo de extração tende a ser simples, sem equipamentos sofisticados. Porém, como observado por Saint-Hilaire (1941), uma vez esgotados suas reservas diamantíferas ou auríferas, esses depósitos já não possuíam mais valia para a atividade.

Os garimpeiros denominam *gorgulhos* a esses conglomerados, os quais consistem em depósitos diamantíferos, semi-consolidados, que ocorrem de forma irregular, geralmente no sopé das serras, como conglomerados de clastos subangular de quartzo (Benitez *et al.*, 2005); exemplos desse material estão presentes na formação Sopa-Brumadinho (Benitez *et al.*, 2005).

Ferrand, Sad e Guimarães (1998) e Eschwege (2011) destacam que um dos principais instrumentos que possibilitam explorar o máximo da massa aluvionar para a cata dos conglomerados era a bateia. Porém, quando ocorria a necessidade de aprofundar a exploração das cavas, era necessário realizar alterações nas calhas fluviais, geralmente, com auxílio de uma pequena instalação que cortava parcialmente o curso do rio. Ocorria, assim, a acumulação e o redirecionamento forçado dos sedimentos advindos de montante e todo esse processo ocorria durante o período das chuvas, quando se processava o arraste do cascalho para o ponto onde fora construído o barramento e o desvio do curso (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998).

Munido da bateia, por meio de pequenas rotações, o material sedimentar de granulometria menor, juntamente com a água, era expulso, sobrando no fundo do equipamento

o ouro ou diamante, juntamente com clastos maiores (Figura 9). O material sem valor, ou estéril, como era descartado, no leito ou na margem (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998).

Figura 9 - Lavagem de diamantes (a Minas), Marc Ferrez, 1870-1899.

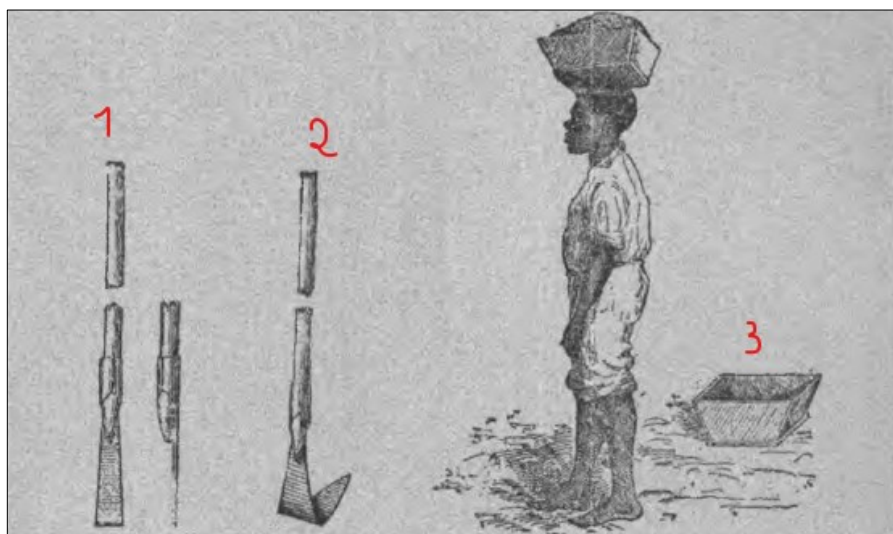


Fonte: BNDigital do Brasil, 2023.

Progressivamente, as técnicas de extração foram evoluindo à medida que mais pessoas se aglomeravam nos garimpos, inclusive com emprego de mão de obra escrava; ferramentas para o manejo em média escala dos depósitos auríferos foram surgindo nesta época (Martins; Lobato, 1994). Destaca-se, por exemplo, a técnica de construção de barragens e de canais laterais e de remoção do fundo, o que consiste no desvio dos canais ativos para novos leitos para remoção máxima de volumes de cascalho (Martins; Lobato, 1994; Eschwege, 2011).

Ferrand, Sad e Guimarães (1998) descrevem que esse método de desvio era comumente realizado em locais cujo leito e a margem eram menos escarpados; as barragens eram feitas de feixes de pedra bloqueados. Assim, o leito original era esvaziado e a exploração ocorria através de escavações com ferramentas (Figura 10), tais como alavanca e cinzel de ferro, denominado cavadeira, para desmontar o cascalho. Essas atividades eram realizadas pelos mineradores, enquanto os escravos faziam o serviço mais pesado, que era carregar os cascalhos em caixotes de madeira denominados carumbé.

Figura 10 - Ferramentas de extração e transporte de massa diamantífera. 1- cavadeira, 2 - almocafre, 3- carumbé.



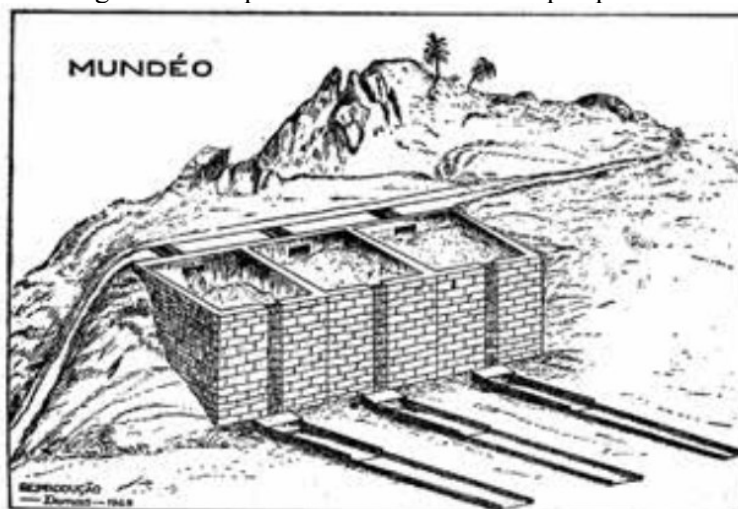
Fonte: Ferrand; Sad; Guimarães, 1998.

Uma das desvantagens que acompanhava esse método, como apontam Ferrand, Sad e Guimarães (1998) e Eschwege (2011), era a exigência de muita mão de obra e meses de trabalho para remobilizar os leitos para o transporte dos cascalhos; além disso, ainda contava com a questão climática, que era pertinente:

É preciso que todos esses trabalhos sejam executados durante a estação seca; comum a forte chuva, o rio vai subir rapidamente, inundando os trabalhos, a barragem será levada, e será difícil que tenham tempo para salvar suas grandes máquinas de esgotamento: uma cheia do rio será suficiente para destruir em algumas horas trabalhos executados com grande custo, em vários meses (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998, p. 101).

Além dos riscos climáticos e dos respectivos regimes fluviais, à medida que avançava a exploração dos leitos, os mineradores estavam sujeitos a encontrar materiais estéreis ou com pouca massa aurífera ou diamantífera. Todo esse material era depositado em pequenos lotes murados em formas de grades (Figura 11), feitos de pedra e metal, denominados mundéus, construídos em sopés dos morros (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschwege, 2011).

Figura 11 - Esquema de um mundéu em perspectiva.



Fonte: Eschwege, 2011.

A pesca do cascalho consistia na retirada dos cascalhos auríferos do fundo do leito quando as condições morfológicas do rio não permitiam a construção das barragens marginais. Quando o canal possuía grande largura e leito profundo, as principais ferramentas utilizadas eram o caixilho, uma espécie de pá de ferro em forma de aro, ao qual emendava-se um saco de couro resistente. O caixilho era fincado em uma estaca comprida; essa estaca era utilizada para trazer o cascalho do leito profundo até um barco, utilizado pelo minerador. A operação era executada repetidamente, até que o volume de cascalho fosse suficiente para encher a embarcação. Então, o material era levado à margem do rio para a lavação. É uma técnica relativamente simples, mas que exige esforço para manusear a embarcação que se torna pesada com a grande quantidade de cascalho (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschwege, 2011).

No que tange às feições morfológicas, os tabuleiros, no contexto garimpeiro, correspondem a toda planície inundada, incluindo as margens até os locais que correspondem aos terraços fluviais, sendo compostos de material aluvionar (Santos, 1976; Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschwege, 2011).

A essas feições era destinado o método das catas. De natureza primitiva, como apontam Ferrand, Sad e Guimarães (1998), consistia em uma série de escavações para exumar a piçarra ou a rocha dura, retirando camadas de terra e saibro; caso esses materiais contivessem pequenos vestígios auríferos, a escavação continuava e esses materiais eram lançados para o topo das cavas, a partir do qual prosseguiam para a sua lavação:

Pode-se fazer uma idéia da dimensão dos trabalhos e do volume de terra retirada para exumar o cascalho, ao se saber que muitas dessas escavações atingiam 10 e mesmos 15 metros de profundidade. Em Diamantina, onde as camadas de aluviões têm uma espessura de 2 a 6 metros, as catas apresentavam o aspecto de verdadeiras crateras, no exterior das quais se viam agitar centenas de negros. (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998, p. 106)

As escavações dos talvegues eram executadas em “zigue-zagues” por questões de estabilidade e melhor aproveitamento de espaço das explorações pelos garimpeiros (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998). Esse método exigia um imenso contingente de indivíduos, principalmente de mão de obra escrava; a esses últimos eram direcionados os serviços mais árduos e demorados dentro das catas (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschewege, 2011; Kuchenbecker *et al.*, 2016).

As grupiarias ocorria associadas as feições morfológicas de níveis deposicionais superiores, encontrados nas encostas ou flancos montanhosos (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998). Esses ambientes contêm depósitos areno-argilosos, seixos subangulares ou veios de quartzos auríferos ou diamantíferos, quando encontrados, nas superfícies rochosas (Saint-Hilaire, 1941). Geralmente, os veios são encontrados em menores quantidade em comparação aos tabuleiros e leitos e se restringem a camadas superficiais; conforme Eschewege (2011), são depósitos que variam entre 1 a 2,5 metros de espessura.

Minerar nesse tipo de local exigia mais que força física dos trabalhadores, uma vez que se tratava de encostas relativamente acidentadas e com recursos hídricos limitados. Logo, as explorações desses locais ocorriam através de canais ou corredores artificiais construídos paralelos à encosta, em forma de degraus, para processar a massa de terra aurífera ou diamantífera de maneira controlada (Saint-Hilaire, 1941; Santos, 1976; Eschewege, 2011).

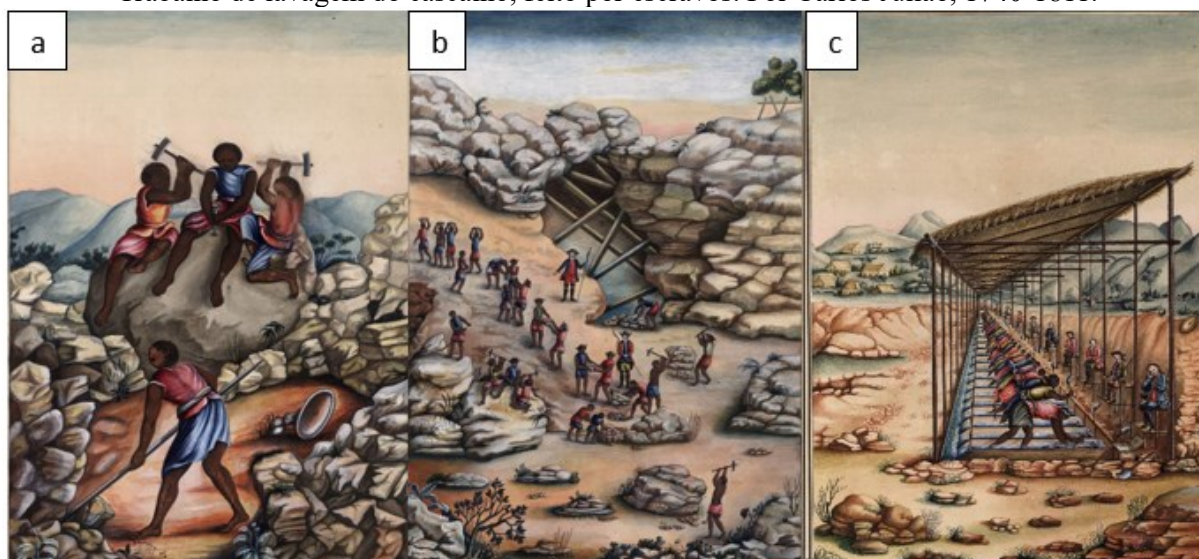
Quando a exploração ocorria no contexto aurífero, a massa gerada era retirada das encostas para que, munidos de cavadeiras, os escravos realizassem a remoção de forma que segue a inclinação do terreno. Os materiais eram alocados em canais secundários interligados ao principal, primeiramente a seco. Depois, quando cheios, os materiais eram conduzidos para o canal principal, sendo transportados pela água até chegar à base do morro, onde eram dispostos em corredores de tratamento ou em um conjunto de barragens (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschewege, 2011).

O tratamento dessa massa aurífera ocorria de forma semelhante nas explorações sobre os tabuleiros: escravos munidos de almocafre revolviam os sedimentos, segurando o material pesado contendo o ouro, contra a correnteza, enquanto as partículas finas eram levadas pelas águas ao longo do corredor (Saint-Hilaire, 1941; Santos, 1976; Eschewege, 2011).

Toda essa operação de remoção, transporte e revolvimento dessas lamas auríferas ocorria de forma sucessiva, até atingir as camadas inferiores, onde se localizavam os seixos auríferos. A lama que continham material fino e estéril era despejada nos fundos de vale (Saint-Hilaire, 1941; Santos, 1976; Eschewege, 2011).

Quando a garimpagem ocorria sobre afloramentos rochosos (Figura 12), o que era comum nos conglomerados diamantíferos da formação Sopa-Brumadinho (Chavez; Svisero, 1993), a dinâmica de extração ocorria de forma semelhante aos depósitos em grupiarias. Ocorria o decapeamento das camadas superficiais, através de escavações, intercaladas com a lavagem por canais de água; esse procedimento ajustava-se à medida que o aprofundamento sobre as camadas filíticas e vênulos de quartzo aurífero avançava, de modo que porções dessas rochas eram removidas com alavancas e raspadeiras e desciam para processo de trituração (Eschewege, 2011). Após a trituração e a lavagem, ou eram rejeitados na própria calha fluvial ou serviam de material para preencher cavas em fase de desativação (Ferrand; Sad; Guimarães, 1998; Eschewege, 2011).

Figura 12 - a- Escravos britadores de pedra para a extração de diamantes; b -Extração de diamante c- Trabalho de lavagem do cascalho, feito por escravos. Por Carlos Julião, 1740-1811.



Fonte: bndigital, 2023.

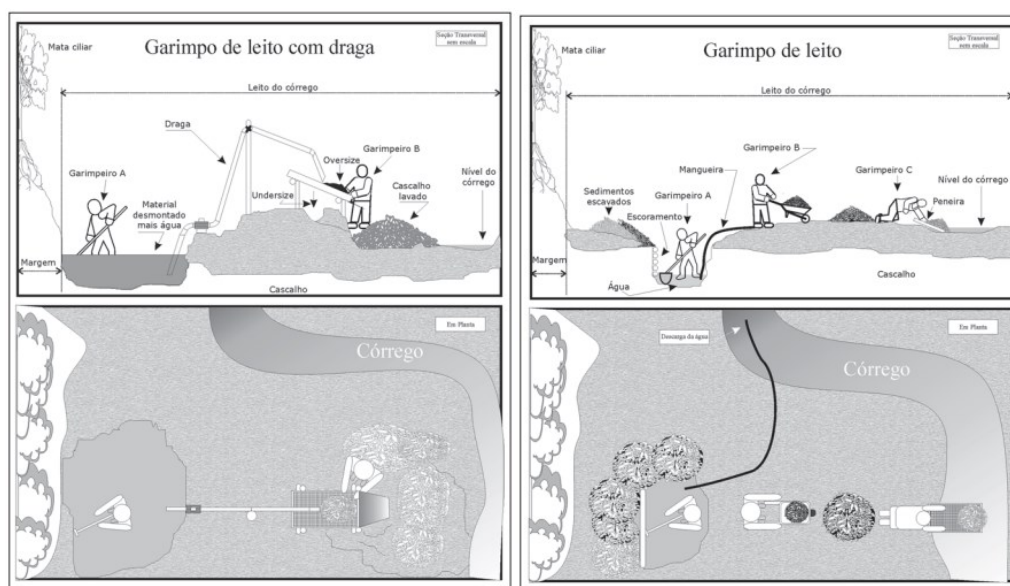
Silva (1995) descreve que o Estado foi um agente decisivo no escopo geral e legal da atividade minerária brasileira, ao tratar questões de permissividade, legalidade e ações proibitivas. Ressalta-se o desenvolvimento e a implementação de um arcabouço legislativo no começo do século XX, através da criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (Decreto-lei nº 6323, de 10/01/1907), vinculado ao antigo Ministério de Estado da Indústria, Viação e Obras Públicas. Posteriormente, na década de 1960, ocorreu um estabelecimento do

atual Ministério de Minas e Energia, juntamente com a renovação do Código de Minas de 1940 (Decreto-lei nº 227, de 28/02/1967).

A marginalização da figura do garimpeiro perante o Legislativo e frentes de garimpo predatório, descobertas no norte do Brasil, na década de 1980, concomitante à crise minerária no Sudeste, refletem e reconfiguram os moldes construídos quanto ao uso e ocupação desses locais de mineração e na imagem do garimpo/garimpeiro (Silva, 1995; Lacerda, 2014).

Dentre as formas de extração mecanizada moderna estão a retirada de sedimentos da calha fluvial por dragas fixadas na beira do rio ou córrego (Figura 13) ou instaladas sobre flutuantes (suspensas por balsas), além do desmonte das margens ou dos terraços por processos hidráulicos e a criação de lagoas marginais por retroescavadeiras destinadas às áreas de tratamento (Peixoto; Lima, 2004; Souza, 2020).

Figura 13 – Processos de garimpagem por tipos de mecanismo em leito de rio.



Fonte: Peixoto; Lima, 2004

Enquanto uma estrutura legal se desenvolvia no Brasil ao longo do século XX, em um outro prisma, os métodos de exploração do minério semimecanizado se sofisticaram. Com a introdução de equipamentos mais robustos, o processo de exploração dos minérios mostraram-se agressivos e passaram a provocar impactos ambientais negativos, intensificados pela inserção do agente químico pesado Mercúrio (Hg) nos processos de purificação e amalgama do ouro, uma prática disseminada nas frentes minerárias (Sclair, 1995; Dias, 2020; Souza, 2020).

2.6. O quadro antrópico na atual microrregião de Diamantina: o caso dos municípios de Gouveia e Datas, MG.

Diamantina é um município que teve seus limites territoriais modificados ao longo de 311 anos. Dentre os municípios de influência em seu entorno estão os municípios de Datas e Gouveia, ambos são antigos distritos diamantinos que foram desmembrados em meados do século XX. Assim como o município de Diamantina, Datas e Gouveia possuem sua base de formação como locais de descanso aos que trabalham com mineração (IBGE, 2021).

Datas e Gouveia testemunharam encerramentos de ciclos minerários que dominavam a região. Nos momentos finais do século XVIII, um ciclo minerário anunciava seu encerramento à medida que os depósitos diamantíferos/auríferos encontrados em superfície foram se esgotando, principalmente nos alúvios. Como causa principal para esse encerramento, estava o custo-benefício desequilibrado da atividade, decorrente da intensa fiscalização das lavras, tributação e forte controle territorial exercidos pela Coroa Portuguesa, representada pela empresa Real Extração, à frente do Distrito Diamantino por todo esse período; esse quadro era complicado ainda pelas atividades de contrabando desses minérios (Costa, 2007; Quintão, 2017; Martins; Lobato, 1994; 2020).

Atualmente, esses municípios voltaram-se para a agricultura, turismo e desenvolvimento do comércio local. Especificamente, Gouveia tem seu foco para o turismo local, enquanto Datas presencia um crescimento na produção de frutíferas, como morango (IBGE, 2021; Pereira, *et al.*, 2023). No caso do município de Datas, Pereira *et al.* (2023) explicam que esse crescimento advém de uma migração econômica dos antigos garimpeiros que atuaram na região.

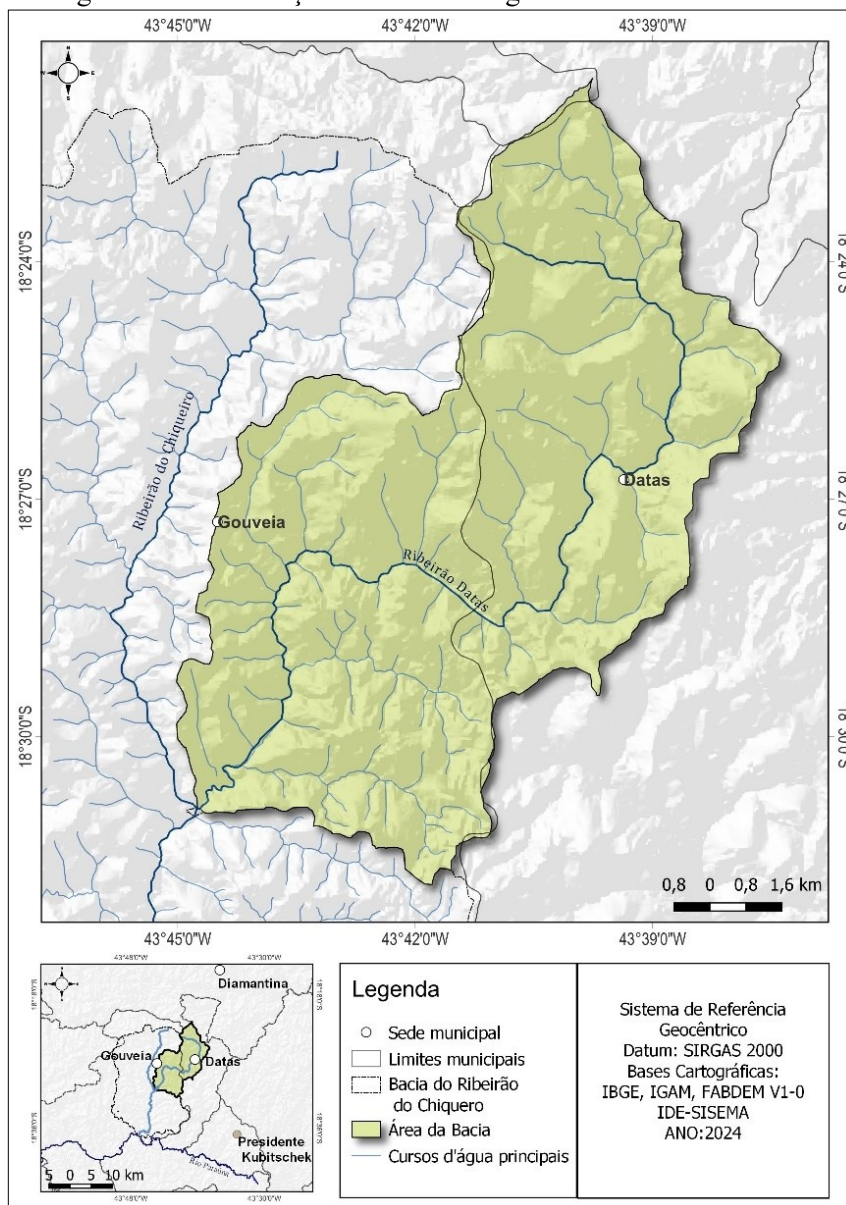
Outra cultura agrícola que aparece em grandes proporções na área da bacia são as plantações de eucalipto, presenciadas próximas as áreas urbanas e ao longo da vertente, especificamente em áreas próximas às turfeiras (solos orgânicos), como apontam Fonseca, Silva e Senna (2018). Os autores afirmam que esse tipo de ocupação se tornou intenso desde o final da década de 1990 e no começo dos anos 2000, principalmente em seu alto curso.

Outro fator que marcante na ocupação antrópica na bacia, principalmente em Gouveia são as voçorocas. Augustin e Aranha (2006) explicam que sua gênese pela ação antrópica está ligada a atividades agropastoris como criação de gado, desmatamento para plantio e queimadas. Estruturas como estradas vicinais, cercamentos de propriedades e abertura de valas são fatores que provocam a fragilidade do terreno na região.

3 ASPECTOS AMBIENTAIS DO RIBEIRÃO DATAS

A bacia do Ribeirão Datas está localizada na Serra do Espinhaço Meridional e a drenagem principal possui 34 km de extensão. Seu percurso tende a fazer dois sentidos, intercalando entre NW-SE e N-S. A área da bacia possui 123 km² até a confluência com a margem esquerda da bacia do Ribeirão Chiqueiro (Figura 14), que pertence ao sistema de bacias do rio Paraúna-Velhas-São Francisco, fazendo interflúvio com o Alto Jequitinhonha. O Ribeirão Datas passa pelos municípios de Datas, em seu alto e médio curso, e Gouveia, no baixo curso (Augustin; Aranha; Coe, 2012; Carvalho, 2019; Carvalho; Magalhães Jr., 2022).

Figura 14 - Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A Serra do Espinhaço (SdE) é um conjunto de terras altas quase contínuas, que se estendem por mais de 1000 km, passando pelos estados de Minas Gerais e Bahia. Em geral, possui uma orientação N-S, com altitudes que variam entre 800 a 1.300 metros, com largura que varia de 5 a 75 km ao longo de sua extensão, dividindo-se em duas grandes sessões: a Setentrional e a Meridional. Inicialmente, foi nomeada de “Serra Geral” pelo naturalista José Vieira Couto no final do século XVII e depois rebatizada para o nome atual pelo Geólogo L. Von Eschwege no século XVIII. A diversidade de recursos minerais presentes na SdEM atrai a atenção dos exploradores desde o século XVII, e é explicada através da sua história geotectônica, logo, é necessário contextualizar esses eventos que dão base para as atividades antrópicas (Abreu, 1995; Saadi, 1995; Uhlein; Trompette; Egydio-Silva, 1995; Renger; Abreu, 2000).

A Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) possui uma extensão de 300 km, bordejando a região sudeste do Cráton São Francisco, junto à Faixa Araçuaí. É limitada por uma zona deprimida e alongada entre Couto Magalhães e a área do Quadrilátero Ferrífero, na capital Belo Horizonte, com altitudes que variam entre 1.100 e 1.300 metros. Além disso, parte da SdEM é um divisor topográfico dos afluentes do rio São Francisco das bacias do Atlântico Leste, sendo os principais os rios Jequitinhonha e Doce (Saadi, 1995).

3.1. Arcabouço litoestrutural na bacia do Ribeirão Datas

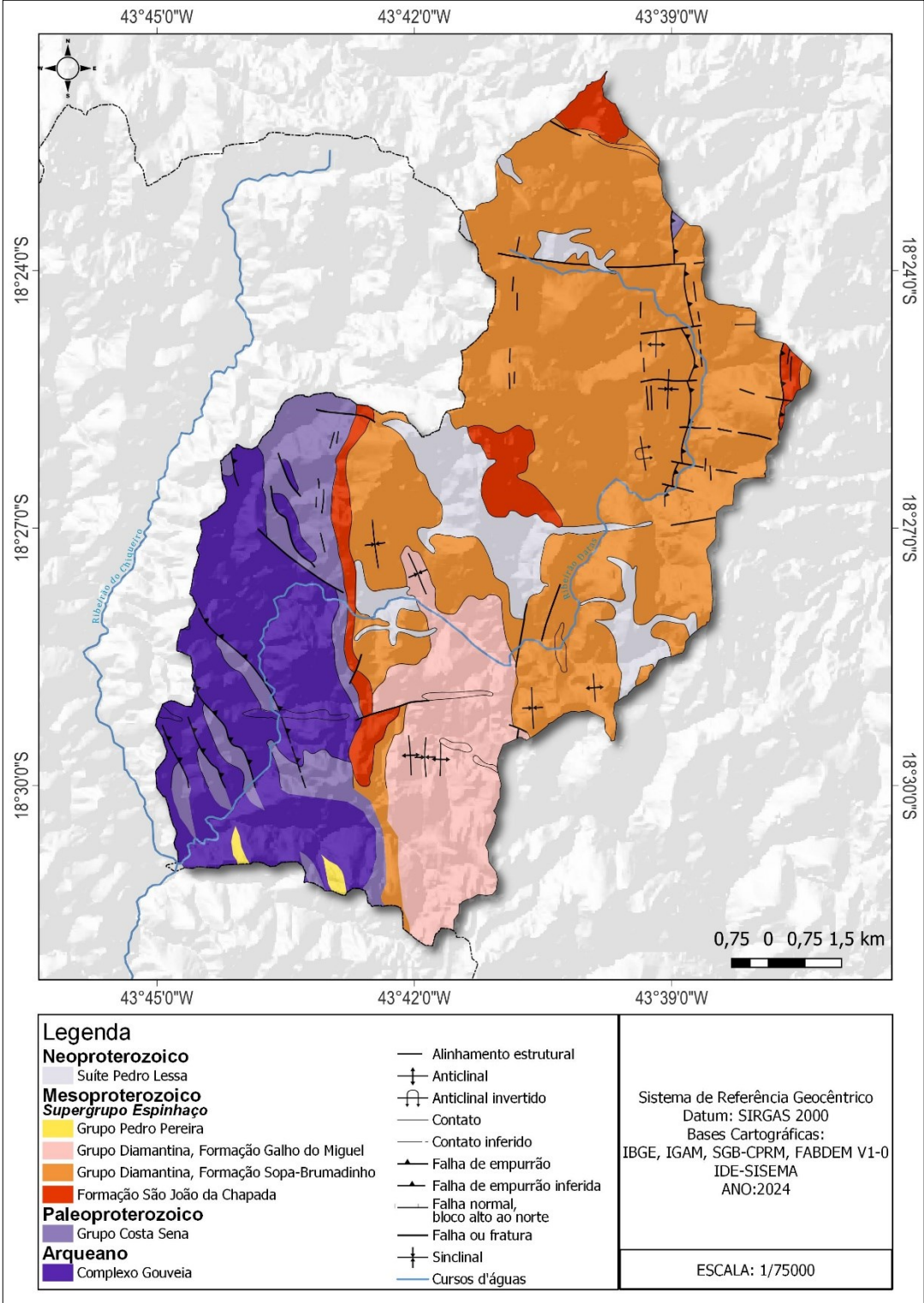
A unidade estratigráfica que embasa regionalmente a SdEM é o Supergrupo Espinhaço, além do Supergrupo Rio Paraúna e do Complexo Basal. O Complexo Basal é composto por associações de rochas graníticas denominadas Granito Gouveia ou Complexo Gouveia, datadas do Arqueano, entre $2,971 \pm 1,6$ Ga (Martins-Neto, 1998). Segundo Dussin e Dussin (1995), durante essa fase, a partir dos movimentos extensivos na crosta, a astenosfera passa por descompressão de fontes mantélicas, causando episódios de vulcanismo, com magmas alcalinos de teor kimberlítico. Silva, Pedreira e Abreu (2005) explicam que essa rocha é responsável por transportar os diamantes para a superfície.

No Supergrupo Rio Paraúna, são encontrados xistos, xistos quartzosos, rochas vulcânicas básicas e ácidas, ou seja, uma associação de meta-máficas, -ultramáficas, -ácidas e metassedimentos de origem química, divididas no Grupo Costa Sena e no Grupo Pedro Pereira, com idades de $2,8 \pm 1,4$ Ga. A formação desse Supergrupo está associada aos eventos tectônicos do rifteamento Espinhaço, com diversas fases de distensão crustal (Abreu, 1995; Martins-Neto, 1998).

O Supergrupo Espinhaço é dividido em duas grandes unidades: o Grupo Guinda, constituído pelas Formações São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel e o Grupo Conselheiro Mata, com as Formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande. Na Formação Sopa-Brumadinho a litologia é composta por sedimentos (arenitos micáceos ou feldspáticos), conglomerados de quartzitos e pelitos com diferentes espessuras, assentados em uma bacia do tipo "rifte" de idade Paleo a Mesoproterozoica (1,70 a 1,30 Ga). É nesse quadro geológico que são comumente encontrados os conglomerados com depósitos diamantíferos (Knauer, 2007; Martins Neto, 1998; Uhlein *et al.*, 1995, 2017).

Na área da bacia do Ribeirão Datas encontram-se rochas metamórficas quartzíticas, metapelíticas e metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho no alto e médio curso, intercalados com soleiras ígneas e diques diabásicos denominados Suíte Pedro Lessa (Figura 15). No baixo curso são encontradas rochas ígneas como ortognaisses bandados, anfibólitos e ultramáficas do Complexo Gouveia (Augustin; Aranha, 2006; Abreu; Renger, 2007; Amaral-Santos *et al.*, 2019; Carvalho; Magalhães Jr., 2021;).

Figura 15 - Arcabouço Litoestratigráfico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Datas, SGB/CPRM(2014).



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Outras litoestruturas são encontradas ao longo da bacia, mas em menores proporções, como xistos, formações ferríferas e intrusões máficas do Grupo Costa Sena, os afloramentos de

quartzitos da Formação Galho do Miguel, e filitos, quartzitos e metaconglomerados da Formação São João da Chapada (Abreu; Renger, 2007; Amaral-Santos *et al.*, 2019).

3.2. Compartimentação geomorfológica

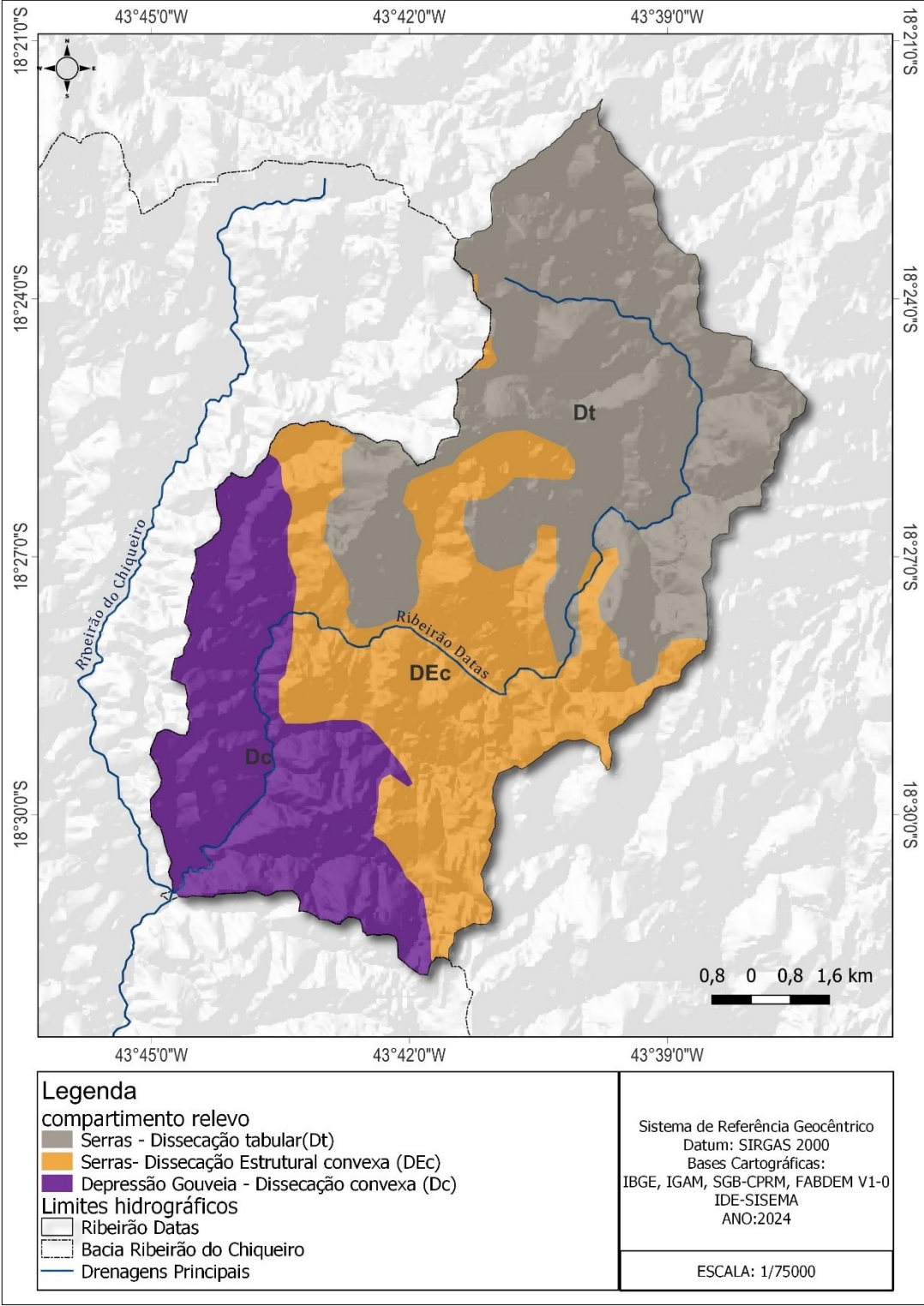
A Serra do Espinhaço Meridional é composta por duas grandes compartimentações que se encaixam em formatos curvos, de morfologia planáltica no sentido geral SSE-NNW para a seção sul e SSW-NNE para a seção norte. O delimitador topográfico consiste em uma zona deprimida no NW-SE, no distrito de Couto Magalhães, ao norte de Diamantina. A litoestrutura, somada ao intemperismo e aos regimes paleoclimáticos e atuais, além da desnudação diferencial dos diversos minerais que a compõem, são fatores essenciais para modelar o relevo da região. As superfícies são irregulares, com escarpas íngremes e extensas áreas com rochas expostas, em sua maioria quartzíticas, sendo o Pico do Itambé o ponto mais alto da SdEM (2.014 m de altitude), localizado entre os municípios de Serro e Santo Antônio do Itambé (Saadi; Valadão, 1987; Saadi, 1995; Hasui, 2010).

O quadro de evolução da paisagem da SdEM para o contexto atual inicia-se no Cenozoico, a partir do reaproveitamento, por condições intertropicais, sobre as litoestruturas metassedimentares e metavulcânicas legadas do Proterozoico (Supergrupo Espinhaço-Rio Paraúna-Complexo Basal). As estruturas tectônicas, como falhas tanto sinistrais quanto dextrais, estão dispostas, em geral, no sentido NW-SE, e as falhas de transcorrência E-W estão dispostas na bacia do rio Doce. Essas estruturas são marcadas por blocos de cavalgamento, em escarpas descontínuas e de topografia irregular, variando de 100 a 400 metros de altura, sendo a dissecação fluvial um agente exógeno para sua esculturação (Silva *et al.*, 2005; Renger; Abreu, 2000; Hasui, 2010).

Em relação à compartimentação do Planalto Meridional, Saadi (1995) organiza a área de acordo com a evolução morfotectônica, baseando-se nos remanescentes das superfícies pós-Gondwana, conforme as interpretações de King (1956). Ele identifica os seguintes compartimentos específicos: Planalto de Diamantina, Depressão Gouveia e Depressão Couto Magalhães, além das Bordas Interplanálticas Leste e Oeste.

Nas áreas que correspondem à bacia do Ribeirão Datas, a compartimentação do relevo é marcada pelos processos desnudacionais diferenciais, em função da espacialidade das litologias da região. A compartimentação geomorfológica resultante consiste em: a) Superfícies de Cimeira e b) Depressão Gouveia (Figura 16).

Figura 16 - Compartimentação Geomorfológica da bacia hidrográfica do ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

O modelado das Superfícies de Cimeira é resultante dos processos denudacionais dos quartzitos do Supergrupo Espinhaço, localizado no entorno do Complexo Gouveia. Suas formas são aplainadas, com topos tabulares e possuem altitudes que variam de 1.200 a 1.300 m, além da presença de relevos residuais com altitudes acima de 1.400m e bordejam a Depressão

Gouveia através de escarpamentos, dobramentos e cristas. Essa compartimentação encontra-se por toda a cabeceira do Ribeirão Datas (Figura 16; Figura 17a), estendendo-se no alto e médio curso da bacia (Augustin; Aranha, 2006; Carneiro *et al.*, 2010; Salgado; Valadão, 2003).

Figura 17 - Vista do vale fluvial do Ribeirão Datas em diferentes compartimentos geomorfológicos. a) Planície do Ribeirão Datas no contexto da Superfícies de Cimeira; b) Planície do Ribeirão Datas na Depressão Gouveia.



Foto: Alessandra Abreu

A Depressão Gouveia é composta por superfícies dissecadas, de vertentes alongadas e convexas, formando um conjunto de colinas com topos suaves, com cotas que variam entre 1.000 e 1.050 metros de altitude, sendo comum a presença de voçorocas, devido aos intensos processos erosivos presentes na região. Nesse compartimento predominam-se rochas graníticas e gnaisses, diques diabásicos do Neoproterozoico. Dentro da bacia do Ribeirão Datas (Figura

16; Figura 17b) a Depressão se assenta por todo médio e baixo curso. (Salgado; Valadão, 2003; Augustin; Fonseca; Rocha, 2011; Carvalho, 2019).

3.3. Aspectos pedológicos, fitogeográficos e climáticos

A Serra do Espinhaço Meridional detém uma biosfera complexa, resultante de fatores climáticos atuais/paleoclimáticos, pedogenéticos e fitogenéticos, sendo o Quaternário um período que marca grandes transformações (Suguio *et al.*, 2010; Silva; Silva, 2016).

A pedogênese detém uma relação intrínseca com o material de origem, sendo os quartzitos rochas presentes por toda seção meridional da Serra do Espinhaço (Ávila, 2009). Dessa forma, o tipo de solo predominante é o Neossolo Litólico, com o horizonte A fraco ou moderado, presença ou não de cascalhos; Neossolos Quartzarênicos; Neossolos Flúvicos; Neossolo Quartzarênico Hidromórfico. Ambos com origem nos materiais metareníticos do Supergrupo Espinhaço, com CTC baixa, ou seja, pouca matéria orgânica e argila, com estrutura em grãos simples, permeabilidade moderada e baixa capacidade de retenção de nutrientes (Silva; Pedreira; Abreu, 2005).

Essas características gerais dos solos da região influenciam na baixa fertilidade natural, aliados a textura arenosa e de fácil desagregação, limitam seu potencial para o agronegócio. Com esse quadro pedológico, a suscetibilidade a processos erosivos aumenta, ocorrendo episódios de voçorocamento e ravinamento presentes na paisagem do SdEM. Nesse ambiente, apenas vegetações típicas de Cerrado têm predominância, com arbustivas de pequeno a médio porte, muitas vezes esparsas e gramíneas assentadas principalmente em fortes declives ao longo da região (Silva; Pereira, 2005). Análises de fitólitos indicam que o Cerrado predomina na região desde 6.038 anos AP (Chueng, 2016).

Na Depressão de Gouveia, Ávila (2009) descreve que os solos presentes são os Latossolos Vermelhos distróficos, ligados a rochas metabásicas como material de origem e assentados nas vertentes; Cambissolos, encontrados sobre um relevo mais acidentado e sobre rochas graníticas e; Neossolos Flúvicos, que estão sobre os terraços fluviais, se estendendo por todo o baixo curso do Ribeirão Datas.

Sobre o clima atual da SdEM, Silva, Pedreira e Abreu (2005) explicam que o relevo é um fator pertinente que influencia o clima da SdEM, descrito como Cwb a partir da classificação Koppen. O período de verão ocorre entre outubro a abril, por grande parte desse período predominando temperaturas brandas, invernos com temperaturas e umidades baixas, ocorrendo de junho a agosto, com precipitações médias anuais que variam entre 1.250 a 1550 mm e temperaturas médias anuais de 18°C a 21°C.

Sobre os agentes paleoclimáticos, Saadi (1995) descreve que para analisar esses antigos fatores exógenos, deve-se apelar para os testemunhos geomorfológicos, ou seja, em superfícies de aplainamentos que se seguiram ao longo do Quaternário. Saadi e Valadão (1987) e Saadi (1995) reconhecem superfícies de pediplanos e pedimentos do Plio-Pleistoceno na Depressão de Gouveia, com formação de um clima tropical. Esse contexto pode ser visto a partir dos testemunhos aluviais, que indicam a dinâmica de transporte-acumulação e organização de materiais de pequena granulometria como siltes-argilas-areias e clastos com cascalheiras de quartzo (Saadi, 1995).

Na Serra do Espinhaço Meridional, testemunhos pedológicos orgânicos como turfeiras e de vegetação mineralizada como fitólitos são importantes testemunhos. A análise de fitólitos levantados na SdEM destacam a evolução dos sistemas fluviais, sendo que em áreas onde os processos fluviais erosivos mostraram-se intensivos há a maior tendência de formação de gramíneas e menos tendência à formação de vegetação arbórea próximos aos leitos. (Horak-Terra, 2009; Silva *et al.*, 2009; Augustin, *et al.*, 2014; Chueng, 2016; Silva; Silva, 2016; Varajão; Varajão; Oliveira, 2020; Dias, 2020).

Quanto ao aspecto geomorfológico fluvial, Carvalho e Magalhães (2021) explicam que a evolução e as características deposicionais atuais da bacia do ribeirão Datas são reflexos de implicações de processos climáticos e litoestruturais ocorridos durante o Quaternário, especialmente no Pleistoceno-Holoceno. A formação de níveis deposicionais podem ser descritos de acordo com as duas compartimentações geomorfológicas e estruturais presentes na bacia, o Complexo Gouveia, no baixo curso, e as Superfícies de Cimeira, no alto curso.

No alto curso, foram levantados três níveis deposicionais fluviais, estando N1 e PI (planícies de inundação) pareados no fundo de vale e N2 em contexto de vertente distribui-se por escalonamento, ambos encontrados a 1.200 metros de altitude. No contexto de fundo de vale, os níveis deposicionais apresentam matéria orgânica e material arenoso, mas com presença de fácies cascalhentas apenas no N1. Na margem esquerda foi encontrado um nível deposicional antrópico por Carvalho (2019), no qual o autor explica que essa deposição compõe sucessões estratigráficas e granulares destoantes dos outros níveis deposicionais descritos. Suas fácies são compostas por camadas por areias, argilas e possuem estratificação planar,

As idades obtidas através de datação por LOE para esses arquivos fluviais variam entre 20.1 ± 2.5 ka no N2 e 0.9 ± 0.12 ka para a PI. Essas condições deposicionais explicam que o ambiente experimentou clima úmido e ameno desde 1.160 e 400 anos AP. Sob essa condição climática que o alto curso passou por um intenso processo erosivo que levou ao recuo das cabeceiras (Horak-Terra, *et al.*, 2015; Carvalho, 2019; Carvalho; Magalhães Jr., 2022).

No baixo curso do ribeirão Datas, na Depressão de Gouveia, Carvalho e Magalhães Júnior (2022) explicam que foram identificados também três níveis deposicionais, com PI e N1 embutidos no fundo do vale, enquanto o N2 está pareado e não há presença de níveis deposicionais no contexto de vertente. Esses depósitos possuem materiais argilo-arenosos e fácies com cascalhos. Não foram realizadas datações para esse ambiente do baixo curso. As compartimentações geomorfológicas da bacia são divididas por uma série de *knickpoints*, dentre os principais na bacia.

4 METODOLOGIA

A pesquisa foi segmentada em três etapas: pesquisa em gabinete, campo e laboratório. Em gabinete foram levantadas informações que tangem a área de estudo, em sua maioria, literatura que contempla a Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), conceituação sobre Tecnógeno e Antropoceno, tanto no cenário nacional quanto internacional, além da dados para análise em Sistemas de Informações Geográficas.

Os procedimentos de campo consistiram no levantamento de informações no vale do Ribeirão Datas, tendo sido realizadas três campanhas de campo. A primeira para reconhecimento geral da área de estudo em campo, a segunda realizada para uma investigação aprofundada dos arquivos fluviais pré-selecionados e a terceira para coleta de sedimentos para datação por LOE, descrição aprofundada dos perfis estratigráficos e coleta de coordenadas em GPS para mapeamento posterior. Em todas essas campanhas de campo foi considerado o contexto antrópico ao longo do Ribeirão Datas, buscando observar e registrar os tipos de atividades antrópicas presentes na área, no momento que a pesquisa foi realizada.

Para a etapa de mapeamento, foram levantadas bases digitais secundárias vetoriais e em raster. As vetoriais consistem nas poligonais da bacia hidrográfica e sua rede de drenagem (IGAM), Litologia e Estruturas (CPRM e CODEMIG), Compartimentação Geomorfológica (IBGE, 2019), Cartas topográficas para identificação de toponímias (DSG e IBGE), reconhecimento e validação de áreas de uso e cobertura da terra (IBGE e MAPBIOMAS 6.0). Para as imagens raster, as bases foram o Modelo Digital de Elevação FAB-DEM1.0, imagens de satélite Landsat TM-5 (resolução espacial de 30 m), CBERS4A WPM (resolução espacial 8 m) e fotografias aéreas do voo AST-10 da USAF, julho de 1965, cedidas pela Fundação João Pinheiro no ano de 2023.

Por se tratar de uma área de vale, a escala de análise teve que ser restrita para um mapeamento de grande detalhe, implicando em análises com escalas abaixo de 1:10.000. De antemão, deve-se ressaltar o desafio que as fontes secundárias apresentam, devido à sua escala pequena, não contemplando com grande detalhamento as áreas de fundo de vale. Por isso, o campo mostrou-se essencial para construir um ponto de controle no mapeamento e na complementação no reforço visual na análise em bases cartográficas digitais de diferentes naturezas.

4.1. Análise morfoestratigráfica

As incursões a campo foram essenciais para identificação, caracterização e mapeamento dos depósitos tecnogênicos e do contexto fluvial do vale do Ribeirão Datas. Para a execução dessa etapa, foram consideradas as principais discussões acerca da aplicação do conceito de depósito tecnogênico no contexto brasileiro e internacional, principalmente como ele se aplica no âmbito da geomorfologia fluvial na Serra do Espinhaço. O histórico de uso e ocupação antrópica ao longo do vale e da bacia hidrográfica como um todo também foi imprescindível, além de questões logísticas e de acessibilidade. Como critério principal, buscou-se a visualização de elementos de interferência antrópica, que provoquem algum tipo de descontinuidade ou desconfiguração de terraços, da planície ou do leito fluvial. Sob essas condições, foram definidos cinco trechos no vale, dois no baixo curso, localizado no município de Gouveia, um trecho no médio-alto curso, próximo ao perímetro urbano do município de Datas e dois no alto curso, na zona rural. Trechos no médio curso não foram selecionados por questões de logística e acessibilidade.

Foram detalhados no total oito perfis sedimentares, dos quais quatro se concentram no baixo curso e quatro no alto curso. Foram utilizadas fichas de caracterização dos depósitos, como proposto por Magalhães Júnior e Barros (2020), para a organização gráfica e textual dos perfis estratigráficos.

A interpretação estratigráfica dos depósitos foi feita de acordo com a proposta de Miall (1985; 2016) para análise de elementos arquiteturais, baseando-se na de descrição visual e tátil obtida em campo. Com isso, objetivou-se identificar as associações verticais de fácies, considerando o tipo de material sedimentar e sua granulometria (silte, argila, areia, cascalho, presença de raízes ou outro tipo de matéria orgânica), geometria das camadas e presença de estratificação (planar, tabular ou acanalada).

O tratamento dos dados pós-campo consistiu em apresentar as sucessões de fácies através de gráficos vetorizados em *software* de ilustração digital, com adaptação de simbologia do *Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization* (USGS, 2006).

4.2. Coleta de amostras para datação por LOE para análise geocronológica

Dos oito perfis detalhados, seis foram selecionados para realizar a datação, sendo quatro deles no baixo curso e dois no alto curso, nomeados com a sigla “Dt” referente ao ribeirão Datas. Além disso, foram coletadas as coordenadas e a altitude de cada perfil, além da

profundidade de coleta. Cabe ressaltar que dentre esses seis perfis, em dois foram coletadas amostras em diferentes profundidades, um no baixo curso e outro no alto, sendo um ponto mais basal do perfil e outro mais próximo à superfície. Essa sistematização de coleta foi definida para obter informações mais aprofundadas quanto a cronologia dos períodos de deposição dos sedimentos verificados pela formação de descontinuidades nos perfis.

Sobre os procedimentos de coleta, para evitar que o interior do depósito e a amostra fossem contaminados pela entrada de radiação solar, foram utilizados tubos de PVC de 5 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento e sacolas plásticas pretas. Foram evitadas camadas com matéria orgânica aparente e próximas da superfície do depósito. As áreas previamente selecionadas para a datação são os subambientes que compõem os fundos de vale, como os terraços e as planícies, porém, a intenção da pesquisa é datar potenciais depósitos tecnogênicos.

Após a coleta dos materiais, estes foram encaminhados ao laboratório “Datação, Comércio e Prestação de Serviços-LTDA” para análise dos sedimentos. O protocolo empregado foi o SAR (*Single Aliquot Regeneration*), sendo avaliadas 15 alíquotas em cada amostra coletada.

Quadro 1 - Localização dos perfis amostrados para datação e descrição estratigráfica no vale do Ribeirão Datas.

Perfil levantado	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Profundidade de coleta/profundidade total do perfil (cm)	Trecho levantado
Dt01	18°30'52.84"S	43°44'42.43"O	978,00	150,00 / 182,00	Baixo Curso/Próximo a confluência
Dt02	18°30'52.84"S	43°44'42.43"O	978,00	61,00 / 174,00	Baixo Curso/Próximo a confluência
Dt03	18°30'20.0"S	43°44'16.0"O	980,00	123,00 / 123,00	Baixo Curso/Terraço (T1)
Dt04a	18°30'21.48"S	43°44'16.21"O	980,00	40,00 / 261,00	Baixo Curso/Porção superior
Dt04b	18°30'21.51"S	43°44'16.30"O	980,00	190,00 / 261,00	Baixo Curso/Porção inferior
Dt04c	18°30'21.51"S	43°44'16.30"O	980,00	118,00 / 261,00	Baixo Curso/Porção intermediária
Dt05	18°26'45.39"S	43°38'56.89"O	1218,00	Não houve coleta / 125,00	Contexto de vertente
Dt06	18°26'42.19"S	43°39'17.55"O	1180,00	Não houve coleta / 143,00	Médio-Alto curso
Dt07	18°26'40.24"S	43°39'17.54"O	1180,00	Não houve coleta / 107,00	Médio-Alto curso
Dt08a	18°24'44.62"S	43°38'50.07"O	1250,00	50,00 / 251,00	Alto curso
Dt08b	18°30'21.51"S	43°44'16.30"O	1250,00	136,00 / 251,00	Alto curso

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O procedimento realizado pelo laboratório “Datação, Comércio e Prestação de Serviços-LTDA” consiste em: 1. Pré aquecimento de 200-240°C por 10 s (eliminar elétrons instáveis em armadilhas rasas); 2. Medir a LOE natural = LN (estimulação por 40 s, a 125°C); 3. Irradiar com dose teste para correção da sensibilidade (10-20% da De) = DT; 4. Pré-aquecimento de 200-240°C por 10s; 5. Medir a LOE = TN; 6. Irradiar com luz; 7. Irradiar com dose regenerativa = D1; 8. Pré-aquecimento de 200-240°C por 10 s; 9. Medir LOE = L1 (estimulação por 40s, a 125°C); 10. Retornar para 3, aumentado o valor da dose regenerativa; 11. Repetir a Dose Zero para verificar a regeneração do sinal de LOE; 12. Repetir a dose D1 para verificar a reciclagem do sinal de LOE.

4.3. Mapeamento e classificação de feições tecnogênicas

Essa etapa do trabalho foi realizada após a validação a caracterização das áreas com potenciais depósitos tecnogênicos e com a descrição dos perfis realizadas. Aplicaram-se as “Diretrizes para Mapeamento de Formas de Relevo Tecnogênicas no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo (SBCR)” de Moura *et al.* (2023). Trata-se de uma proposta teórica e prática taxonômica que auxilia na delimitação de feições deposicionais e erosivas e modificações topográficas *in situ* geradas de forma direta ou indireta pela atividade antrópica (Moura *et al.*, 2023). A taxonomia proposta se estrutura conforme organizado no Quadro 2.

Quadro 2 - Proposta de classificação do relevo tecnogênico.

FORMAS DE RELEVO TECNOGÊNICAS			
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
	Geotecnoformas de Acumulação	Formas associadas a depósitos tecnogênicos induzidos	Acréscimo induzido de material
Cicatrizes e Depressões Tecnogênicas	Tecnoformas de Escavação	Cicatrizes tecnogênicas escavadas	Retirada direta de material
	Geotecnoformas de Denudação	Cicatrizes ou depressões tecnogênicas induzidas	Movimentação ou erosão induzida de material
Corrugações tecnogênicas	Tecnoformas 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

Elaborado por Moura *et al.*, 2023.

A partir dessas diretrizes, o mapeamento foi realizado através de vetorização no *software* GIS QGIS (versão 3.22.9) de polígonos e linhas, sobre uma imagem de satélite CBERS-4 A, com resolução espacial de 2 m. A escala dos mapas finais pode variar conforme a dimensão dos trechos do vale, porém, por questão de padronização, optou-se por uma escala de análise definida em 1:5.000.

4.4. Análise temporal de fotografias aéreas e de imagens de satélite

Executou-se também uma análise multitemporal (1985, 1995, 2006, 2013 e 2021) buscando visualizar a dinâmica das atividades antrópicas e as possíveis implicações sobre as feições deposicionais. O critério para o recorte temporal foi o acesso a imagens de satélite com a possibilidade de uma visualização clara do vale aluvial, de modo que não houvesse cobertura de nuvens sobre o local.

Assim, inicialmente foi empregado o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – ROUSE, 1974) para verificar como se comportou a cobertura vegetal ao longo do período analisado. Foram utilizadas imagens de satélites Landsat 5TM, para os anos de 1985-1995, Landsat-7 ETM+ para o ano de 2006, Landsat-8 OLI para 2013 e CBERS4A para o ano de 2021. As aquisições do período de cada imagem variam entre o mês de junho a setembro, período menos chuvoso na região da SdEM, logo, com menos cobertura de nuvens. Para aplicação do NDVI, utilizou-se a seguinte equação:

Equação 1. Fórmula para cálculo de NDVI.

$$\text{NDVI} = (\text{Vermelho} - \text{Infravermelho Próximo}) / (\text{Vermelho} + \text{Infravermelho Próximo})$$

Fonte: Huete *et al.*, 2002.

Num segundo momento, foi realizada uma análise em imagens de aerofotos de 1965, com o intuito de entender o tipo de atividade antrópica presente na região nesse período, o mais antigo para o qual se obteve imagens para análise. A intenção também foi identificar se há indicativos que venham confirmar a formação de terrenos tecnogênicos nas últimas décadas e, em caso positivo, aplicar a classificação dos tipos de morfologias perceptíveis nesse período.

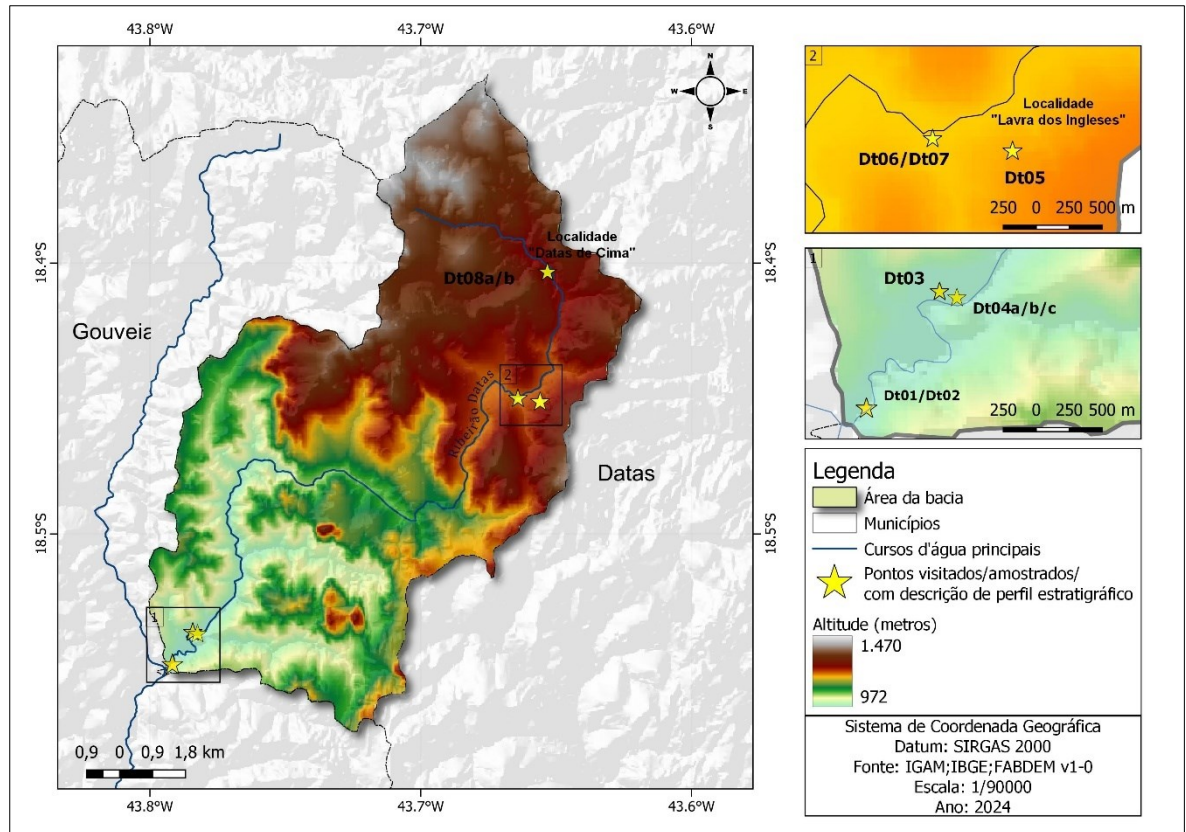
5 RESULTADOS

A partir das técnicas abordadas no capítulo anterior, obtiveram-se resultados de cunho morfoestratigráfico e geocronológico (descrição dos perfis e datação dos sedimentos), morfológico (compartimentação dos terrenos tecnogênicos) e multitemporal (dinâmica histórica de uso e ocupação). Dessa forma, este capítulo está organizado em: descrição morfoestratigráfica (5.1), idades obtidas para sedimentos de fundo de vale do Ribeirão Datas (5.2), compartimentação de zonas de morfotecnogênese no Ribeirão Datas (5.3) e análise multitemporal da dinâmica espacial no fundo de vale no Ribeirão Datas (5.4).

5.1. Levantamento morfoestratigráfico

No total, foram detalhados oito perfis estratigráficos, localizados, em sua maioria, no fundo do vale do Ribeirão Datas, estando apenas um no contexto de vertente. Quanto à distribuição (Figura 18), quatro deles estão no baixo curso (Dt01, Dt02, Dt03 e Dt04) e próximos à confluência do Ribeirão Chiqueiro. No médio-alto curso, na zona periurbana do município de Datas, estão três perfis (Dt05, Dt06, Dt07) e no alto curso, na zona rural de Datas, um perfil (Dt08). Todas as sucessões de fácies são descritas desde a base do perfil até o seu topo.

Figura 18- Localização dos perfis estratigráficos descritos ao longo do Ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

No baixo curso, foram caracterizados dois perfis (Dt01 e Dt02) na margem direita, ambos em contexto de margem erosiva e próximos à confluência com o Ribeirão Chiqueiro, sendo apresentados na Figura 2. O Dt01 refere-se a uma feição de terraço fluvial (T1), estando mais à jusante, e o Dt02 à planície (P), mais à montante (Figura 19). Os pontos supracitados estão separados por uma distância horizontal de 12 m.

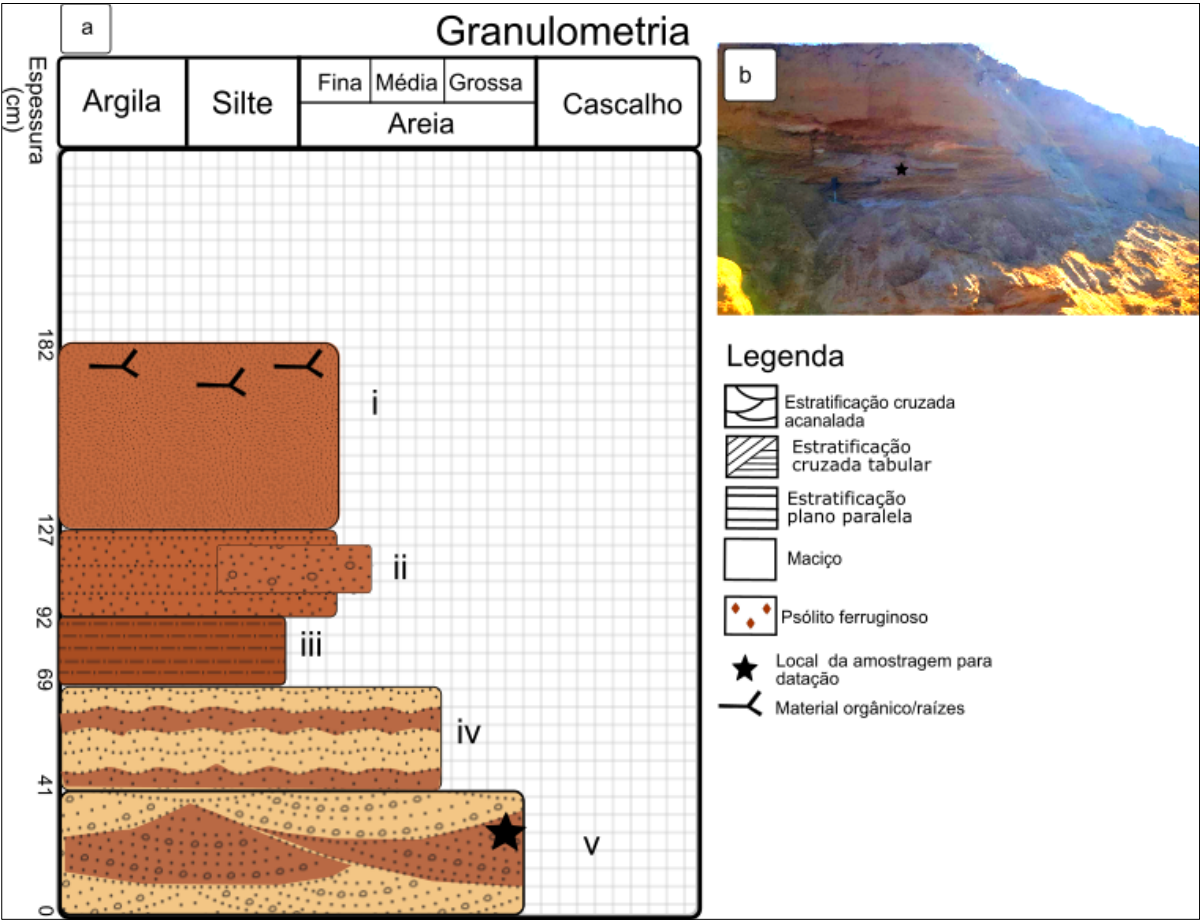
Figura 19 - Vista geral do terraço (T1) e da Planície (P) na margem direita do ribeirão Datas.



Foto: Alessandra Abreu.

O perfil Dt01 (Figura 20) possui 1,82 m de espessura e a seguinte sucessão de fácies, descrita da base para o topo: (v) Areia grossa, amarelada a avermelhada, misturada com grânulos mal selecionados que acompanham as linhas de estratificação cruzada-acanalada – 41 cm de espessura; transição abrupta para (iv) areia média, amarelada, interposta por areia média a grossa, avermelhada, com estratificação plano-paralela – 28 cm; transição abrupta para (iii) material silto-arenoso, avermelhado, com estratificação plano-paralela – 23 cm; transição abrupta para (ii) material arenoso fino, amarelado a avermelhado, com estratificação plano-paralela, interposto por lente de areia média e seixos de quartzo sub-angulares – 35 cm; transição abrupta para (i) areia fina, avermelhada, com pouca presença de raízes e maciça – 55 cm de espessura. Cabe ressaltar que, abaixo da fácies v, o Dt01 é encoberto por materiais inconsolidados remobilizados pela erosão fluvial, impedindo a caracterização do restante do perfil até o contato com a lâmina d'água.

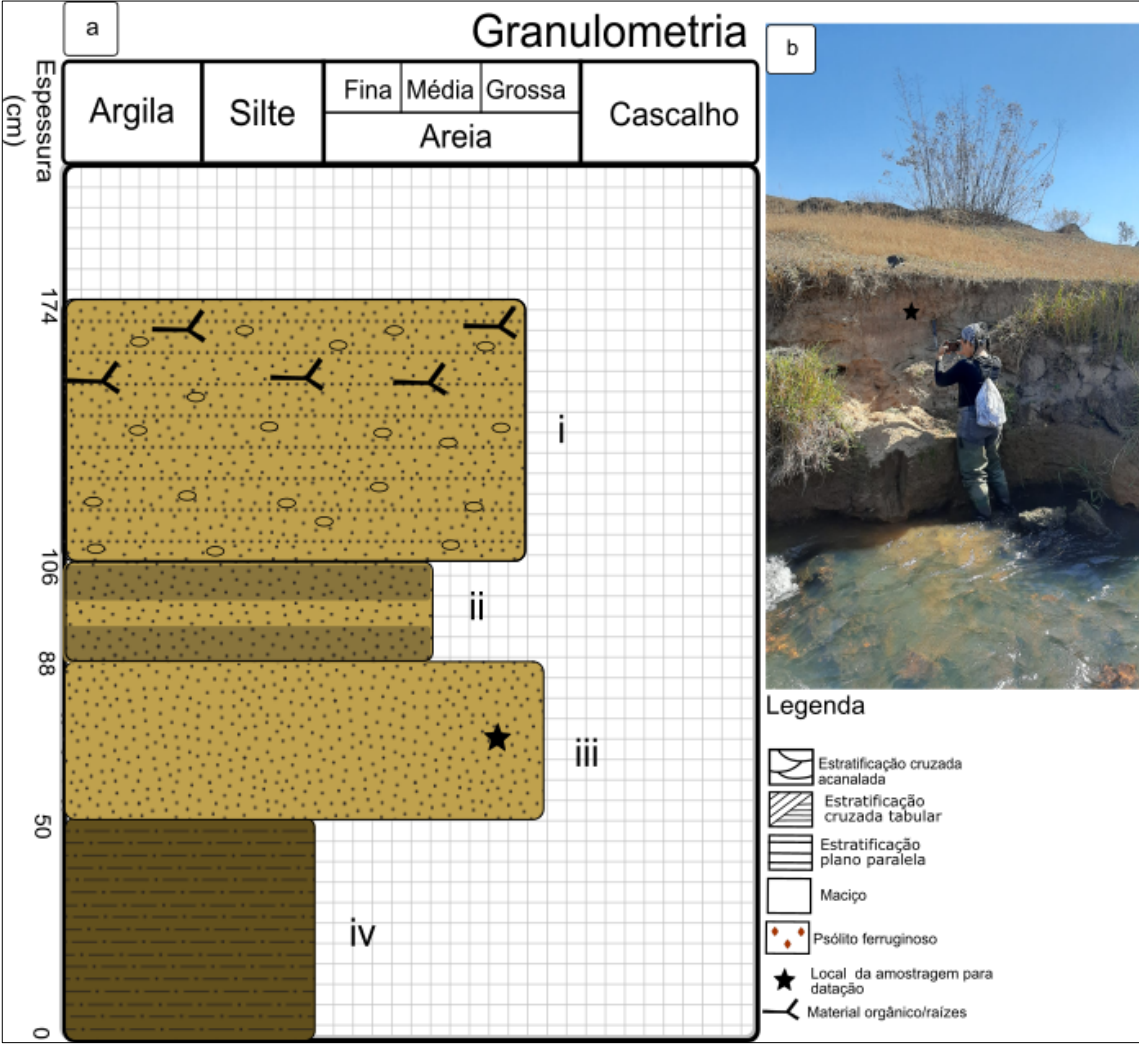
Figura 20 - Perfil-estratigráfico Dt01. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito.
Fonte: Elaborada pela autora, 2024.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

O perfil Dt02 (Figura 21) possui 1,74 m de espessura e é composto por quatro fácies, descritas a seguir da base para o topo: (iv) material silto-arenoso, maciço, com presença de matéria orgânica, tonalidade marrom escura, 50 cm de espessura; com transição abrupta para (iii) areia grossa, maciça, bruno-amarelada, 38 cm de espessura; com transição difusa para (ii) areia fina a média, clara, maciça, interposta por areia média, escura - 18 cm de espessura; com transição difusa para (i) material arenoso e amarelado com estratificação plano-paralela e presença de raízes e grânulos sub-angulares, < 2 cm e dispersos, , 68 cm de espessura – em contato com o leito rochoso.

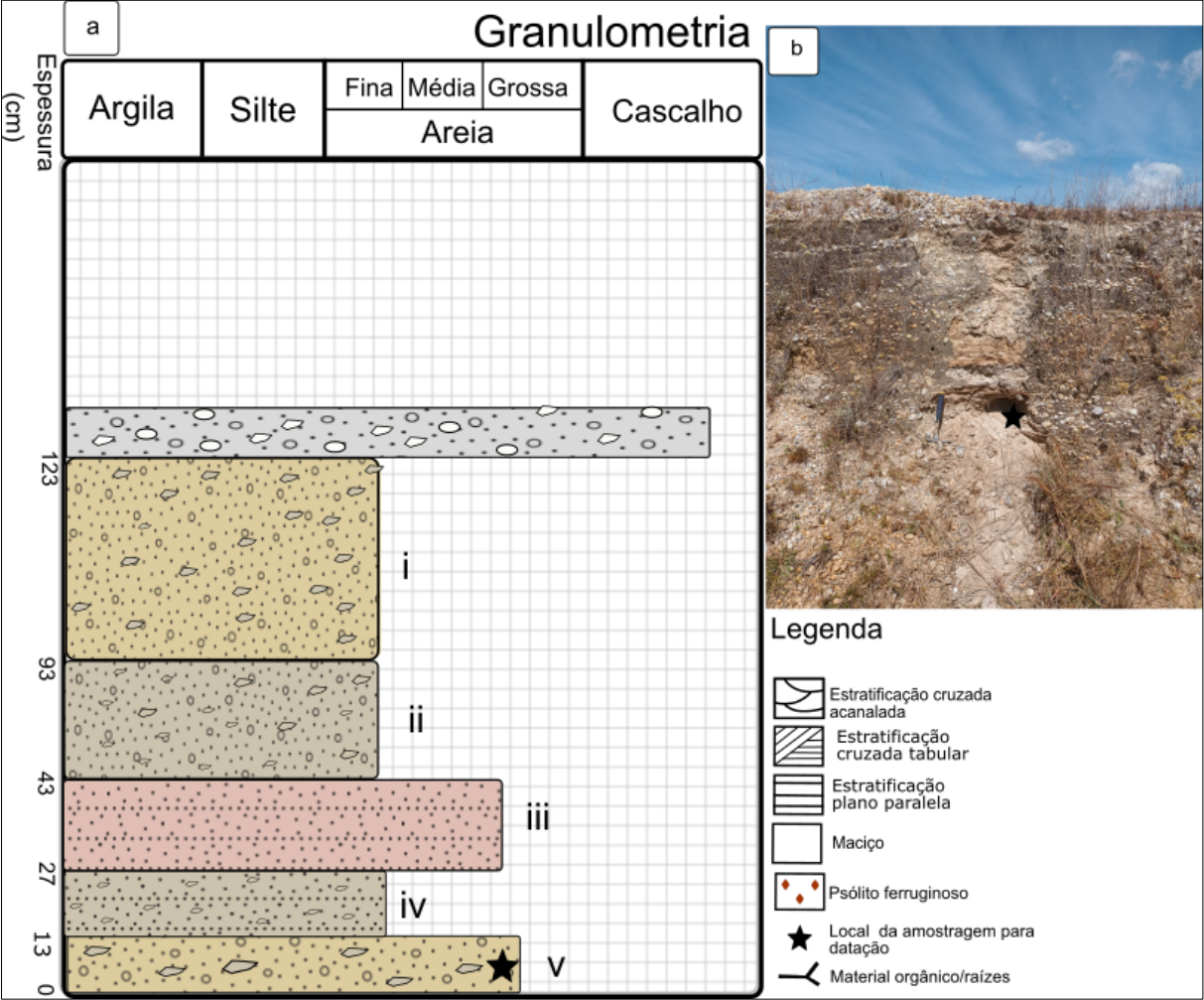
Figura 21 - Perfil-estratigráfico do Dt02. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito para a margem direita do ribeirão Datas, baixo curso, confluência com o Ribeirão Chiqueiro.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

O perfil estratigráfico do Dt03 (Figura 22) encontra-se na margem direita, com espessura total de 1,23 m. A sucessão de fácies consiste em (da base para o topo): (v) areia grossa bruno-amarelada, maciça, misturada com seixos sub-angulares, que variam de 3 a 6 cm de comprimento - 13 cm de espessura; transição abrupta para (iv) areia fina e clara a acinzentada, com estratificação plano-paralela e presença de clastos sub-angulares, com tamanhos que variam de 0,5 cm a 1 cm - 14 cm de espessura; transição abrupta para (iii) areia grossa, avermelhada, com estrutura plano-paralela - 16 cm de espessura; transição difusa para (ii) areia fina, acinzentada, maciça, com clastos sub-angulares de 2 a 3 cm - 22 cm de espessura; transição difusa para (i) areia fina, amarelada e maciço com presença de clastos sub-angulares de 2 a 3 cm - 66 cm de espessura. No topo do perfil há um empilhamento de cascalho, sub-angulares a arredondado e com tamanhos variados.

Figura 22 - Perfil-estratigráfico do Dt03. a) perfil estratigráfico b) vista geral do perfil descrito.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A Figura 23a apresenta o contexto ambiental em que o perfil está localizado, no qual destacam-se diversos empilhamentos de seixos de quartzo, variando de sub-angulares a arredondados e que se encontram distribuídos por toda a superfície da cata. No ponto em que foi realizada a descrição do perfil Dt03, foi encontrado um material residual oriundo, provavelmente, de equipamento de garimpo (Figura 23b), parcialmente soterrado e próximo à superfície.

Figura 23 - Vista geral do ponto Dt03. a) vista geral do terraço fluvial na margem direita do baixo curso do ribeirão Datas, b) Vestígio de equipamento encrustado em subsuperfície na mesma sessão estratigráfica do Dt03.

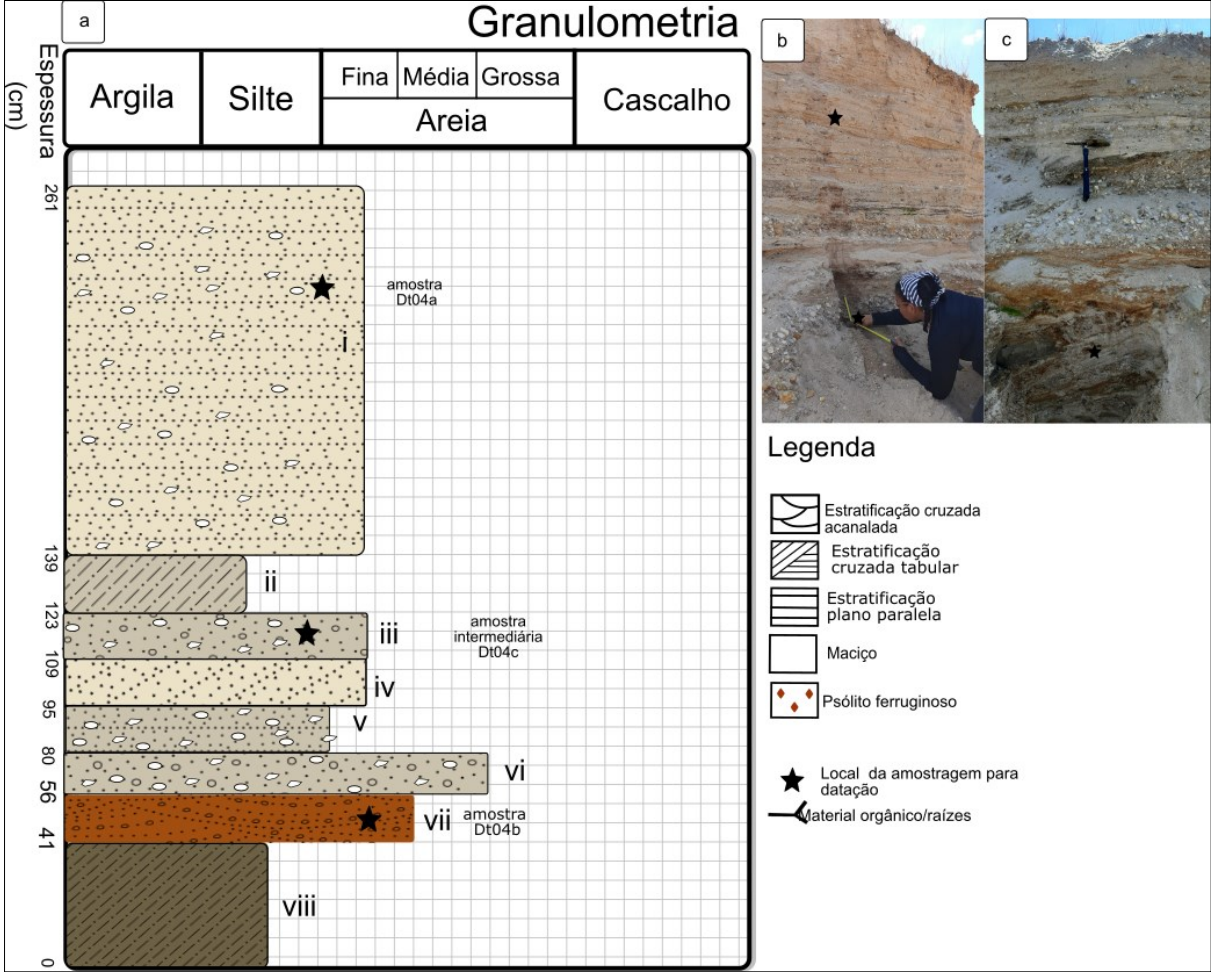


Foto: Alessandra Abreu.

O Perfil-estratigráfico do Dt04 (Figura 24) encontra-se na margem direita (erosiva) do curso d'água (Figura 25), e apresenta um total de 198 cm de espessura. A sucessão de fácies se estrutura da seguinte forma (da base para o topo): (viii) material arenoso, escuro, com estratificação cruzada-tabular e intercalações silto-arenosas – contato com a lâmina d'água, 41 cm de espessura; transição abrupta para (vii) areia média, bruno-avermelhada, com estratificação cruzada-acanalada e presença de seixos sub-angulares - 15 cm de espessura; transição abrupta para (vi) areia grossa, clara, maciça, com grânulos sub-angulares arredondados - 24 cm de espessura; (v) areia média, acinzentada, com estratificação plano-paralela e com seixos sub-angulares - 15 cm de espessura; transição difusa para (iv) areia fina, clara a bruno-acinzentada, com estratificação cruzada-tabular - 14 cm de espessura; (iii) areia média, maciça, com seixos sub-angulares de 3 a 8 cm - 14 cm de espessura; transição difusa para (ii) material com intercalações de areia fina e silte, com cores escuras e estratificação cruzada-tabular - 16 cm de espessura; transição abrupta para (i) areia fina com estratificação

plano-paralela e com seixos de quartzo com 4 a 6 cm, sub-angulares a arredondados - 122 cm de espessura.

Figura 24 - Perfil-estratigráfico do perfil Dt04a/b/c. a) perfil estratigráfico b) Fácies Dt04a c) Fácies Dt04b e Dt04c.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

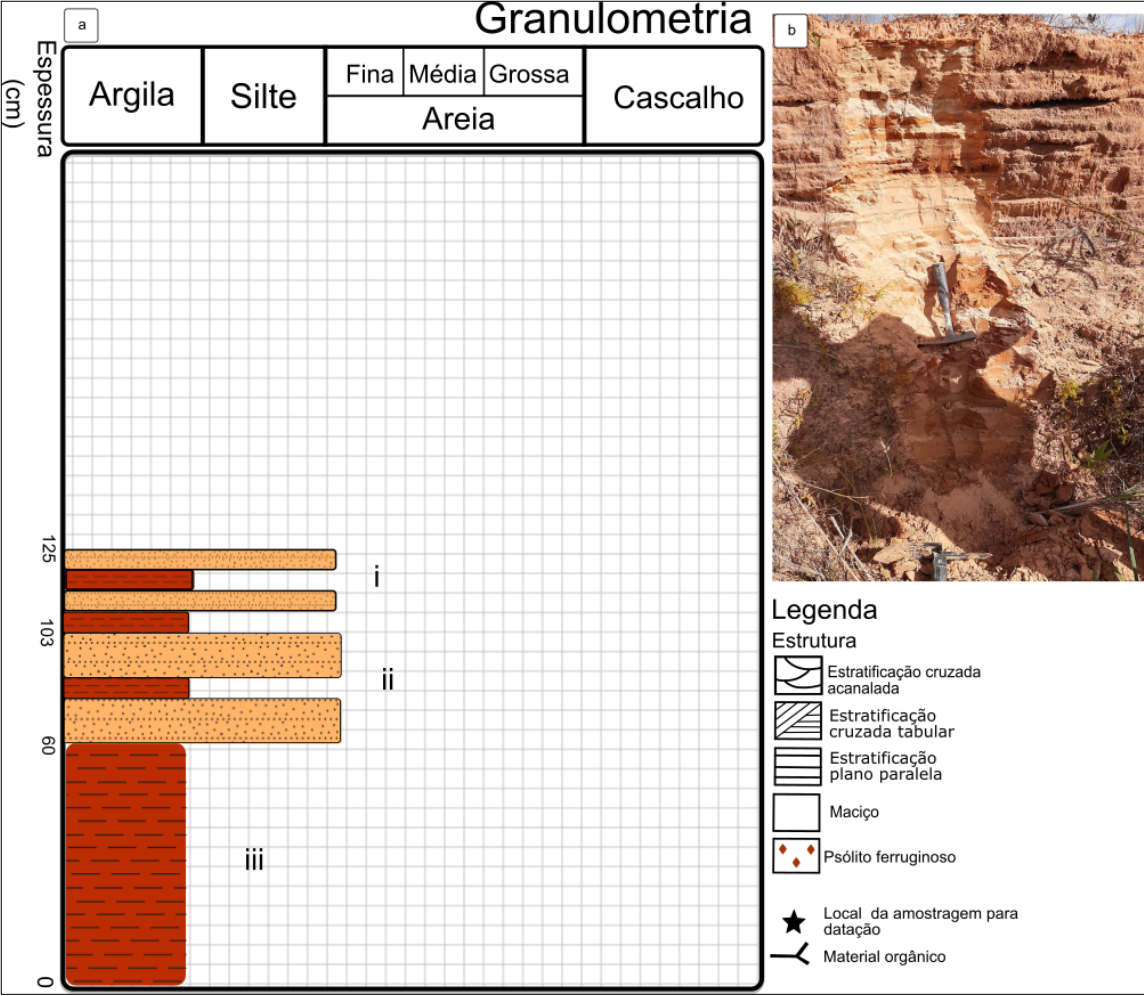
Figura 25 – Vista geral do Perfil Dt04a/b/c na margem direita erosiva e no baixo curso do Ribeirão Datas.



Foto: Alessandra Abreu

O Perfil Dt05 (Figura 26) está localizado na margem esquerda do Ribeirão, em contexto de vertente e próximo ao perímetro urbano de Datas (Figura 27). O local está próximo a uma frente minerária conhecida como “lavra dos Ingleses”. O perfil apresenta 1,24 m de espessura e nele foram descritas as seguintes fácies (da base para o topo): (iii) material argiloso, avermelhado e maciço, com 60 cm de espessura; (ii) intercalações sucessivas de areia fina e clara e argila bruno-avermelhada, apresentando estratificação plano-paralela - 43 cm de espessura; (i) intercalações sucessivas de material arenoso, fino, avermelhado e com estratificação plano-paralela com material argiloso, avermelhado e material arenoso fino e claro e com estratificação plano-paralela - 21 cm.

Figura 26 - Perfil estratigráfico do Dt05. a) perfil estratigráfico b) vista geral da fácies Dt05.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

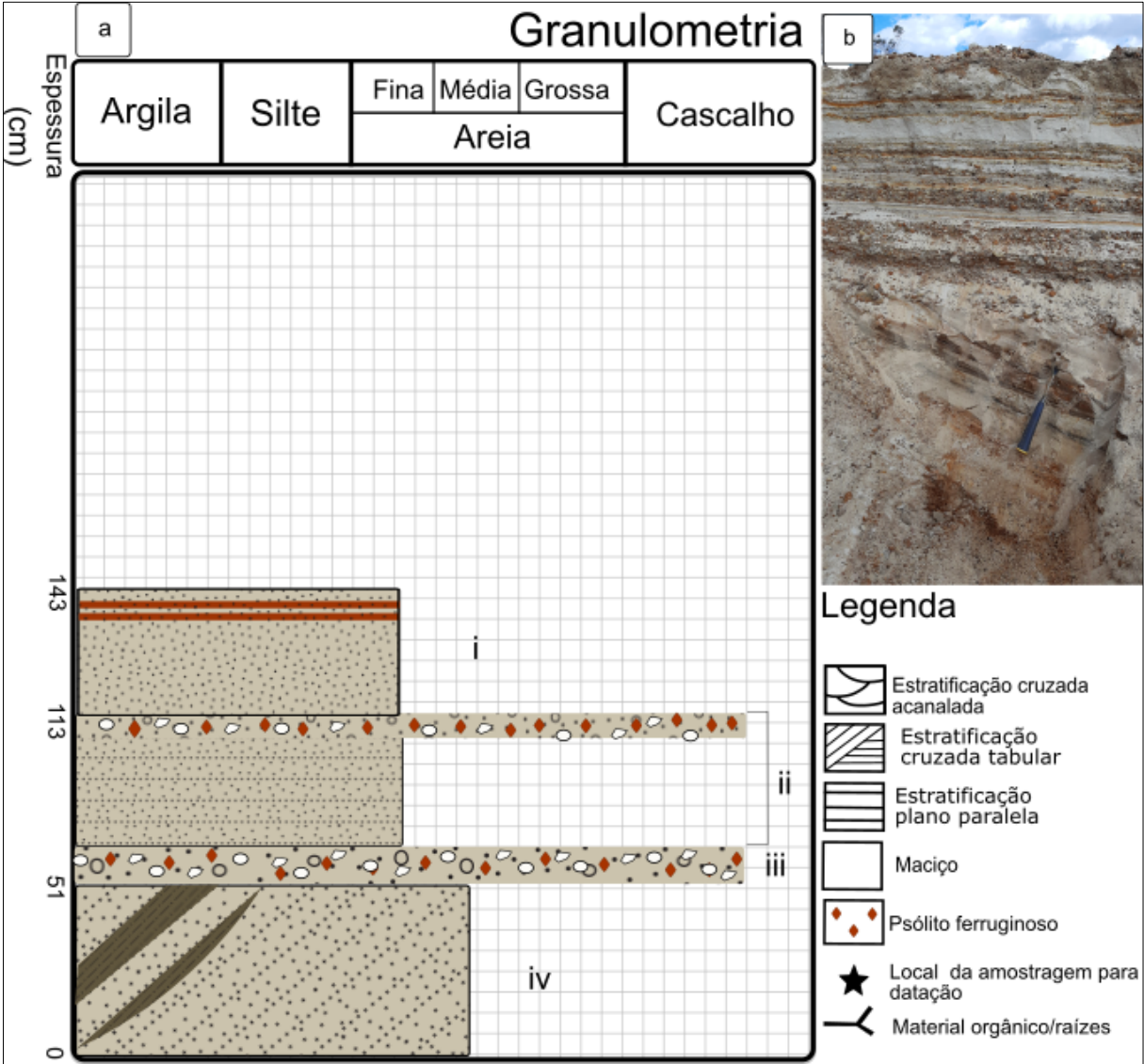
Figura 27 - Contexto do perfil Dt05- Encosta e à jusante de uma frente de lavra.



Foto: Alessandra Abreu

Em contexto de fundo de vale (Figura 29), na margem esquerda, o perfil Dt06 possui as seguintes fácies, da base para o topo (Figura 28): (iv) material arenoso, acinzentado e com estratificação cruzada-tabular, interposto por material silto-arenoso escuro - 51 cm de espessura; transição abrupta para (iii) cascalho e psólitos ferruginosos, transição abrupta para; (ii) areia fina e clara, com estratificação plano-paralela e interposta por linhas de grânulos de quartzo e pisólitos ferruginosos ($> 2\text{cm}$) - 62 cm de espessura; transição abrupta para (i) areia fina, clara, com estratificação plano-paralelo e interposta por lâminas de areia fina e avermelhada - 30 cm de espessura.

Figura 28 - Perfil-estratigráfico o Dt06. a) Perfil estratigráfico b) vista geral da fácies Dt06.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Figura 29 - Vista geral do Dt06 - Margem deposicional esquerda no médio-alto curso.



Foto: Luiz Barros.

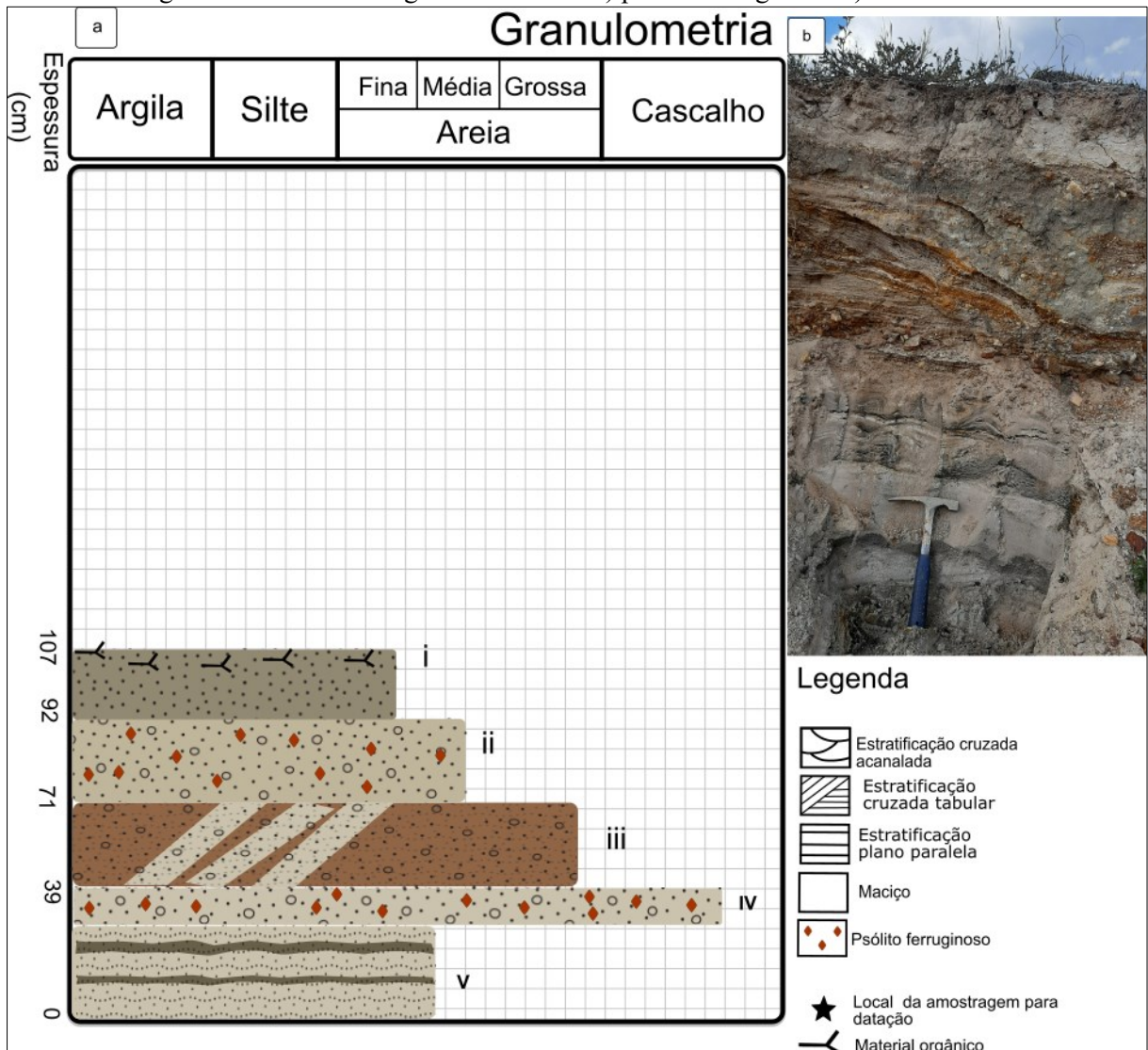
Na margem direita, oposta ao ponto anterior (Figura 30), o perfil Dt07 (Figura 31) apresenta espessura total de 107 cm e as seguintes fácies (da base para o topo): (v) areia média bruno-acinzentada, com estratificação plano-paralela - 39 cm de espessura; transição abrupta para (iv) cascalho, sub-angulares com plintita e areia grossa, bruno acinzentada; transição abrupta para (iii) areia grossa, avermelhada, com estratificação cruzada-tabular e seixos sub-angulares (< 5 cm) - 32 cm de espessura; transição abrupta para (ii) areia média, acinzentada, com estratificação plano-paralela e interposta por linhas de grânulos sub-angulares de quartzo e plintita (< 3 cm) - 21 cm de espessura; (i) areia fina, acinzentada, maciça, com a presença de raízes - 15 cm de espessura.

Figura 30 - Margem deposicional direita, no médio-alto curso – Dt07.



Foto: Alessandra Abreu.

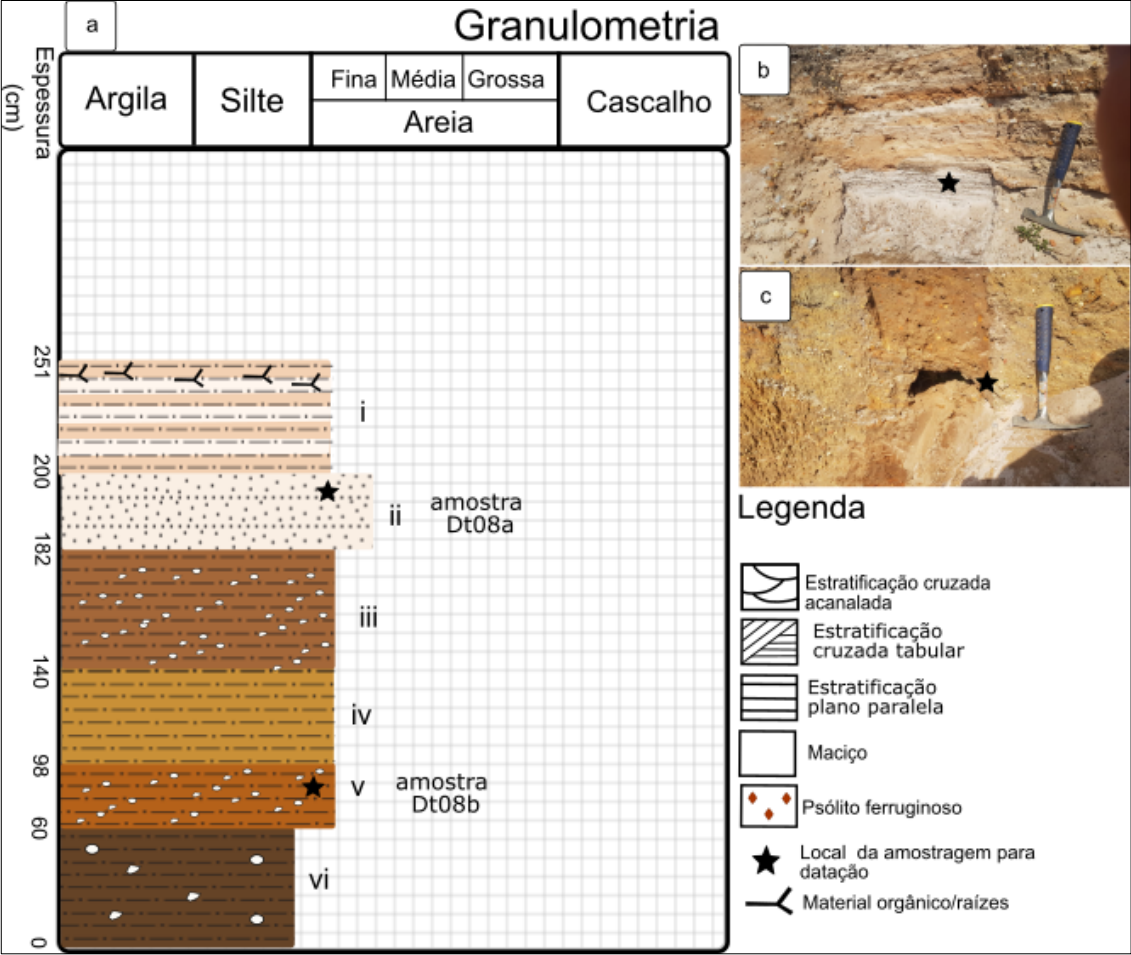
Figura 31 - Perfil-estratigráfico do Dt07. a) perfil estratigráfico b) Fácies Dt07.



Fonte: Elaborado pela autora.

O perfil Dt08 (Figura 32) apresenta a seguinte sucessão de fácies (Figura 33): (vi) material silto-arenoso, amarelado, maciço, com seixos sub-angulares a arredondados - 60 cm de espessura; transição abrupta para (v) material silto-arenoso, avermelhado, maciço, com clastos (>1 cm) sub-angulares a arredondados - 38 cm de espessura; transição abrupta para (iv) areia fina, bruno-amarelada, maciça, com clastos (>1 cm) sub-angulares a arredondados - 42 cm de espessura; transição difusa para (iii) areia fina, escura, maciça, com acumulação orgânica e presença de seixos sub-angulares a arredondados - 42 cm de espessura; transição abrupta para (ii) areia fina, bruno-acinzentada, com estratificação plano-paralela - 19 cm de espessura; transição abrupta para (i) areia fina, clara, maciça, com presença de raízes e clastos de quartzo (≤ 1 cm) sub-angulares a arredondados - 51 cm de espessura.

Figura 32 – Ambiente de coleta das amostras Dt08a/b - Alto curso do Ribeirão Datas. a) Esquema do Perfil estratigráfico b) fácies e local de amostragem Dt08a. c) fácies e local de amostragem Dt08b.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Figura 33 – Contexto do perfil estratigráfico do Dt08.



Foto: Alessandra Abreu.

5.2. Idades obtidas para sedimentos de fundo de vale do Ribeirão Datas

As idades foram obtidas a partir dos Perfis: Dt01, Dt02, Dt03 e Dt04, no baixo curso, e Dt08, no alto curso. A localização e a descrição desses depósitos foram apresentadas na seção anterior (5.1). Quanto à amostragem, as coletas foram realizadas em diferentes profundidades, considerando o tipo de material da fácies e sua acessibilidade e a existência de descontinuidades no perfil sedimentar.

No baixo curso, a amostra Dt01 foi coletada a 150 cm de profundidade, o que correspondente à fácies v; a Dt02 foi coletada a 61 cm de profundidade, na fácies iii; e a Dt03 a 123 cm, na fácies v. As amostras Dt04a/b/c foram coletadas três amostras em profundidades diferentes, tendo em vista a observação de discordância erosiva e a espessura total do depósito. As amostras foram assim identificadas: Dt04b a mais profunda, a Dt04c a intermediária e Dt04a a mais próxima da superfície (a sequência a-b-c diz respeito apenas à ordem de coleta em campo e não à profundidade).

No alto curso, no perfil Dt08 ocorreram duas coletas, também a diferentes níveis de profundidade. Na porção superior, a amostragem da Dt08a ocorreu a 50 cm, correspondente à fácies ii; e, na porção mais profunda, a amostragem da Dt08b ocorreu a 136 cm de profundidade, correspondente à fácies v.

Os resultados de cada amostra são apresentados na Tabela 1. Um dos principais parâmetros que sinalizam se os grãos foram “zerados” é o *overdispersion* (Tabela 1). Os resultados obtidos estão abaixo de 20%, o que seria um sinal de que os grãos foram bem zerados (MAHAN, *et al.*, 2023). No entanto, deve-se ressaltar que, embora os depósitos amostrados se situem em ambientes com marcante alteração antrópica, percebe-se que a maioria das amostras apresentou idade acima do que consta no histórico de ocupação da região, conforme será discutido no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 1 – Resultados da datação das amostras de depósitos fluviais por LOE.

Nº Amostra	Profundidade (cm)	Urânio (U) (ppm)	Tório (Th) (ppm)	Potássio (K) (%)	Taxa Dose Anual (Gy/ano)	Paleodose acumulada De (Gy)	Overdispersion (%)	Idade (anos)
Dt02	61	$2,642 \pm 0,16$	$8,12 \pm 0,34$	$1,38 \pm 0,07$	2.710 ± 90	0,4	11 ± 3	145 ± 10
Dt01	150	$5,347 \pm 0,287$	$14,75 \pm 0,55$	$1,87 \pm 0,09$	4.230 ± 120	1,7	20 ± 4	400 ± 30
Dt03	123	$4,856 \pm 0,25$	$16,9 \pm 0,59$	$1,46 \pm 0,07$	3.960 ± 110	8,0	14 ± 3	2.000 ± 125
Dt04a	40	$3,698 \pm 0,205$	$12,17 \pm 0,46$	$1,1 \pm 0,07$	3.010 ± 100	2,8	16 ± 3	950 ± 65
Dt04b	118	$8,304 \pm 0,418$	$25,11 \pm 0,87$	$1,87 \pm 0,08$	4.710 ± 140	8,4	10 ± 2	1.780 ± 105
Dt04c	190	$3,005 \pm 0,187$	$9,44 \pm 0,39$	$1,36 \pm 0,08$	2.830 ± 100	6,8	15 ± 3	2.390 ± 165
Dt08a	50	$0,80 \pm 0,091$	$2,12 \pm 0,17$	$0,19 \pm 0,06$	740 ± 60	2,9	10 ± 2	4.000 ± 405
Dt08b	136	$0,622 \pm 0,096$	$3,88 \pm 0,23$	$0,22 \pm 0,07$	800 ± 70	13,0	_____	16.260 ± 1.600

Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

5.3. Compartimentos morfotecnogênicos

Neste capítulo são abordados e descritos os tipos de feições morfotecnogênicas, bem como a sua compartimentação no fundo de vale e encostas. A Figura 34 apresenta de forma geral a distribuição espacial desses elementos e suas classes, tendo como base as “Diretrizes para Classificação de Formas de Relevo Tecnogênico”, propostas por Moura *et al.* (2023).

A partir dessas diretrizes, foram levantadas morfologias com alteração antrópica direta (Tecnoformas), as formas indiretas ou induzidas (Geotecnoformas) e o revolvimento de materiais no próprio terreno (Corrugações Tecnogênicas – *in situ*). As ações diretas consistem na acumulação (Tecnoformas de Acumulação), desenvolvendo “Elevações” ou “Formas de Agradação”, como empilhamentos de cascalhos e areia, misturados com resíduos de lixo e de construção e material terroso e; na retirada de materiais, desenvolvendo feições erosivas ou de degradação (Tecnoformas Escavadas) expressas como cicatrizes, como lagoas artificiais, cavas e cortes em talude.

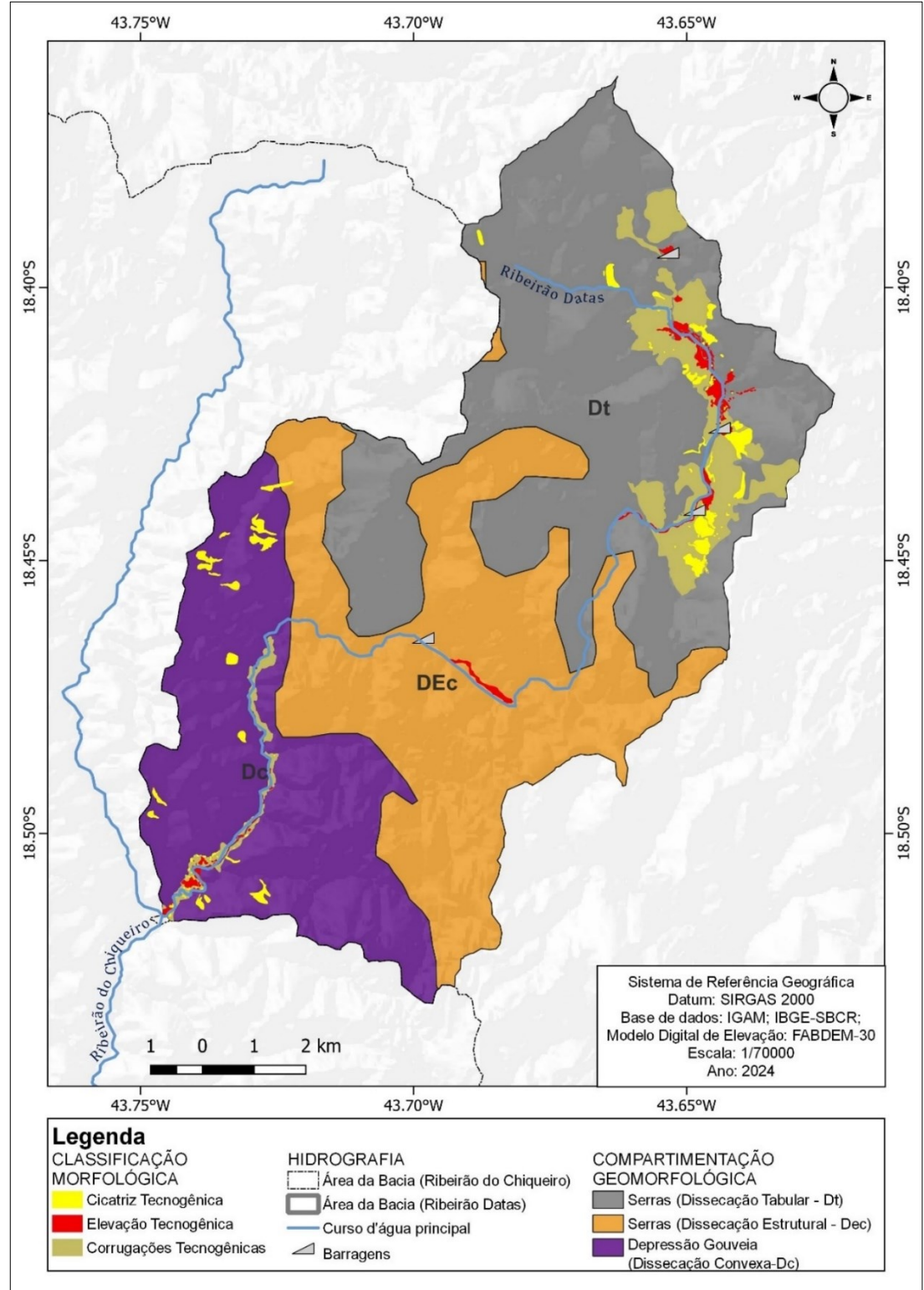
Foram consideradas Geotecnoformas de Deposição feições com certo grau de conservação, ainda que inseridas em ambiente de intervenção antrópica, como terraços, planícies e formas deposicionais em leito, como barras de canal. As Geotecnoformas de Denudação são consideradas feições erosivas, como voçorocas, ravinamentos e sulcos de erosão.

Foi considerado como Corrugação Tecnogênica o terreno que passou por processo de revolvimento e redistribuição do material *in situ*, implicando em uma alteração na sua topografia. Essas feições estão presentes no alto, médio-alto e no baixo curso, distribuindo-se de uma forma geral, tanto na área de fundo de vale quanto na encosta. Em ambos os trechos investigados, essa morfologia engloba as áreas que foram catas de garimpo a céu aberto, assim, circundando em sua maioria as feições tecnogênicas abordadas ao longo do subcapítulo. Constatou-se também que as áreas com terrenos corrugados se concentram no alto curso, englobando não só o fundo de vale, mas uma parte do contexto de encosta em ambas as margens.

Essas interpretações foram construídas sobre a base de Compartimentação Geomorfológica (Figura 34) e o Modelo Digital de Elevação (Figura 35) para observar primariamente a extensão das feições tecnogênicas no relevo. Dessa forma, observou-se que as feições morfotecnogênicas são distintas e englobam fundo de vale e encostas (Figura 34). No baixo curso, a maior parte da morfotecnogênese está limitada ao fundo de vale, em altitudes abaixo de 1.000 m. No alto curso, a morfotecnogênese ocorre em altitudes acima de 1.050 m,

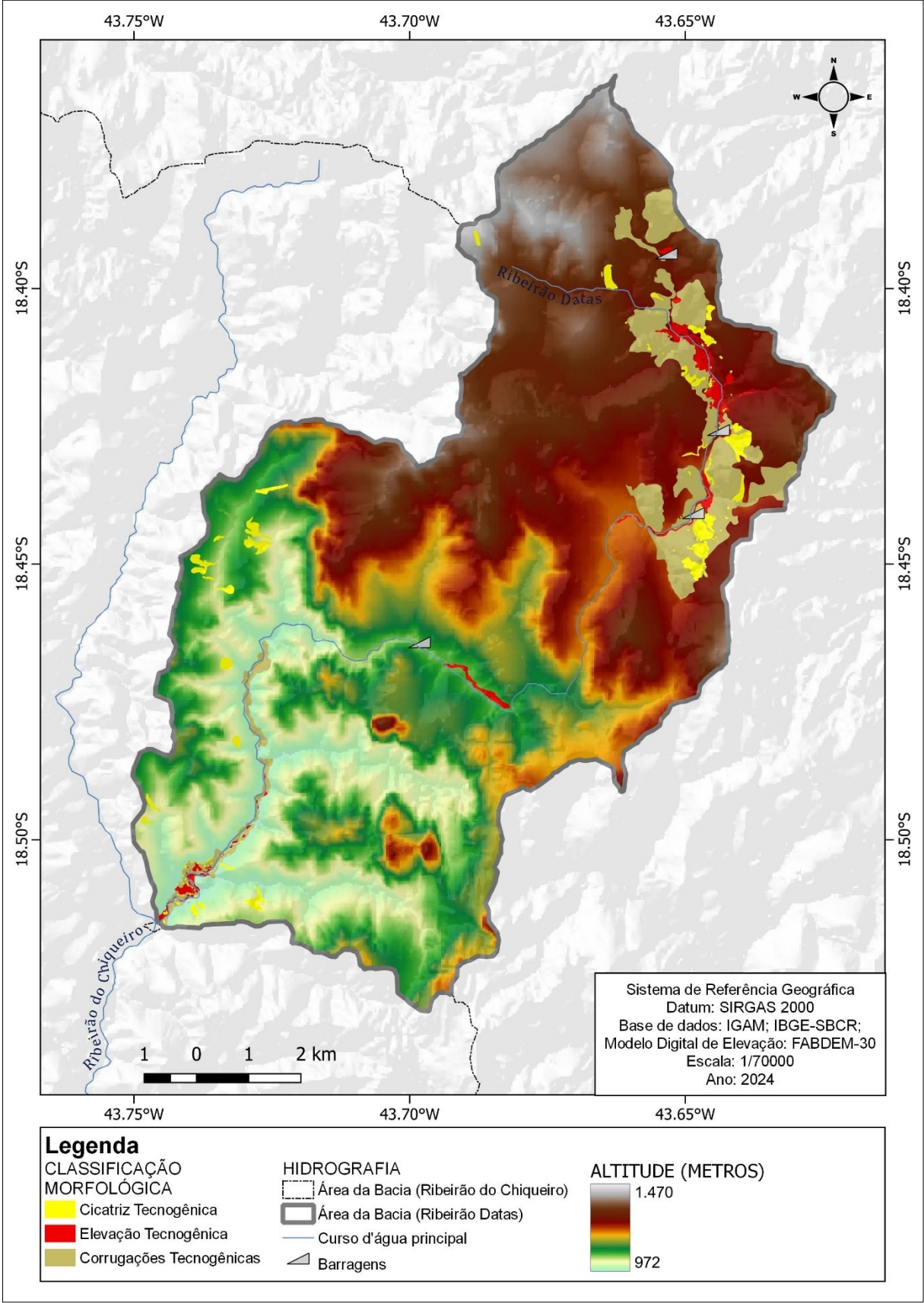
estendendo-se para o contexto de encosta. Em relação à compartimentação do relevo original, a morfotecnogênese ocorre em maior expressão nas superfícies convexas da Depressão de Gouveia, no baixo curso, e nas superfícies tabulares da Serra do Espinhaço, no alto curso, sendo este o local com mais classes de terrenos tecnogênicos identificados. As mencionadas categorias estão inseridas na Figura 34 e na Figura 35.

Figura 34 – Categorias de terrenos tecnogênicos e compartimentação geomorfológica original.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Figura 35 - Categoria de terrenos tecnogênicos em MDE.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

No baixo curso, próximo à confluência com o ribeirão Chiqueiro, no qual se encontram os Perfis Dt01 e Dt02, observaram-se extensas formas de tecnoturbação ao longo do terraço, estruturado em montículos de sedimentos finos, cascalheiras de seixo angulares e de materiais indiferenciados. Próximo à margem, há lagoas artificiais, classificadas como Tecnoformas de Escavação (Figura 36).

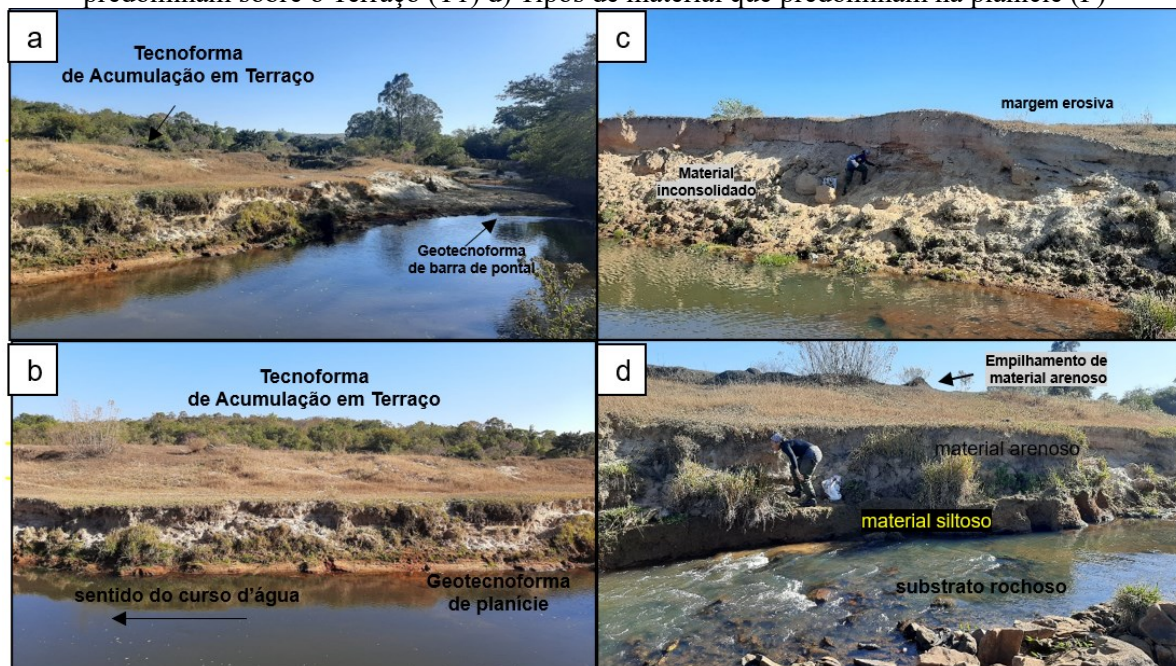
Figura 36 - Tecnoforma de Escavação de lagoa artificial, margem esquerda



Foto: Alessandra Abreu.

Feições de agradação ou de superposição ocorrem em toda a seção (Figura 36). No terraço (T1) foi identificada Tecnoforma de Acumulação, pelo aspecto de revolvimento direto dos sedimentos, indicados por seu empilhamento (Figura 37ab). A planície (P) está enquadrada como Geotecnoforma de Deposição, por apresentar topografia suavizada e rebaixada, e organização e conservação dos estratos e dos depósitos (Figura 37b, c, d).

Figura 37 - Tecnoformas e depósitos tecnogênicos no fundo do vale do ribeirão Datas a) Tecnoforma de acumulação em terraço; b) margem direita com Elevações Tecnogênicas; c) Tipos de material que predominam sobre o Terraço (T1) d) Tipos de material que predominam na planície (P)

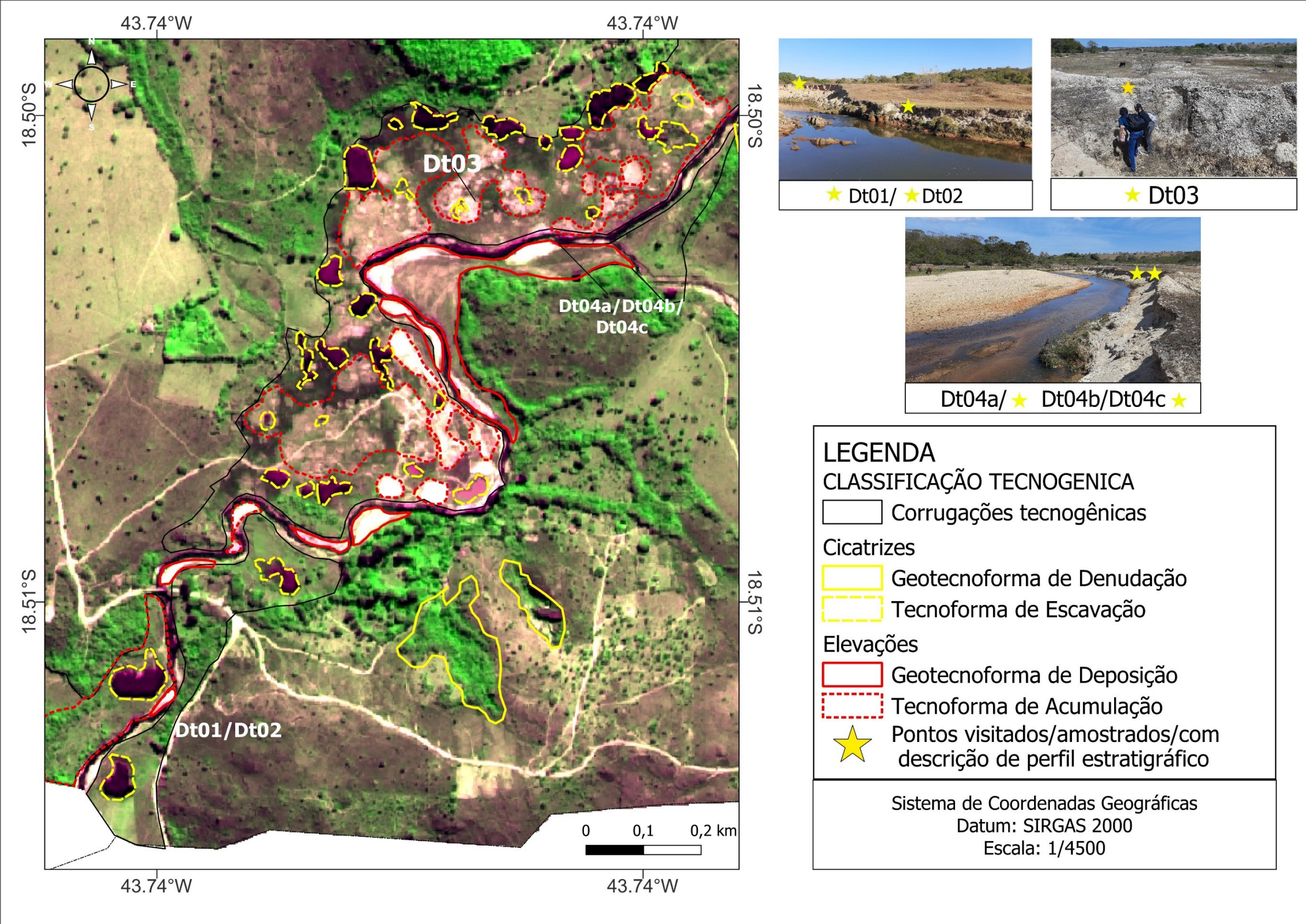


Fotos: Luiz Barros.

As Tecnoformas de Acumulação, que englobam o terraço (T1) e a Planície (P) consistem nos empilhamentos de sedimentos finos, de seixos de pequenas dimensões (menores ou igual a 3 cm) a seixos de grandes dimensões (em média 6 cm) sub-angulares. Em boa parte do terraço, essas feições estão cobertas por vegetação arbustiva. Próximo à margem do canal, esses empilhamentos estão sobrepostos nas Tecnoformas de Acumulação e organizados em forma de montículos isolados (Figura 37d); estes recaem aos materiais grossos ou como conjuntos de morrotes de materiais finos, topos arredondados e recobertos por gramíneas.

Na área dos perfis Dt01 e Dt02, as classes que se sobressaem no mapeamento (Figura 38) são as Tecnoformas de escavação, como as lagoas artificiais, e as Geotecnoformas de Desnudação, como as voçorocas na margem esquerda. As morfologias Tecnogênicas de Acumulação, como os empilhamentos, e de Geotecnoformas de Deposição, como as barras arenosas, não se destacam totalmente no mapeamento.

Figura 38 - Feições tecnogênicas no baixo curso do ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Sobre o T1, à montante do Dt02, na margem direita, a morfologia correspondente a Tecnoforma de Acumulação consiste em empilhamento de forma isolada, conforme mostrado na Figura 39. O material é constituído pela mistura de areia e cascalho rolado, de dimensões variadas, proveniente do próprio nível deposicional, logo, revolvimento *in situ*. Quanto às Geotecnoformas de Acumulação, consistem nas morfologias conservadas de planície (P) e de leito aluvionar. Na morfologia escavada, há uma lagoa artificial sobre o terraço (T1).

Figura 39 - Tecnoformas de Acumulação dispostas na margem esquerda no baixo curso. a) Tecnoforma de Acumulação de cascalhos misturados com material arenoso; b) Empilhamento de cascalhos sobre rocha granítica do Complexo Gouveia.



Fotos: Alessandra Abreu.

A 2,3 km à montante do referido ponto, as Tecnoformas de Acumulação são mais expressivas e consistem em conjuntos de pilhas de cascalhos angulares, distribuídos nas bordas das catas secas, formando empilhamentos concêntricos agrupados ou espalhados. É possível

observar o acúmulo de cascalho ao redor da cata e em seu interior. Nesse ponto, foram observadas ferramentas típicas de garimpo artesanal, como peneira e enxada (Figura 40).

Figura 40 - Ferramentas típicas de garimpo artesanal próximo a borda da cava seca.

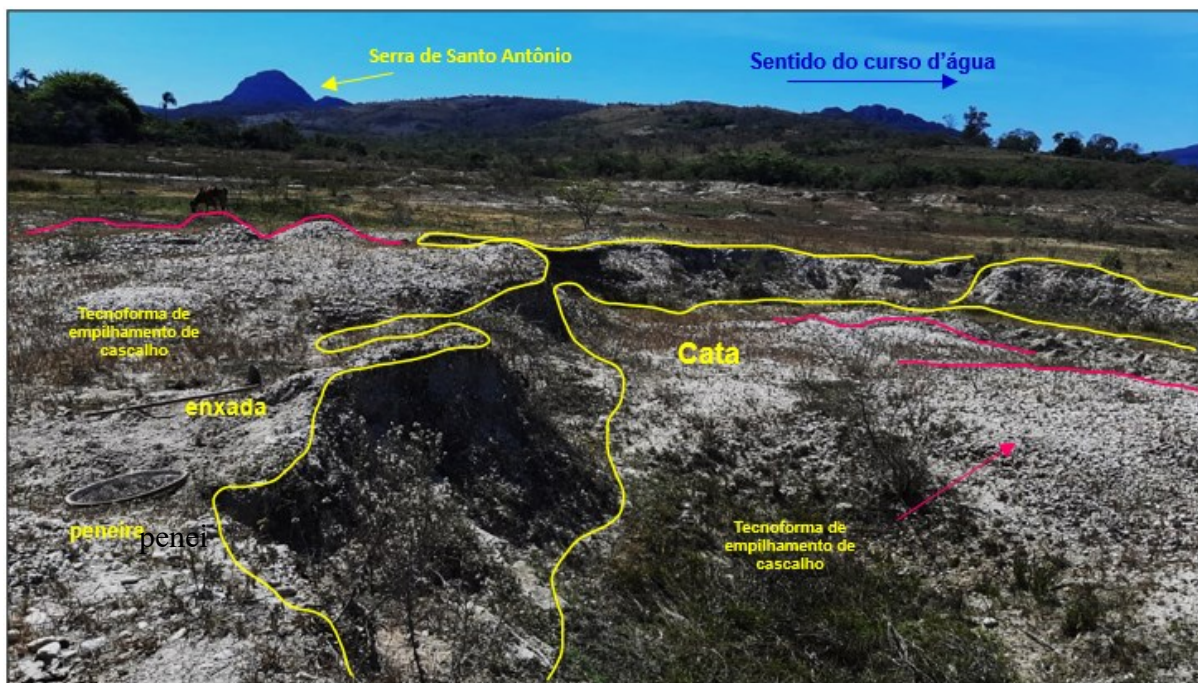
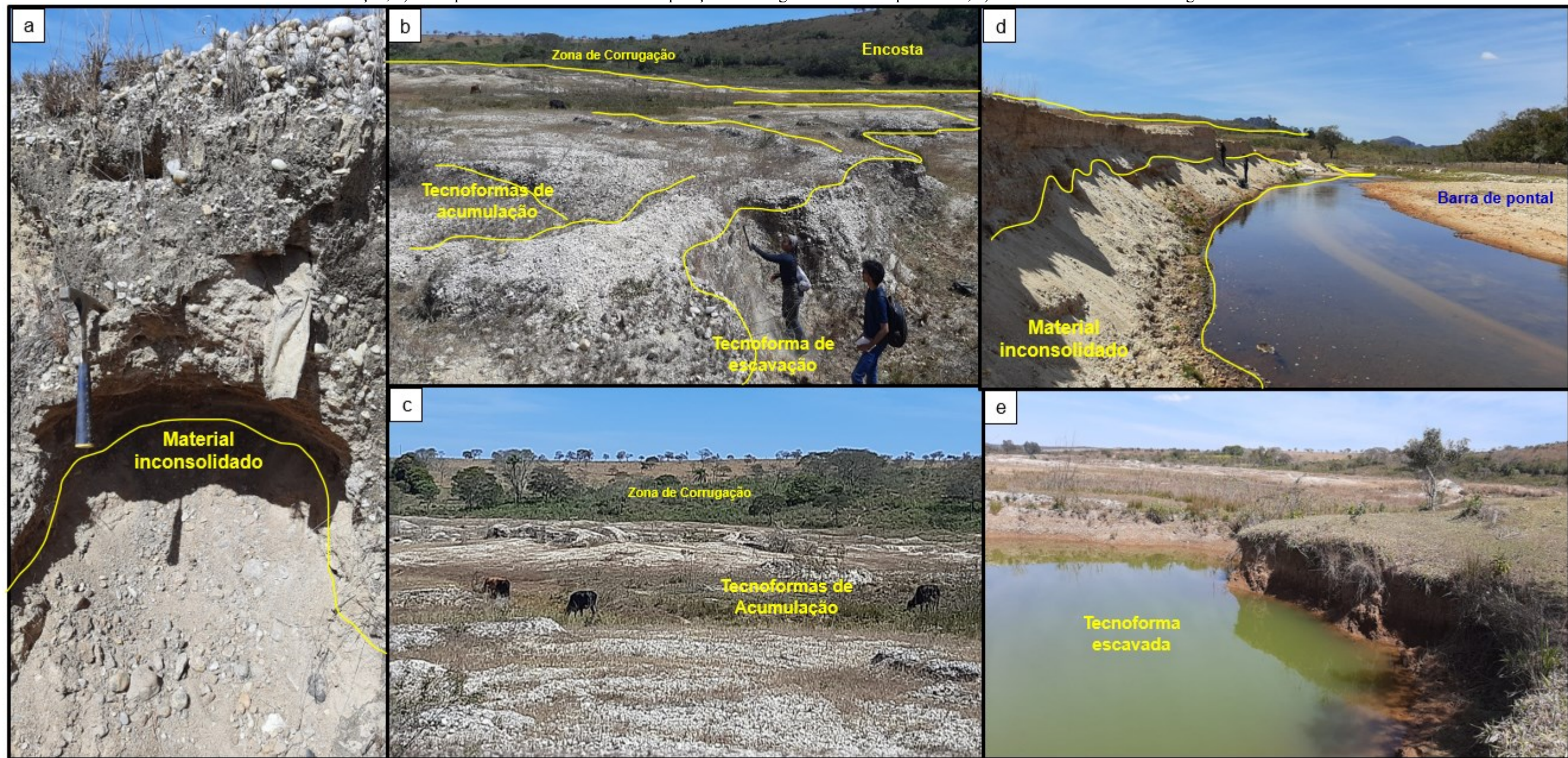


Foto: Alessandra Abreu

Nos perfis Dt03 e Dt04 foram observadas também essas mesmas Tecnoformas, porém com o processo de turbação intensificado e representado pela superfície acidentada, com materiais friáveis e clastos desorganizados em subsuperfície (Figura 38 e Figura 41). Quanto às Tecnoformas de escavação, elas assumem formas de catas secas e lagoas artificiais inundadas que se expressam sobre o terraço (T1) até a área de contato com níveis topográficos superiores (Figura 38). Em suma, essas Tecnoformas configuram a área de Corrugação Tecnogênica, por considerar que a alteração topográfica é resultante do remanejamento desses materiais no mesmo local, formando superfícies irregulares ou mais suavizadas.

As Geotecnoformas são menos expressivas nesse ponto, ficando restritas ao leito e à planície (P) na margem esquerda (Figura 41d). A barra de pontal que se destaca (Figura 41d) nesse trecho possui materiais arenosos com cascalho misturado, composição semelhante ao que é encontrado na Tecnoforma de Acumulação.

Figura 41 - 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 em margem erosiva e deposicional; e) Tecnoforma Escavada de lagoa artificial.

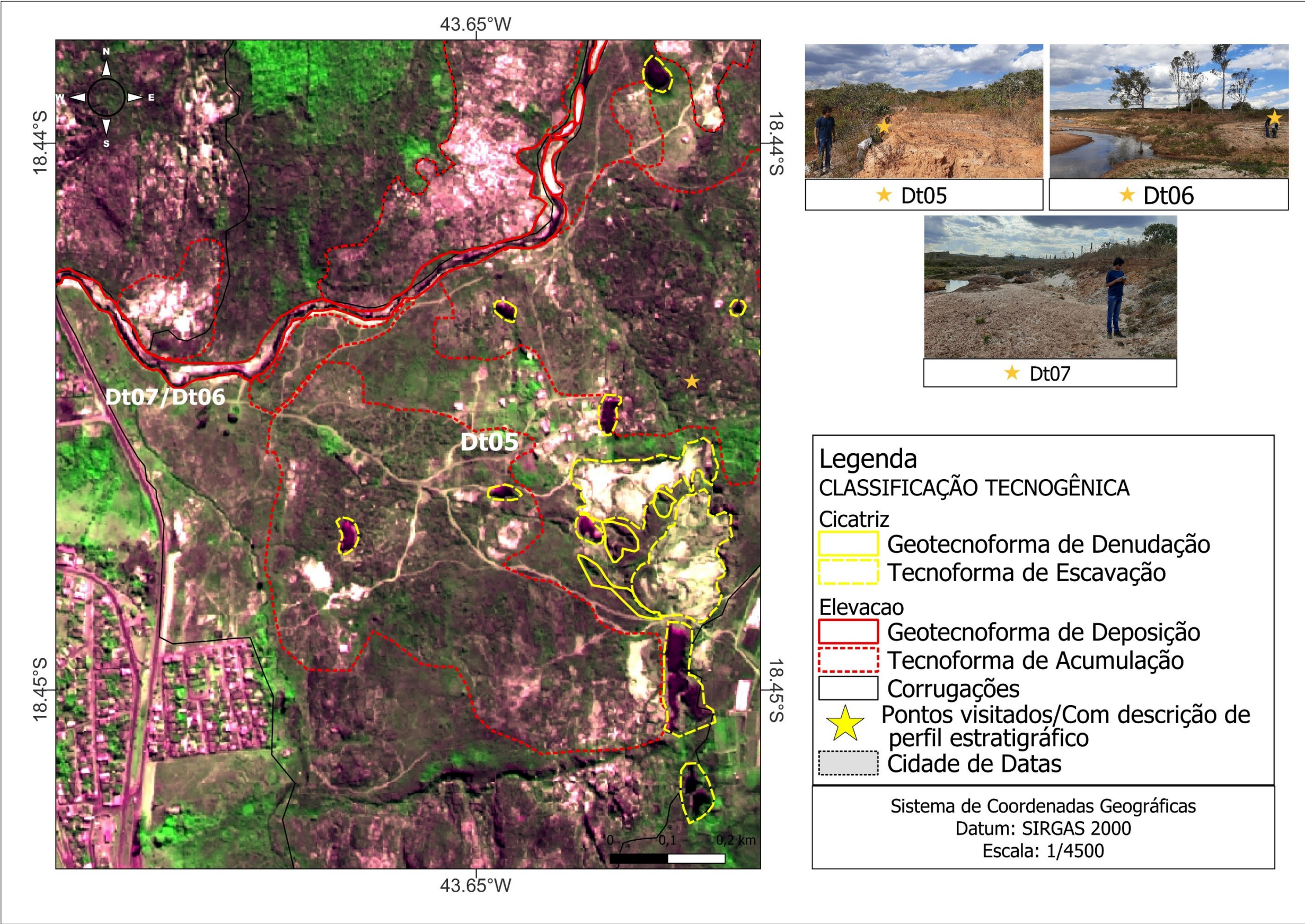


Fotos: Alessandra Abreu e Luiz Barros.

No médio curso, no município de Datas, foi constatado um contexto morfotecnogênico diferente em comparação ao que foi observado no baixo curso, considerando a proximidade dos pontos visitados com a zona urbana e a presença de atividades agrícolas. Na Figura 26 são apresentados os tipos de morfologias tecnogênicas no médio curso, onde as áreas de corrugação englobam as elevações e cicatrizes mapeadas. As feições mais expressivas são as Tecnoformas de Escavação, distribuindo-se pela encosta, correspondendo a lagoas artificiais e cortes em taludes. Junto a estas feições foram observadas voçorocas de grandes dimensões, como Geotecnoformas de Denudação.

No fundo de vale e no contexto de vertente há a presença de Tecnoformas de Acumulação, em sua maioria recobertas por vegetação arbórea, outras expostas, estruturando-se como montículos irregulares. As Geotecnoformas como a planície (P) não se mostram de forma expressiva no mapeamento, assim como as deposições no leito do rio (embora o sejam em campo), como as barras laterais e de pontal. Constatou-se também que há uma pequena barragem a montante (Figura 42), que implicou na retenção de sedimentos.

Figura 42 - Localização das feições tecnogênicas e suas Tecnoformas no alto curso do ribeirão Datas.

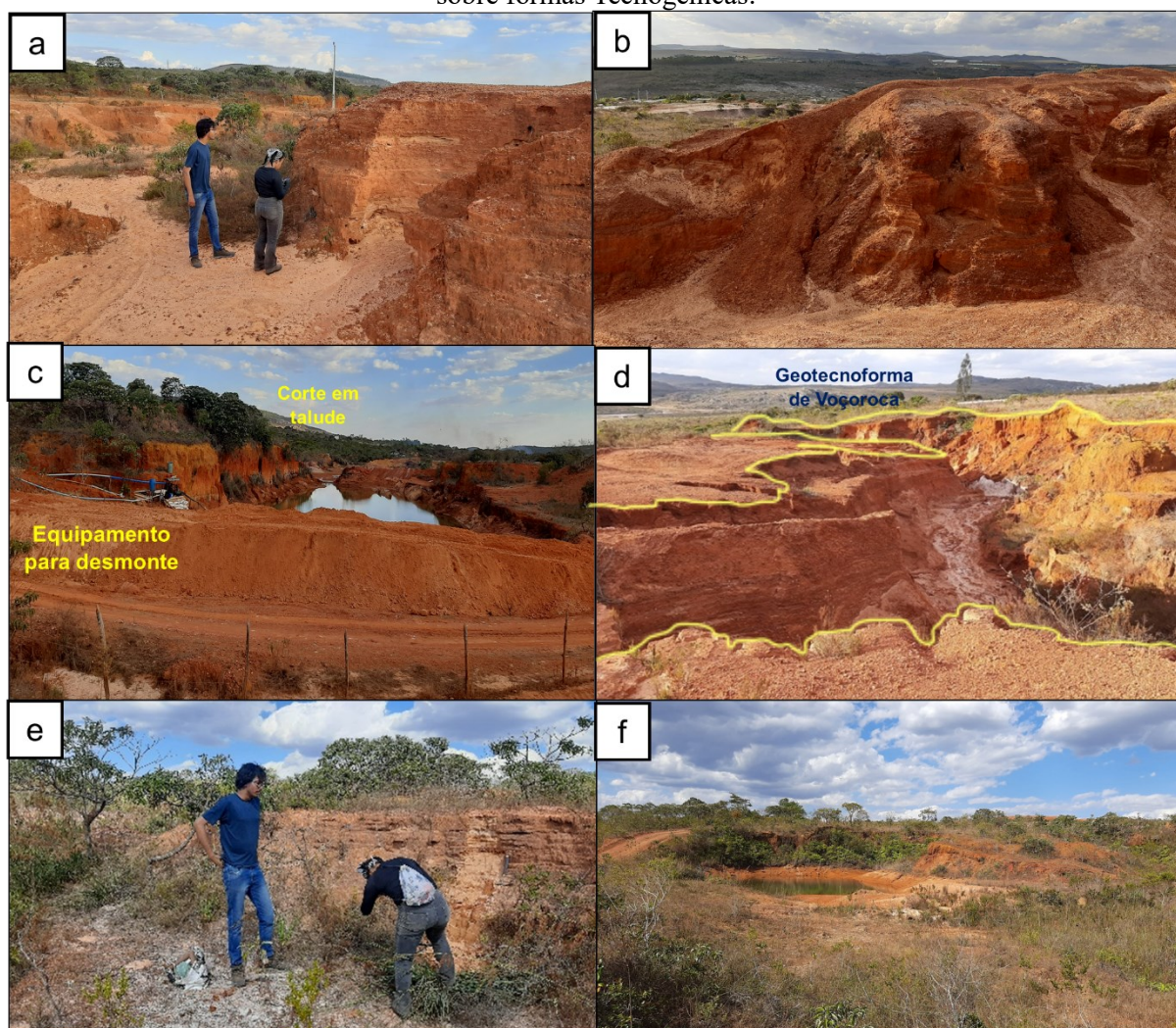


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

No contexto de encosta, as corrugações são formadas por materiais colúvio-aluvionares, friáveis e concreções ferruginosas, de superfícies acidentadas, com vertentes escarpadas, modeladas por processos erosivos.

Em áreas de meia vertente (Figura 43), as Tecnoformas de Acumulação são formadas a partir de revolvimento do manto de intemperismo pelo método de desmonte hidráulico e as deposições ocorrem ao longo da vertente (Figura 43ab), sem nenhum tipo de estrutura de contenção ou barragem de sedimentos aparente.

Figura 43 – Feições Tecnogênicas em meio a vertente. – Zona periurbana de Datas. a) Tecnoforma de Acumulação; b) Tecnoforma de acumulação com sulcos erosivos; c) Tecnoforma de Escavação de lagoa artificial; d) Voçorocamento em morfologia de Acumulação; e) f) Vegetação arbórea e arbustiva sobre formas Tecnogênicas.

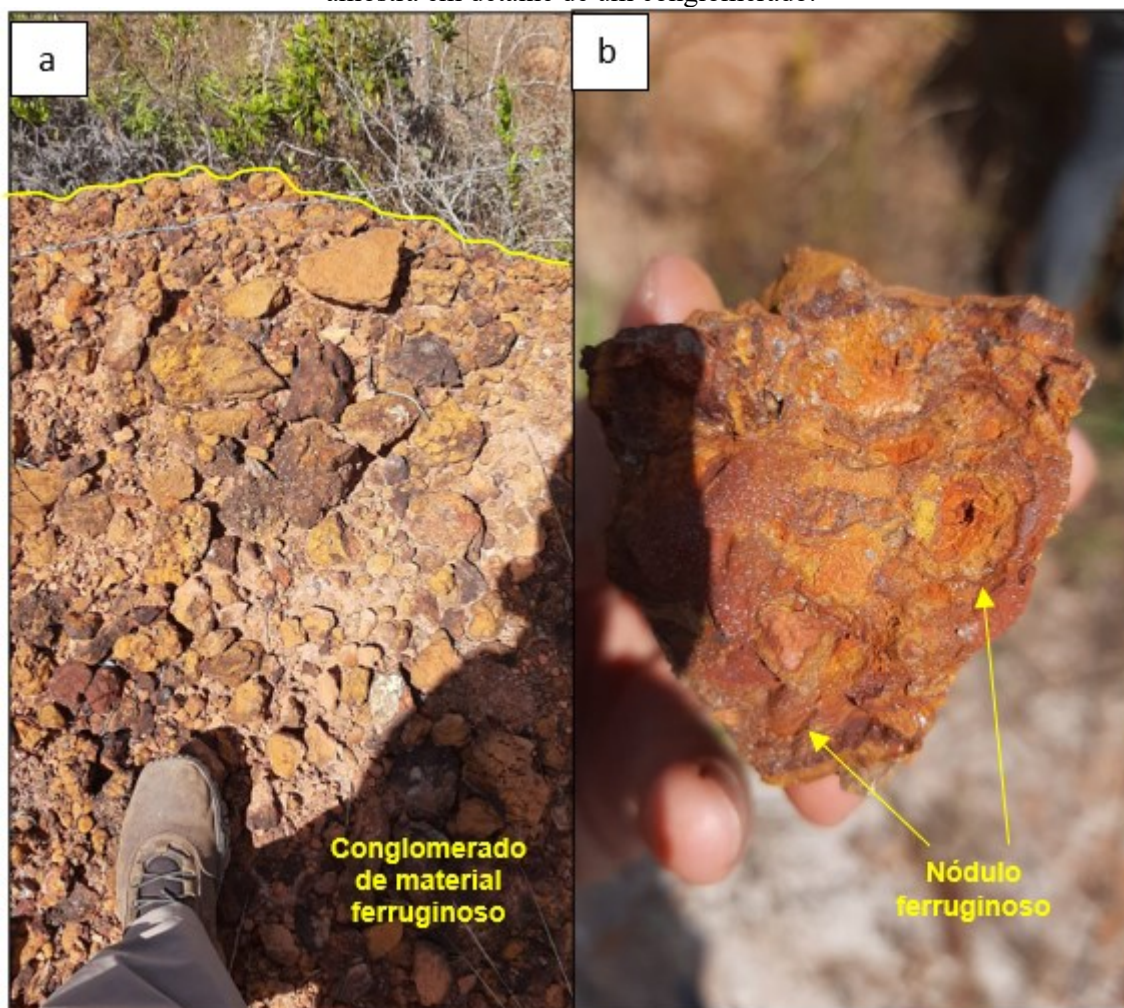


Fotos: Luiz Barros.

Logo, esses materiais friáveis e a esparsa cobertura vegetal deixam esse terreno à mercê dos processos erosivos, gerando geotecnoformas de denudação (Figura 43cd) do tipo ravinas e voçorocas. Observou-se nesse mesmo local (Figura 43ef) que as áreas com vegetação arbórea

se desenvolveram em meio aos terrenos revolvidos, com gramíneas crescendo sobre o material friável, enquanto árvores de médio porte se desenvolveram em seu entorno. A localidade também possui aglomerados de material ferruginoso (Figura 44ab) concrecionados e em formatados nodulares.

Figura 44 – Material ferruginoso concrecionado. a) conglomerado de concreções ferruginosas; b) amostra em detalhe de um conglomerado.



Fotos: Luiz Barros.

Nesse local há duas lavras de extração de diamante, mas obteve-se acesso parcial a uma, conhecida como “Lavra dos Ingleses” ou “Datas de Cima”, cujo histórico minerário tem registro a partir de 1936. De acordo com laudos técnicos da FEAM/COPAM, ainda no começo dos anos 2000, essas lavras foram embargadas por não cumprirem medidas que minimizem a degradação ambiental e a recuperação ambiental. Foi constatado em uma dessas frentes que há ausência de bacias de decantação, fazendo com que todos os efluentes líquidos, sedimentos finos e cascalhos fluam para o Ribeirão Datas. Além disso, há um conflito de demarcação de terras

entre a empresa responsável pela frente de lavra e donos de terra, o que agrava a situação minerária do local.

No fundo de vale (Figura 45), no mesmo ponto dos perfis Dt07, o terraço (T1) possui aspecto de revolvimento recente a julgar pela superfície irregular, com clastos de diversos tamanhos e grau de arredondamento espalhados no terreno. Um aterro que sustenta a BR-259, o alargamento e aplainamento de estradas vicinais, e o descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos são exemplos de alteração antrópica local. Há também restos de construção civil como tijolos, concreto, arames, estruturas para construção de pontes e de saneamento

Figura 45 - Zona periurbana de Datas com elementos de acumulação tecnogênica

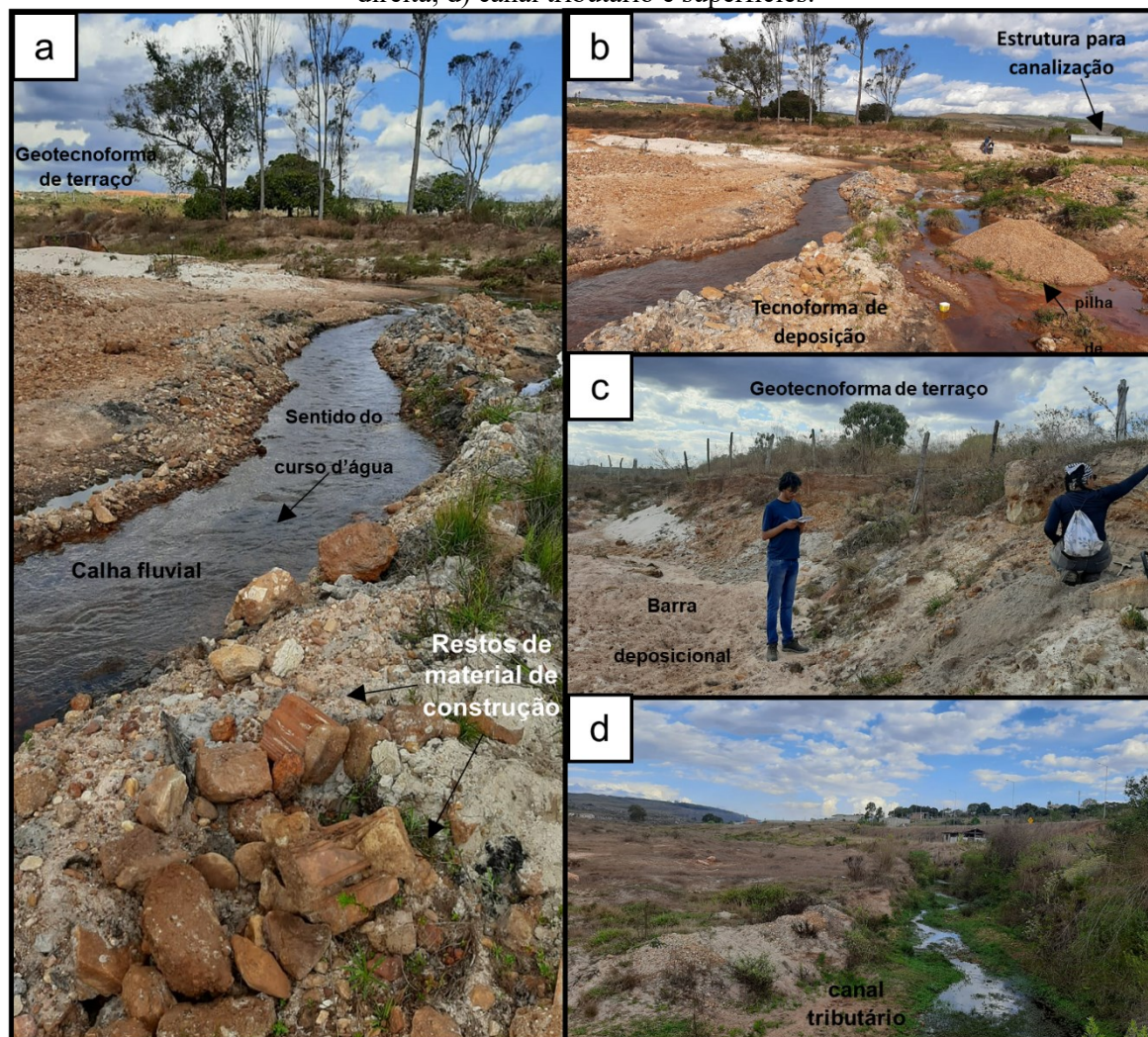


Foto: Alessandra Abreu.

Na calha fluvial, há Tecnoformas de Acumulação formadas por montículos agrupados e isolados, com composições variadas, algumas formadas exclusivamente por cascalhos com graus de arredondamentos variados. Outros contêm restos de construção civil, resíduo sólido, material orgânico, pisólitos ferruginosos, material arenoso misturados e organizados como forma de represamento do leito (Figura 46ab).

O córrego da Tenda deságua no Ribeirão Datas na margem esquerda e tem comprimento de 2,50 km (Figura 46d). Nele, havia também materiais indiferenciados que bordejam a margem desse afluente. É possível considerar também o lançamento de efluentes da cidade e das propriedades rurais adjacentes. Nota-se ainda um represamento direto, observado por imagem de satélite, em sua cabeceira.

Figura 46 - Tecnoformas de Acumulação do fundo de vale próximo a cidade de Datas. a e b) visão parcial das Tecnoformas de Deposição em fundo de vale; c) Geotecnoforma de terraço na margem direita; d) canal tributário e superfícies.



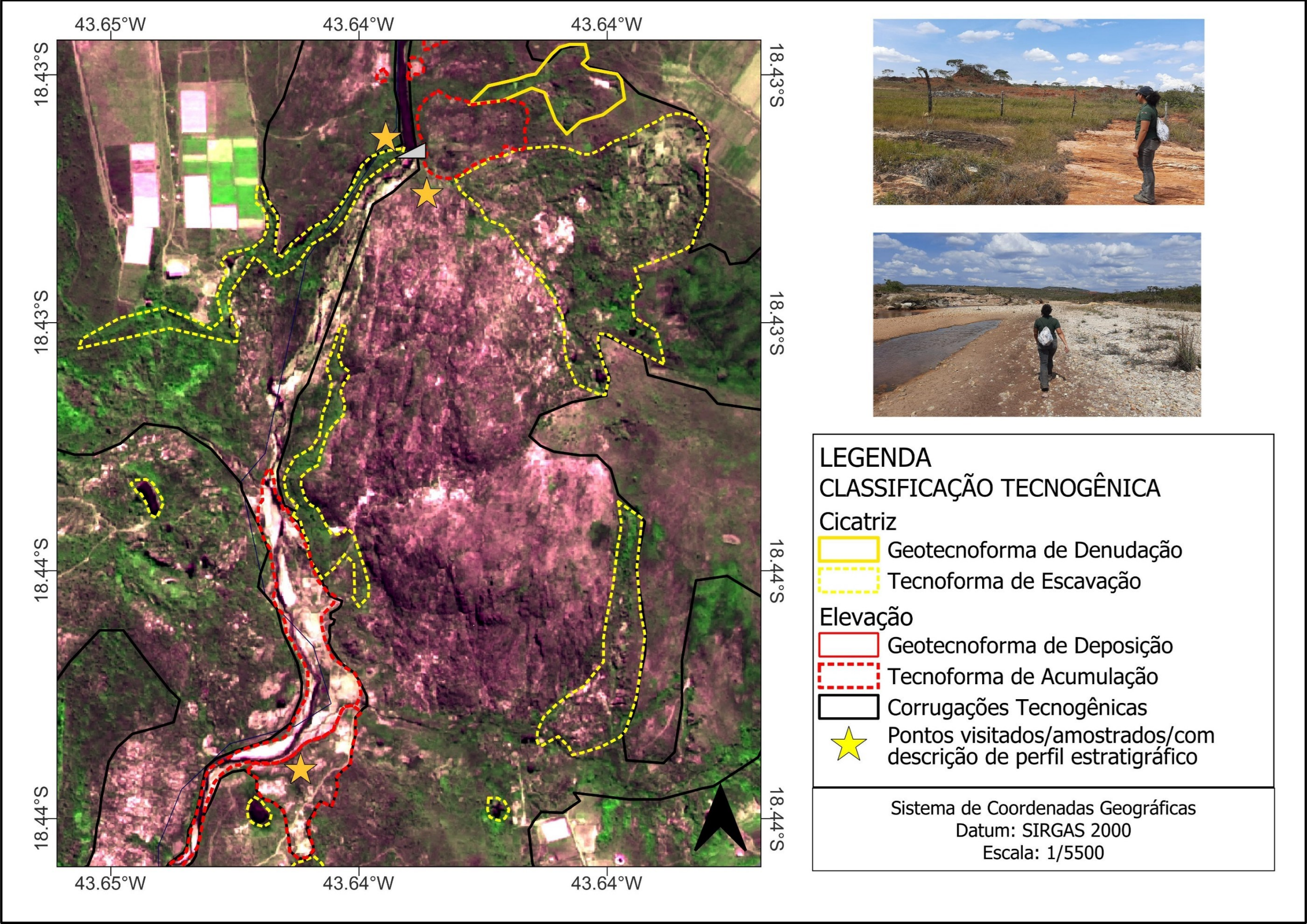
Fotos: Luiz Barros.

Sobre as corrugações tecnogênicas no terraço, as Tecnoformas de Deposição ocorrem como empilhamentos de material indiferenciado. Assim como nas calhas, eles estão recobertos por arbustos esparsos, com distribuição em barramentos aglutinados por mecanização do solo. No local, há vestígios de construção de ponte sobre o Córrego Beata, o que implicou na realocação e na colmatagem de sedimentos já revolvidos pelo garimpo artesanal em outros pontos no fundo de vale, implicando num segundo ciclo tecnogênico de deposição no local.

A Figura 47 consiste em um mapeamento que ocorreu entre a área do Dt05/Dt06/Dt07, na zona periurbana e a área do Dt08, na zona rural, especificamente próximo a uma barragem e da localidade “Datas de Cima”. Na margem esquerda, o substrato é formado predominantemente de blocos de quartzito da Formação Sopa-Brumadinho, enquanto na

margem direita há predomínio de manto de intemperismo. A distribuição das feições tecnogênicas se apresenta na paisagem de acordo com a morfologia do relevo original, ou seja, as áreas de escavação/denudação se destacam na encosta e, principalmente, no manto de intemperismo, enquanto as superfícies de deposição/acumulação se destacam no ambiente fluvial.

Figura 47 - Terrenos tecnogênicos no médio-alto curso do Ribeirão Datas.

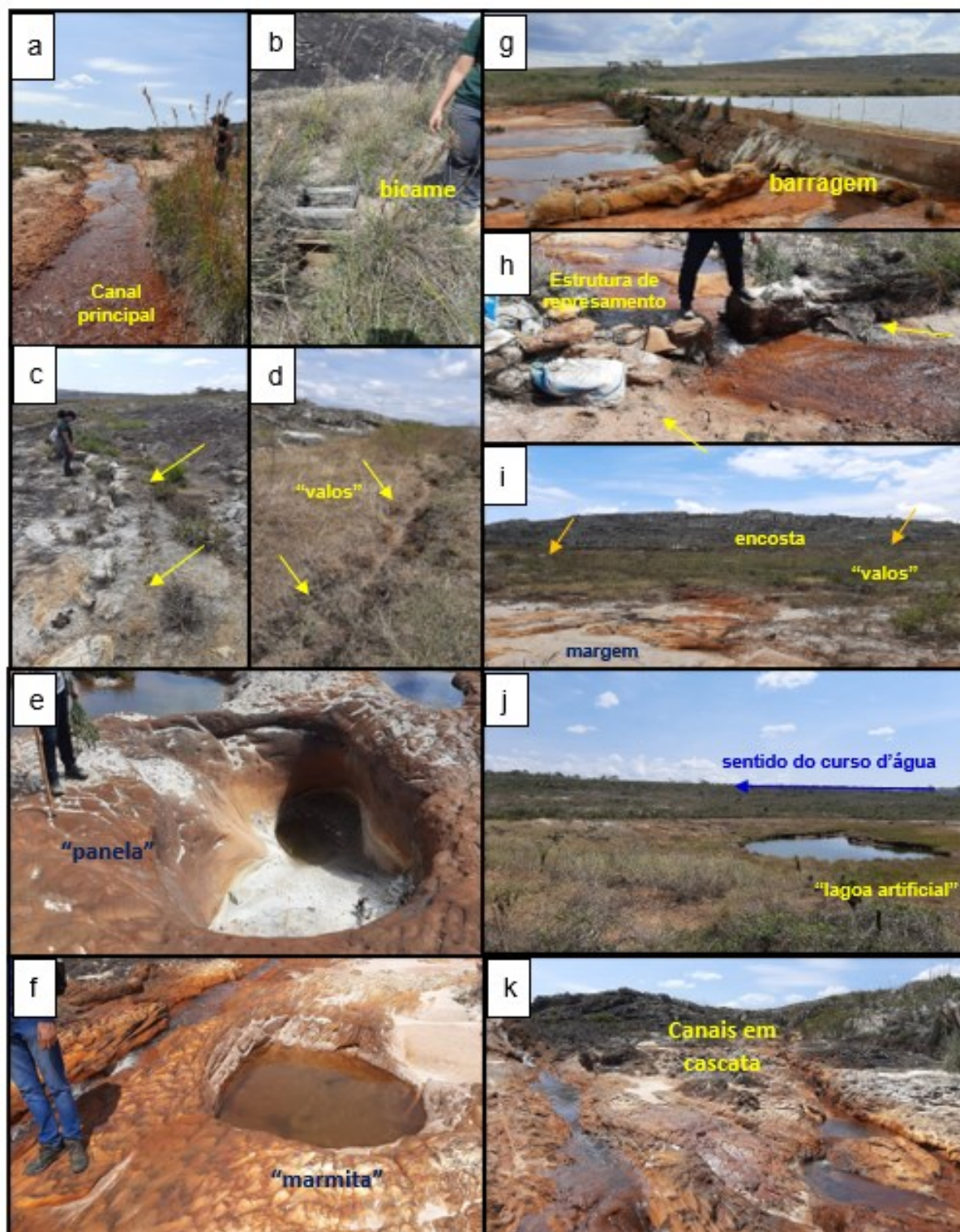


Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Porém, deve-se ressaltar que algumas feições como os empilhamentos de seixos não são visíveis no mapeamento da Figura 47, mas foram observadas em campo (Figura 48), as fotos apresentam vestígios de trabalho de garimpo que ocorreu de forma interligada com o ambiente aluvionar e de encosta e como se estruturam no seu relevo original.

A topografia irregular da calha faz com que alguns segmentos tenham concentração de materiais finos e clastos pequenos em áreas suavizadas, além de poços naturais, conhecidos como “marmitas” e “panelas” (Figura 48ijk). Em outros segmentos, o curso d’água apresenta padrão meandrante, com leito aluvial desenvolvido e sustentado por barras detríticas.

Figura 48 - Cicatrizes e Depressões Tecnogênicas no trecho entre “Datas de Cima” e “Fazenda das Porteiras” - Zona rural de Datas



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

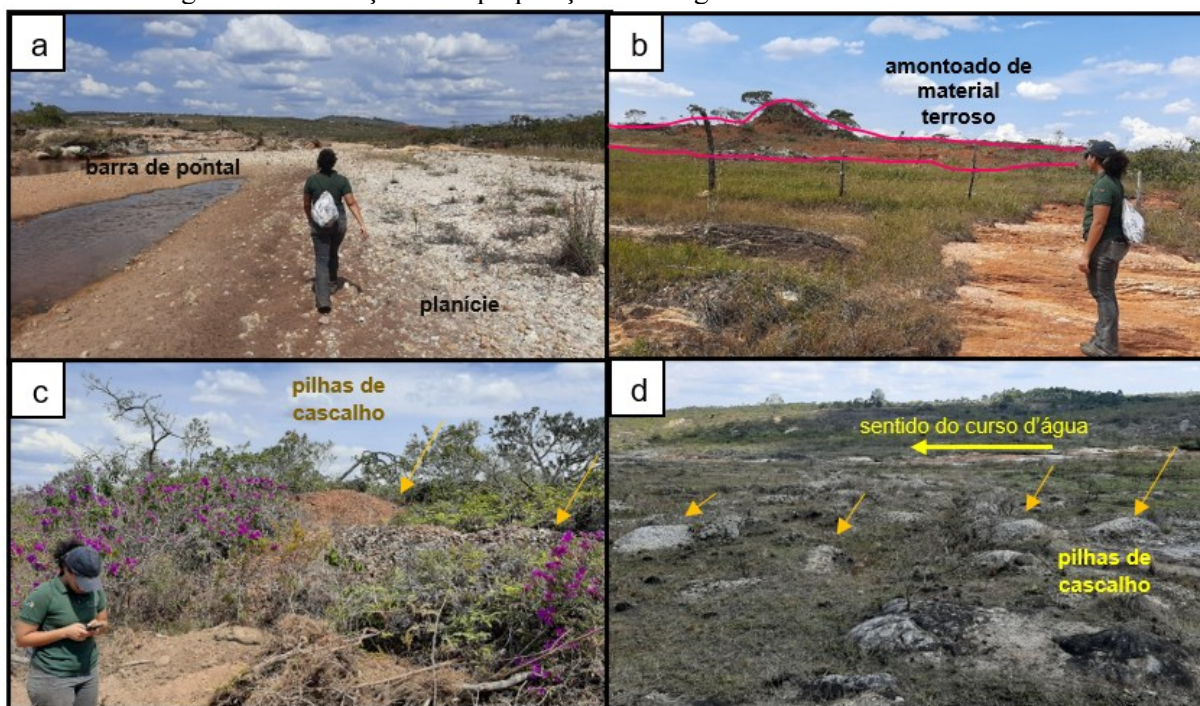
Há cicatrizes que são Tecnoformas de Escavação, que a princípio chamaram a atenção nas imagens de satélites pela semelhança a um curso d'água de pequeno porte ou um desvio, na Figura 47 está sinalizado por linhas pontilhadas tanto na margem esquerda e direita. De fato,

são escavações (Figura 48, item b, c, e, h), cujo objetivo é desviar parte da água do Ribeirão para desmonte e lavagem dos “gorgulhos” (cascalhos ricos em diamante) em “grupiaras” (garimpo de encosta). Instalações conhecidas como “bicames” (ver anexo1), feitos de caixas de madeira, e “valos” feitos com pedra ou escavados na própria superfície foram vistos na encosta e nas margens esquerda e direita.

Através da imagem de satélite (Figura 47) é possível observar as Geotecnóformas de Denudação do tipo voçoroca, próximo às antigas catas diamantíferas de “Datas de Cima” e sistemas de plantação. Essas cicatrizes tomam áreas próximas a pequenos córregos e suas nascentes, enquanto as Tecnoformas de Escavação se concentram no interior dessas catas secas. Não foram identificados sistemas de lagoa artificial ou semelhantes. Na Figura 47fg são mostradas estruturas de barragem em diferentes proporções, com indicativos que foram estruturadas ao longo do tempo com empilhamentos de pedras, sacos de cimento e concretagem nova sobre a antiga.

Na Figura 49 estão representadas as Tecnoformas de Acumulação, que são colocadas como empilhamentos isolados em substrato rochoso (item d), como acumulações de grandes proporções e contínuas (item c e d) e espalhadas sobre a margem do Ribeirão (item a).

Figura 49 – Elevações e Superposições Tecnogênicas na zona rural de Datas.



Fotos: Luiz Barros, 2023.

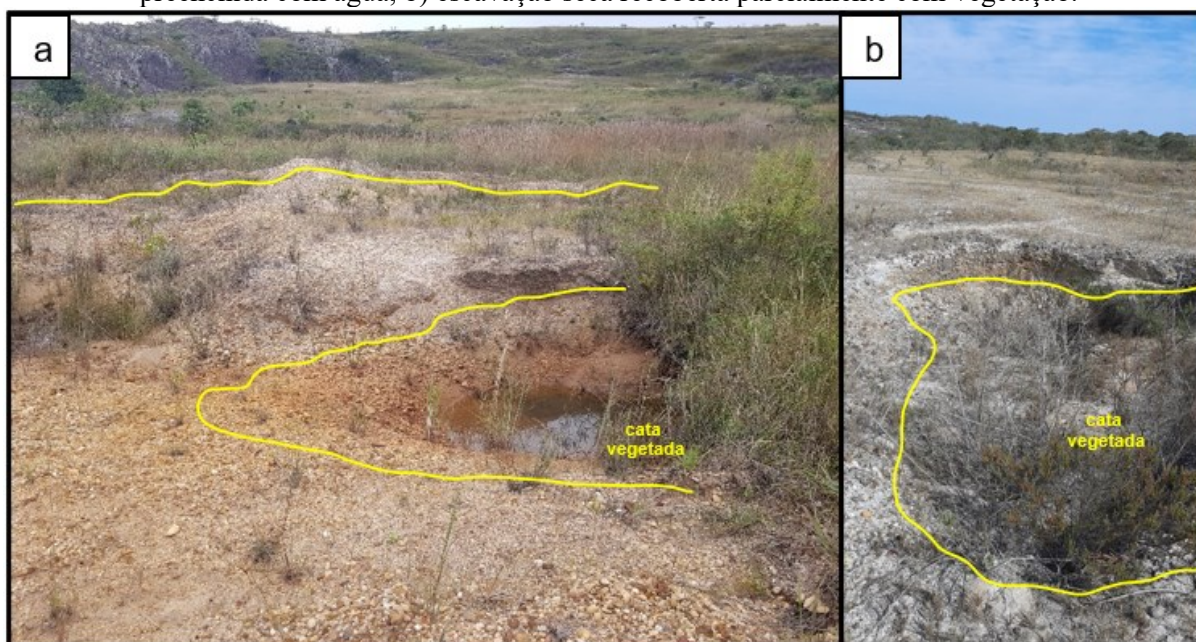
O último trecho visitado fica a menos de 1 km da frente de lavra “Datas de Cima”, onde há uma dragagem de areia aluvionar para construção civil (perfil Dt08). Na margem direita,

foram encontrados indicativos de processos de revolvimento intenso, tanto na planície quanto em alguns pontos esparsos no contexto de encosta, conforme a Figura 50. Nesse contexto nota-se que a morfologia de terraço foi parcialmente preservada, mas a composição em superfície e nas primeiras camadas em subsuperfície (ver item 5.1) foram alteradas.

A Figura 51 mostra como as Elevações Tecnogênicas se organizam na paisagem. As Geotecnoformas de Deposição estão ligadas às morfologias das planícies (Figura 48), com materiais da própria extração, ou seja, cascalho de diversos tamanhos e graus de arredondamento, além de areias mal selecionadas. Em suas superfícies são perceptíveis rastros de maquinários pesados até a margem do curso d'água, além de uma vegetação rasteira e esparsa (Figura 48a, b, c, g).

As cicatrizes de Tecnoformas de escavação (Figura 50) correspondem a catas secas ou preenchidas parcialmente com água, presentes em contexto de terraço. Assim como no baixo curso, são próximas aos revolvimentos e acumulações. Não foram observadas feições escavadas expressivas em contexto de planície, conforme apresentado na Figura 51.

Figura 50 - Exemplo de Tecnoformas de Escavação e em terraço. a) pequena escavação parcialmente preenchida com água; b) escavação seca recoberta parcialmente com vegetação.

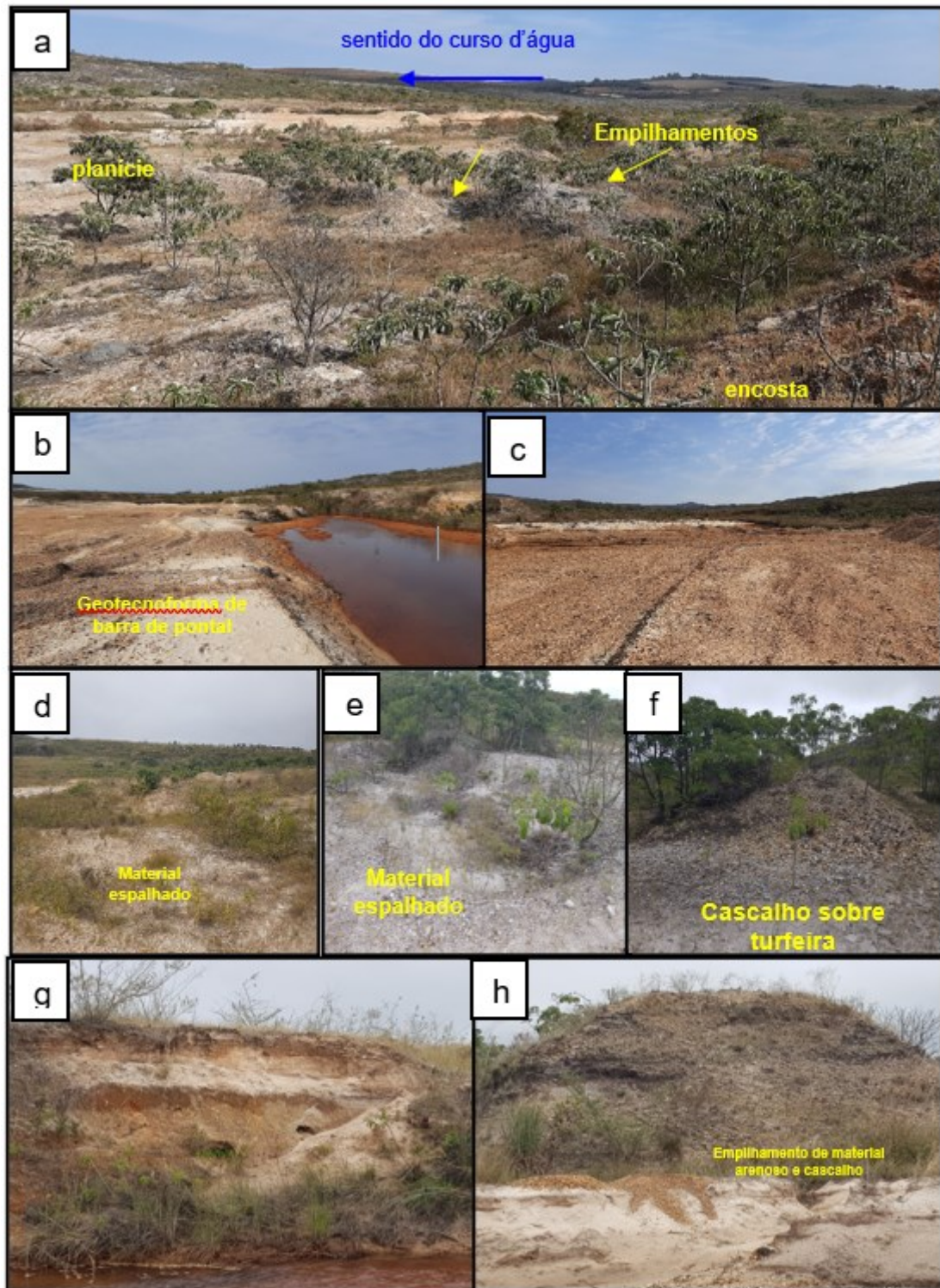


Fotos: Alessandra Abreu.

As Geotecnoformas de Denudação equivalem a voçorocas e sulcos erosivos presentes na encosta (Figura 51). Elas não foram observadas claramente em campo, ao contrário das imagens aéreas.

As Tecnoformas de Acumulação (Figura 52aefh) têm sua composição diferenciada devido aos ciclos de extração presentes na área, a exemplo das pilhas de cascalhos de tamanhos variados e material misturado, sendo possível observar no fundo de vale. Os empilhamentos de areia e materiais indiferenciados estão presentes em sua maioria na planície do Ribeirão e nos terraços, expressa por um conjunto de morrotes paralelos entre si.

Figura 52 - Tecnoformas de Acumulação no trecho da localidade “Datas de Cima”, zona rural de Datas. a) vista para o fundo de vale e uma parte da encosta; b) c) e) g): Exemplos de Geotecnoforma de Deposição de planície aluvial; d, e, f, h: exemplos de Tecnoforma de Acumulação.

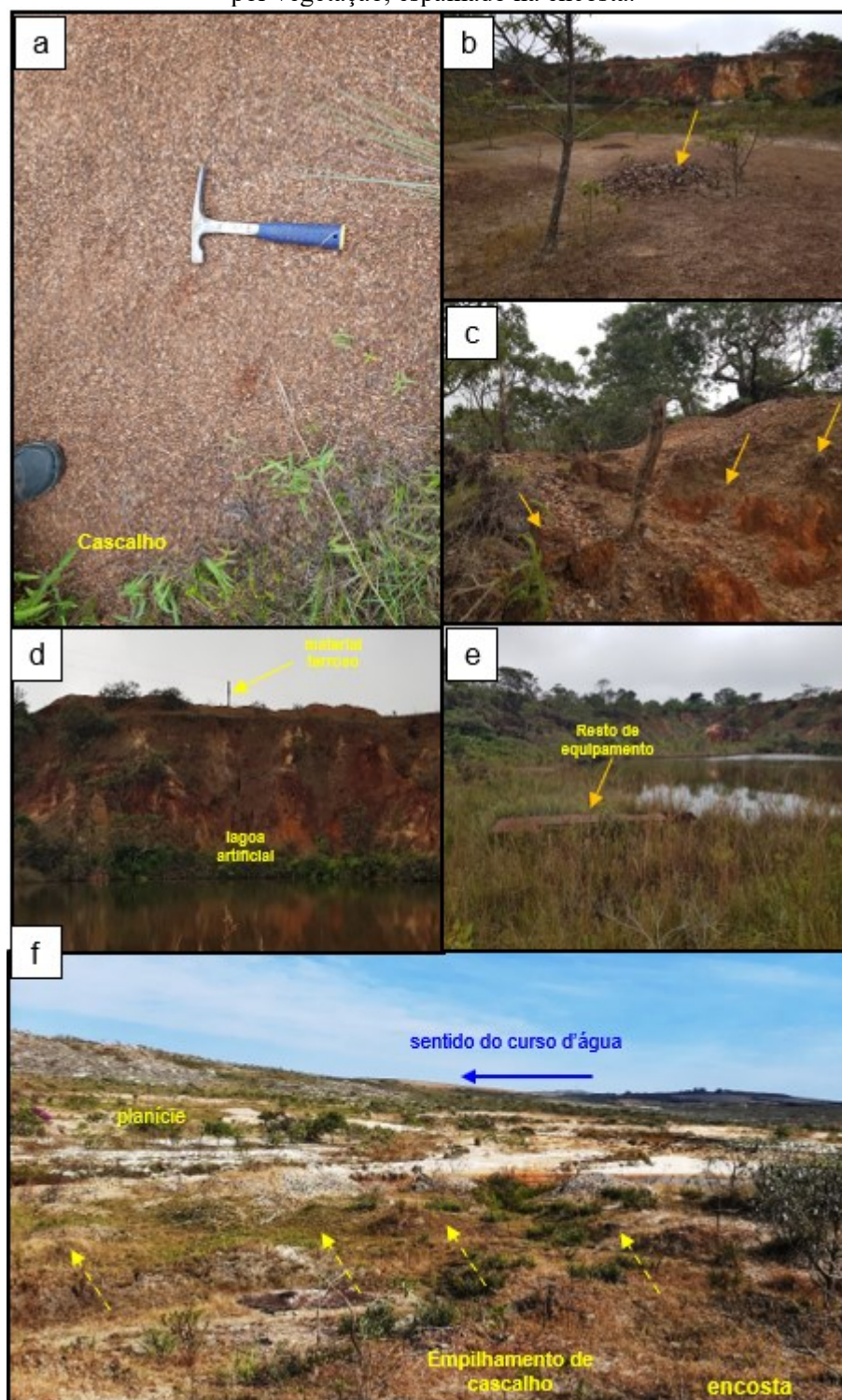




Fotos: Alessandra Abreu e Luiz Barros.

No contexto de encosta, as Tecnoformas de acumulação e de escavação se repetem, com exceção da proporção de tipos de materiais e da granulometria. Na Figura 53abc, as imagens apresentam empilhamento de material de tamanhos diferenciados, organizados ao redor da lagoa artificial de forma isolada. Alguns são formados por grânulos bem selecionados, conhecidos popularmente como “canjicas”, sinalizando que esse material já foi examinado pelo garimpeiro pela procura do diamante. Há também pilhas com seixos de maior dimensão, em sua maioria, angulares, denominados de “gorgulhos”. Também estão assentados à margem da lagoa artificial e em partes mais afastadas, algumas dessas pilhas, que estão entre as áreas vegetadas (Figura 53e). Há um vestígio metálico de equipamento, que provavelmente, serviu como base para sustentar o maquinário de desmonte hidráulico.

Figura 53 - Elevações e Depressões Tecnogênicas que compõem as Corrugações Tecnogênicas no trecho da localidade “Fazenda das Porteiras”, em contexto de encosta, zona rural de Datas. a, b, c) exemplos de cascalho pós processo de cata; d) vista parcial da lagoa artificial, com resto de material terroso na borda; e) resto de equipamento na borda da lagoa artificial f) pilhas de cascalho recoberto por vegetação, espalhado na encosta.



Fotos: Alessandra Abreu.

A partir contexto do histórico minerário obtida nesse trecho, as feições tecnogênicas se organizam em padrões semelhantes observados nas catas anteriores, porém elas se mostram

expressivas devido à constante exploração de recursos por parte das atividades minerárias. Durante o campo, foram encontradas Tecnoformas de Corrugação (Figura 53), correspondentes aos terraços com superfícies planas e com pequenas irregularidades advindas do espalhamento das pilhas de cascalho; a área é de vegetação esparsa. Nos primeiros centímetros da subsuperfície a organização das fácies possui um padrão estratigráfico semelhante ao perfil Dt05 (ver item 5.1), diretamente associado a área que recebe materiais oriundos de desmonte hidráulico.

Segundo informações do Relatório Ambiental Simplificado (RAS-SEMAD/SURAM, 2020) o empreendimento foi instalado em 2019, com 32,22 ha de extensão. O trecho e os dois córregos que abarcam a lavra não possuem APP totalmente preservada e consta no relatório que, em anos anteriores, o local já funcionou com cata diamantífera. Foi descrito no RAS que o método de retirada desse material antropizado seria mecanizado, retirado e armazenado por maquinário pesado em cava seca a céu aberto.

5.4. Análise temporal da dinâmica espacial no vale no Ribeirão Datas

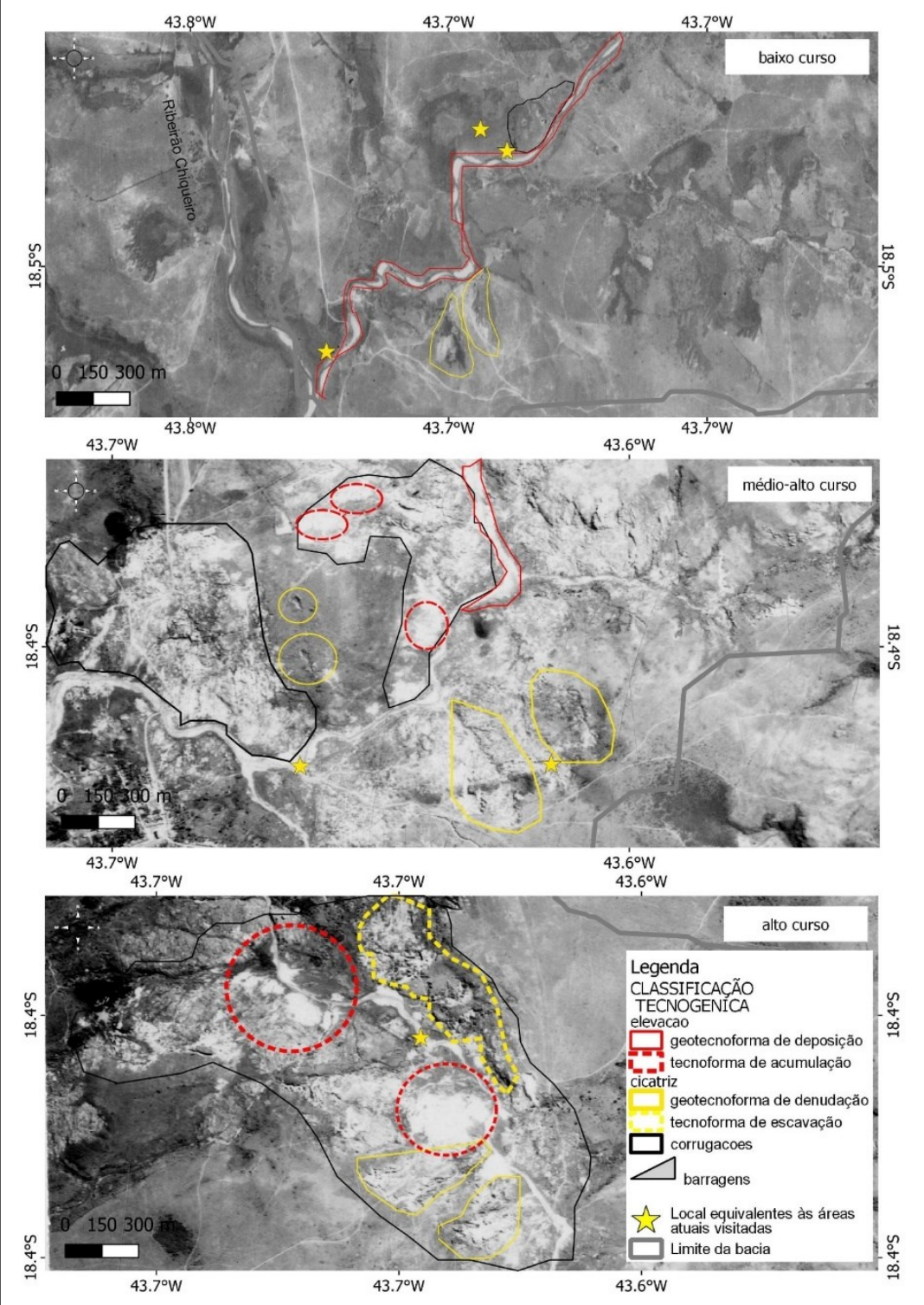
A partir da metodologia empregada foi possível observar as mudanças espaciais que ocorreram desde meados de 1960, no século XX, até o início dos anos 2020, início do século XXI. Deve-se destacar que, a resolução espacial de algumas imagens foi um fator limitante ao aprofundamento da análise em alguns marcos temporais, logo não se obteve uma escala de análise padronizada. Por questões de resolução espacial dos produtos imagéticos adquiridos (1985, 1995, 2006, 2013), a análise foi limitada a uma descrição generalizada das condições espaciais que o fundo de vale apresentava nesses períodos, implicando na modificação da escala de análise. Apesar disso, ocorreram modificações que chamam atenção nos pontos onde foram feitas análises morfoestratigráficas.

5.4.1. Baixo curso

Na imagem de 1965, observaram-se sinais significativos de intervenções antrópicas ao longo do vale, ainda que indiretas (Figura 54). Destaca-se a quantidade de estradas vicinais que ligam as zonas urbanas e rurais e a retirada da vegetação para um possível uso agrícola, principalmente no trecho do baixo curso. Nos pontos correspondentes aos perfis Dt01 e Dt02, o nível de intervenção antrópica no fundo de vale mostrou-se incipiente, sem presença de escavações ou acumulações por assoreamento na calha, ou empilhamento de material. Porém,

notou-se na aerofotografia uma quantidade extensiva de sedimentos arenosos estruturados em barras de pontal e na vertente há presença de voçorocas.

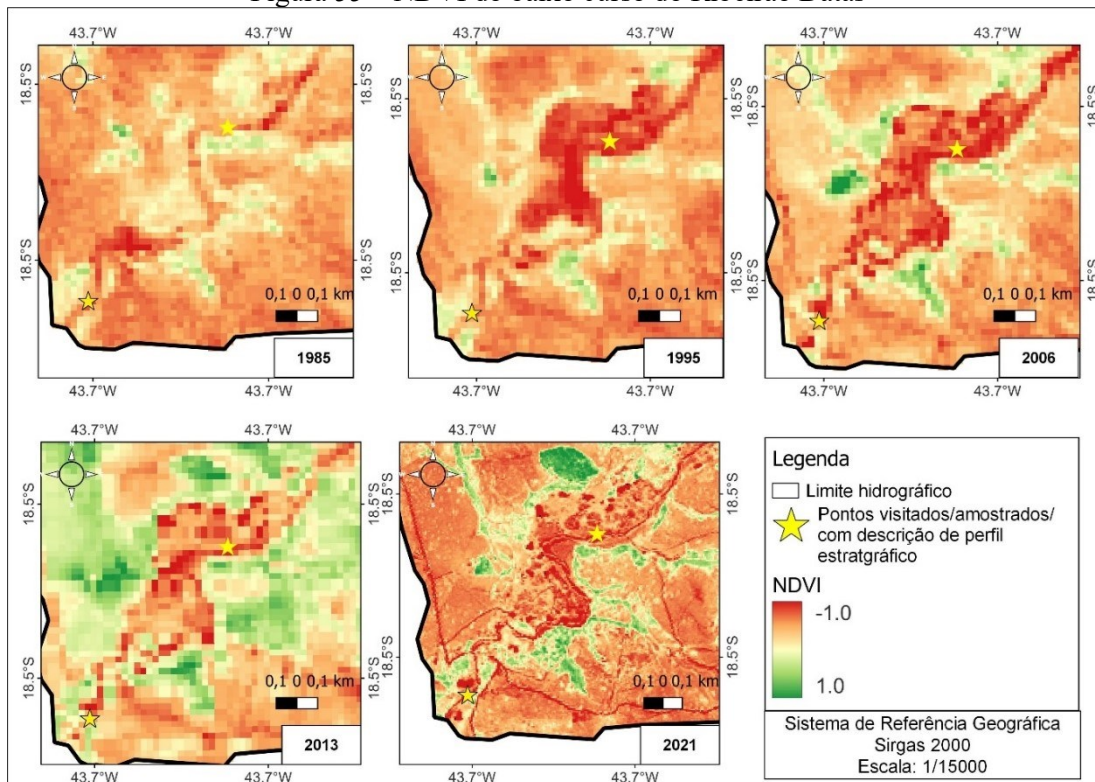
Figura 54 - Aerofotos do Ribeirão Datas voo AST-10, USAF e seus respectivos trechos.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

A partir de 1985 até 1995, houve uma retração significativa das áreas vegetadas (Figura 54). Observou-se também o aumento das áreas de solo exposto, sinalizadas pelas tonalidades de vermelho intenso. Nos trechos de fundo de vale no baixo curso, de 1995 até 2006, houve uma retração significativa das áreas vegetadas e há uma pequena expansão nas áreas de solo exposto, em específico nos locais correspondentes aos terraços e planícies (Figura 55).

Figura 55 – NDVI do baixo curso do Ribeirão Datas



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

A partir de 2013, próximo aos pontos visitados no baixo curso, as áreas de solo exposto passaram por um processo de retração e houve expansão da vegetação, ainda que em pequena quantidade sobre a superfície dos terraços, porém, a ausência de vegetação permaneceu nas lagoas artificiais marginais. A área do Dt03, no Terraço (T1) mostrou-se conservada em sua maior parte, mas com indícios de revolvimento, como pequenas cicatrizes de escavação secas e inundadas.

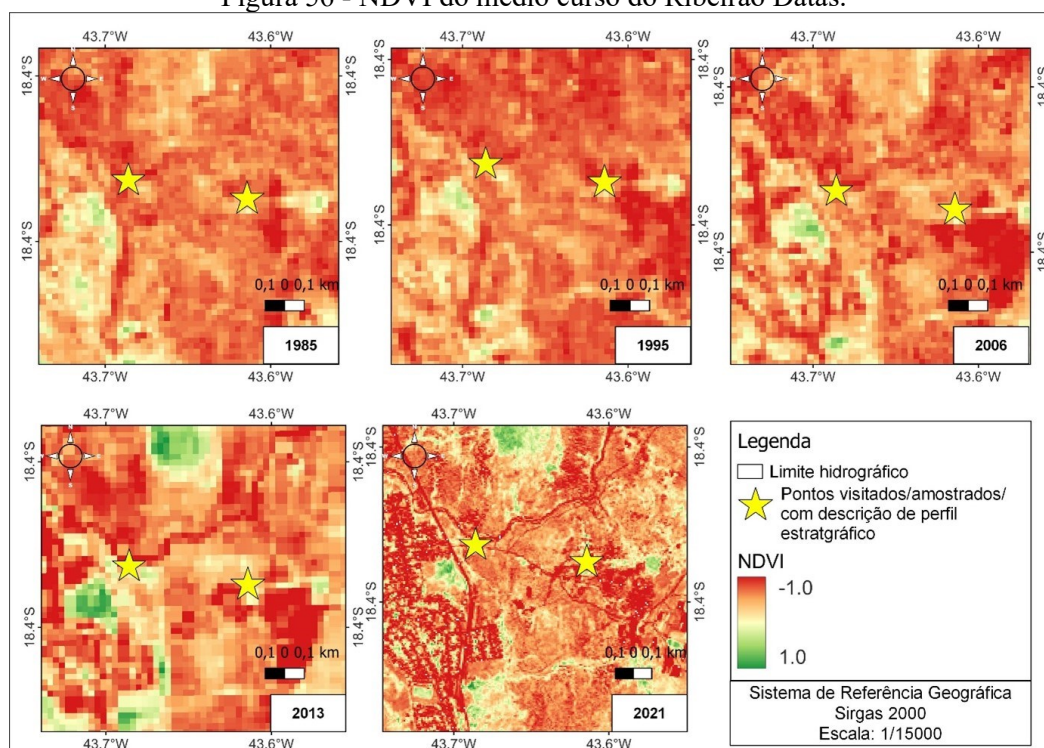
5.4.2. Médio curso

Na imagem de 1965, no médio curso, na zona periurbana de Datas, foram observadas extensas cicatrizes, algumas são aparentes voçorocas que se conectam ao curso d'água (Figura 54). Observaram-se também cortes irregulares ao longo da vertente em meio a locais de solo exposto e acumulações de sedimentos. No fundo do vale, há uma descaracterização da

vegetação ripária na planície, contendo características de exposição do solo, como aparece na vertente. Quanto às feições de deposição, o leito apresenta extensas barras de canais, enquanto o espelho d'água apresenta-se ínfimo.

Nos atuais pontos Dt05, Dt06 e Dt07, no município de Datas, observaram-se, indícios de revolvimentos por garimpo a céu aberto, tanto no fundo de vale quanto no contexto de vertente (Figura 56). As Geotecnoformas de denudação são evidenciadas pelas voçorocas que bordejam as áreas de meia vertente. Percebem-se que algumas estruturas já estavam presentes no curso d'água nessa época, como a barragem próxima à atual frente de lavra "Datas de Cima" e, no médio curso, a Represa do Gama, localizada nos fundos da fábrica têxtil São Roberto.

Figura 56 - NDVI do médio curso do Ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

Entre 1985 a 1995, a vegetação apresenta uma pequena retração ao longo do fundo do vale e na vertente, com maior concentração próximo ao perímetro urbano (Figura 56). A ausência de vegetação foi evidente entre os anos de 2006 e 2013, quando valores abaixo de 0 estão concentrados na área urbana, no leito, na calha fluvial e em trechos na vertente, em específico próximo ao ponto Dt05, na margem esquerda. A partir de 2013 a 2021 valores abaixo de 0 mantiveram-se concentrados na mesma área, em comparação ao observado na década anterior, com os valores acima concentrando-se em trechos descontínuos ao longo do vale e à margem do perímetro urbano. É necessário ressaltar, no entanto, que a vegetação natural nessa área corresponde, em grande parte, a campos rupestres e de altitude, sem uma cobertura

completa e contínua da superfície, tendo em vista o contexto marcado por Neossolos e afloramentos rochosos.

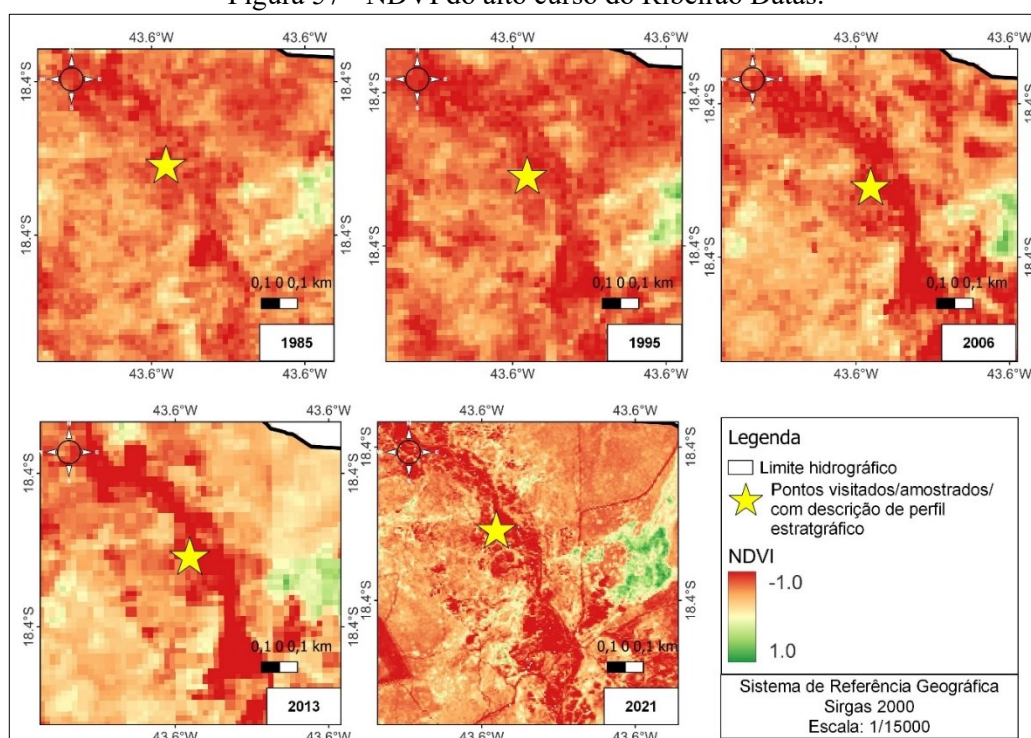
5.4.3. Alto curso

No alto curso, a zona rural (Figura 54) contém aspectos de desconfiguração semelhantes ao que foi observado na aerofoto da zona periurbana. No vale aluvial, observou-se uma desconfiguração da vegetação ripária na planície, substituída por feições de acumulação de sedimentos, assim o curso d'água aparenta experimentar um processo de assoreamento.

As feições erosivas são extensas em ambas as margens. Destacam-se, na margem direita, (Figura 54) cicatrizes associadas a um aparente corte irregular no terreno, mas que seguem em direção ao curso d'água principal. Nesses locais, há presença de feições de acumulação, colmatadas de forma irregular ao longo da vertente. Em paralelo, observou-se também o aumento das áreas de solo exposto, ao mesmo tempo que as áreas de vegetação passaram por processo de retração.

Entre 1985 a 1995 (Figura 57), as áreas correspondentes ao perfil Dt08 ainda mostraram intensa exposição de solo, mas concentrada nas margens e em áreas esparsas nos terraços. Nas áreas de encosta, houve uma ínfima expansão de vegetação rasteira. Essas mudanças refletem a dinâmica de evolução do uso do solo e da vegetação ao longo do tempo, influenciadas tanto por fatores naturais quanto antrópicos. Entre 1995 e 2006 houve uma modesta recuperação da vegetação, ainda que com valores abaixo de 1.0, concentrando-se principalmente na vertente. Em algumas áreas sugere uma possível estabilização, enquanto outras áreas ainda enfrentam significativos desafios de degradação do solo.

Figura 57 - NDVI do alto curso do Ribeirão Datas.



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

De 2013 a 2021, essa dinâmica das áreas vegetadas e de solo exposto em todos os pontos visitados se manteve semelhante. As áreas de solo exposto ainda predominam no fundo de vale, principalmente nas margens, enquanto a vegetação se concentra de forma irregular em alguns pontos equivalentes aos terraços.

6 DISCUSSÃO

Este capítulo integra a discussão sobre a morfotecnogênese no vale do ribeirão Datas. Com base nos resultados levantados, é possível deduzir que os fundos de vale visitados passaram por descaracterização das suas feições e pela formação de descontinuidades estratigráficas em seus registros sedimentares por influência da atividade antrópica.

O vale tem quadros ambientais diferenciados, influenciados pela composição ambiental original (ver capítulo 5, seção 5.1) e pelas atividades antrópicas, que variam ao longo do curso d'água principal. Apesar disso, na perspectiva estratigráfica, perceberam-se características comuns aos diversos perfis analisados, tanto em termos de materiais como de organização das sucessões deposicionais. Com exceção ao Dt05, os perfis são compostos, em sua maior parte, por areias de granulometria fina e com presença de seixos sub-angulares em sua porção média a superior.

Para interpretação das sucessões deposicionais, foi feito o uso do Código de Fácies de Miall (1985; 2016) e uma adaptação da proposta de elementos arquiteturais do mesmo autor, tendo em vista que algumas fácies observadas em campo não encontram correspondência em depósitos aluviais formados em condições naturais. Assim, foi possível chegar às associações apresentadas no Quadro 3.

No baixo curso, os perfis Dt01 e Dt02 marcam a transição de um ambiente natural para um ambiente alterado pela agência humana em toda a bacia à montante. Assim, a idade dos sedimentos da fácies basal do Dt01, igual a 400 ± 30 anos, é pouco mais antiga que o início de da ocupação na região. Portanto, ela evidencia que o atual terraço (T1) é pré-tecnogênico, assim sua secessão 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 entulhamento no fundo do vale, possivelmente reflexo do aumento da carga sedimentar à montante devido às ações antrópicas. Em específico, essa morfotecnogênese pode ser um reflexo de um revolvimento irregular ou efêmero por parte por parte da atividade garimpeira secular à montante.

Quadro 3 – Código de fácies e elementos arquiteturais fluviais dos perfis estratigráficos analisados.

Perfil	Fácies segundo o Código de Miall (2016)	Adaptação dos Elementos arquiteturais de Miall (2016) e interpretação
Dt01	i) Depósitos por gravidade (Sm)	Leito arenoso (SB) e depósitos arenosos por gravidade, podendo significar Acumulação Tecnogênica Indireta (ATI)
	ii) Fluxo planar crítico (Sh)	
	iii) Depósitos de transbordo, canais abandonados ou de fluxo decrescente (<i>waning flood</i>) (Fl)	Depósitos de inundação (FF)
	iv) Fluxo planar crítico (Sh)	SB
	v) Dunas 3D (St)	
Dt02	i) Sm	Transição abrupta para depósitos arenosos por gravidade, podendo significar ATI
	ii) Sm	
	iii) Sm	
	iv) Depósitos de canais abandonados ou brejos (Fsm)	FF
Dt03	i) Sem correspondência	Acumulação Tecnogênica Direta (ATD)
	ii) Sem correspondência	
	iii) Sh	Depósitos de acreção lateral (LA)
	iv) Sh	
	v) Sem correspondência	ATD
Dt04	i) Sh	Transição abrupta para Barras conglomeráticas (GB) e SB, podendo significar ATI
	ii) Dunas 2D (Sp)	
	iii) Sm	
	iv) Sp	
	v) Sh	
	vi) Gmm	SB
	vii) Ripples (Sr)	
	viii) Sp	
Dt05	i) Sm / Fl	ATI
	ii) Sm / Fl	
	iii) Fsm	
Dt06	i) Sm	Transição abrupta para GB, e gradual para SB e depósitos arenosos por gravidade, podendo significar ATI
	ii) Sh	
	iii) Formas de leito longitudinal (Gh)	
	iv) Sp	Depósitos de acreção lateral (LA)
Dt07	i) Sm	Transição abrupta para GB, e gradual para SB e depósitos arenosos por gravidade, podendo significar ATI
	ii) Sh	
	iii) Sp	
	iv) Gh	
	v) Sh	LA
Dt08	i) Sem correspondência	Transição abrupta para ATI
	ii) Sh	
	iii) Sem correspondência	Acumulação Tecnogênica Indiferenciada (ATID)
	iv) Sem correspondência	
	v) Sem correspondência	
	vi) Sem correspondência	

Fonte: Elaborado pela autora

Os processos hidrossedimentológicos que se seguiram ao longo do tempo nesta área levaram à erosão parcial do T1 e formação da planície de inundação embutida, na qual foi caracterizado o Dt02. Este também evidencia, por meio de uma transição abrupta, a sobreposição de depósitos de canais abandonados ou brejos (Fsm) por depósitos arenosos por gravidade (Sm), semelhantes àqueles do topo do T1. A idade obtida para os sedimentos da planície (145 ± 10 anos) confirma que esta é jovem, incipiente, formada sob influência do incremento da agência humana na bacia, pois coincide com o período de ocupação antrópica da região.

Dentre os perfis levantados, o Dt03 é o que possui indicativos morfotecnogênicos mais diretos. Dentre eles estão as extensas feições de acumulação e de escavação que desconfiguraram o terraço (T1). A análise estratigráfica indica que o Dt03 se trata, provavelmente, de material de garimpo retrabalhado por episódios de ação fluvial, tendo em vista que a maioria de suas fácies não encontra correspondência na proposta de Miall (2016) e que materiais humanos foram encontrados em meio ao registro deposicional (Figura 58).

Figura 58 – Material têxtil soterrado no Dt03.



Foto: Luiz Barros.

A análise de imagens mostrou que o garimpo nesta área foi intensificado a partir da década de 1990. Entretanto, é provável que se trate apenas de uma fase mais recente de exploração garimpeira no local, podendo ter ocorrido outras em períodos anteriores ao longo da histórica ocupação da região. A idade obtida por LOE no Dt03 (2.000 ± 125 anos) não confirma a origem tecnogênica para o depósito. Entretanto, os demais indicadores analisados indicam que se trata possivelmente de material de acumulação tecnogênica direta. A provável causa dessa incoerência seria o próprio revolvimento *in situ* do material, de modo que a ação antrópica no local não forneceu condições para um esvaziamento adequado do sinal da LOE previamente acumulado antes do soterramento final dos grãos.

No mesmo trecho, a partir das fácies levantadas no perfil Dt04, é possível apontar que a porção basal do depósito representaria uma fase anterior à atividade antrópica, sendo a fácies mais profunda em parte similar à fácies basal do Dt02 (presença de material silto-arenoso orgânico). A sucessão de fácies sugere que há, no entanto, uma ruptura na formação de um depósito com granodecrescência ascendente para retomada de condições de alta energia, com seixos mais angulosos (apesar do perfil estar situado no trecho final da bacia), mal selecionados e mal organizados. As características desse cascalho podem estar relacionadas ao fato de que boa parte da atividade garimpeira ocorreu também em meio a afloramentos rochosos nas vertentes (Figuras 48 e 52) e não apenas nos alúvios previamente acumulados no fundo de vale. As porções mais superficiais do depósito indicam leito arenoso e refletiriam a interferência antrópica na forma de um possível assoreamento induzido, significando, portanto, acumulação tecnogênica indireta.

A análise temporal corrobora que a ausência de vegetação ripária poderia impactar no aumento de carga sedimentar, interferindo nas características de capacidade e competência do canal. As idades obtidas por LOE no Dt04 foram, da base para o topo, iguais a 1.780 ± 105 anos, 2.390 ± 165 anos e 950 ± 65 anos. Assim, mais uma vez, as idades não coincidem com o histórico de atividade antrópica ou garimpo moderno. No entanto, neste caso há, inclusive, uma inversão da organização cronoestratigráfica no perfil, tendo em vista que a amostra Dt04c, situada na porção intermediária do depósito, apresenta idade superior à amostra Dt04b, situada em porção inferior.

No médio-alto curso, o perfil Dt05 se refere a um preenchimento de canal em contexto de vertente e que acumulou materiais oriundos de desmonte hidráulico à montante. Nesse sentido, trata-se claramente de um registro de acumulação antrópica indireta. A formação de materiais como o do perfil Dt05 nesta área e aqueles associados à “Lavra dos Ingleses” é mais recente, tendo em vista os métodos empregados para a exploração (escavação mecanizada e

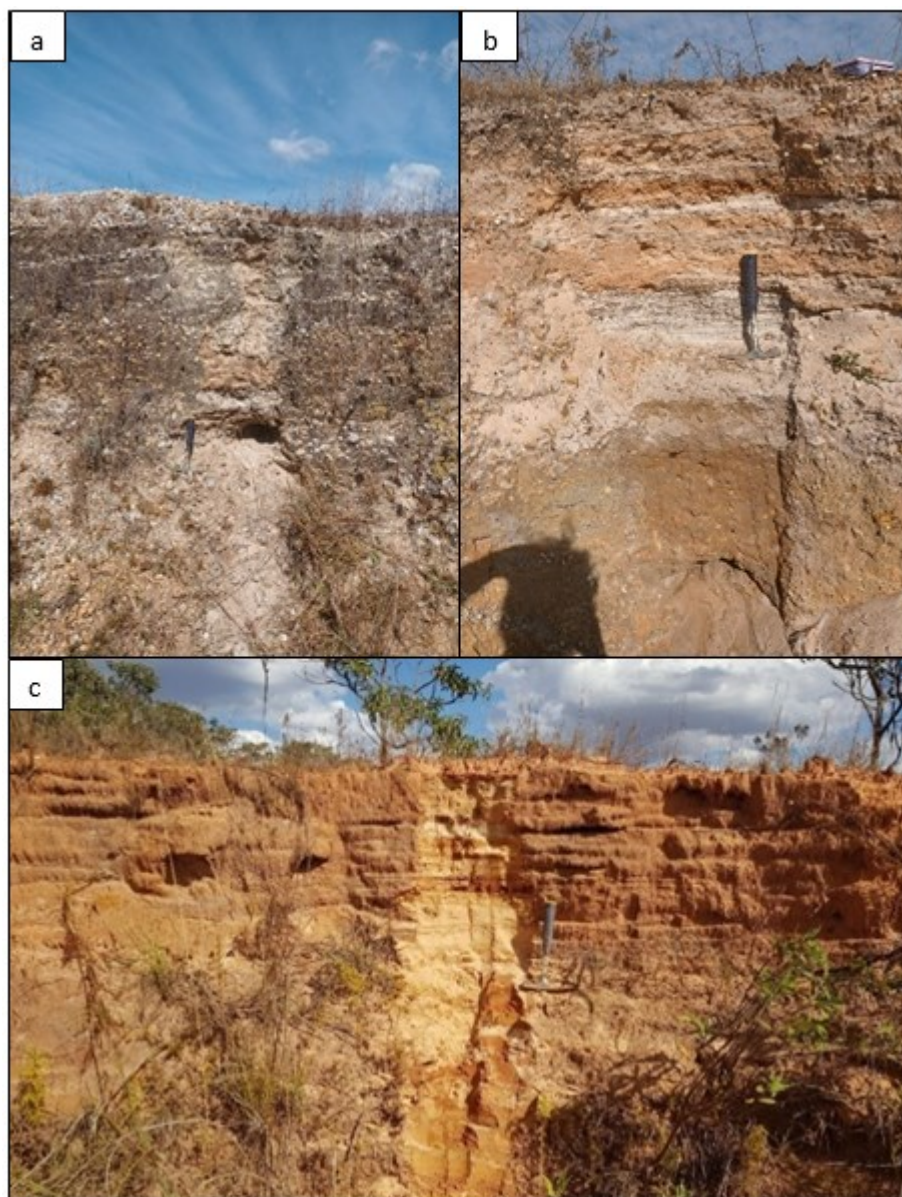
desmonte hidráulico). Assim, nessa área é perceptível que a atividade minerária provocou uma série de acumulações em trechos diferentes ao longo da encosta. Porém, não houve revegetação ou algum tipo de contenção apropriada para desacelerar os processos erosivos, o que implicou em grande voçorocamento que foi percebido na classificação das feições tecnogênicas e visualizado durante o trabalho de campo. A evolução de voçorocas na Depressão de Gouveia é destacada como importante para a disponibilização de sedimentos aos cursos d'água em vários trabalhos, sendo o recrudescimento dos processos erosivos associado à atividade antrópica (Augustin; Fonseca; Rocha, 2011; Carvalho; Magalhães Jr., 2021).

Situados em margens opostas de um mesmo trecho fluvial, os perfis Dt06 e Dt07 possuem aspectos gerais semelhantes. Ambos os perfis possuem discordâncias que marcam a quebra de uma organização em granodescrescência ascendente. Especificamente, há a transição abrupta de registros de depósitos de acreção lateral para barras conglomeráticas, com cascalho mais anguloso, mal selecionado e mal organizado, e transição gradual para registros de leito arenoso e depósitos arenosos por gravidade. Assim, esses perfis refletiriam a interferência antrópica na forma de um possível assoreamento induzido, significando, portanto, acumulação tecnogênica indireta.

Quanto ao alto-curso, para a maioria das fácies do perfil Dt08 não foi encontrada correspondência na proposta de Miall (2016). Este perfil apresenta estruturas deposicionais apenas em sua porção mais superficial, dificultando uma definição mais assertiva em relação à sua origem da sua porção basal. Assim, propõe-se que o registro seja de acumulação tecnogênica indiferenciada, com transição abrupta acumulação tecnogênica indireta. Destaca-se certa similaridade entre a porção superficial deste perfil e do 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 e já se mostrava intensamente retrabalhada pelas ações antrópicas nas aerofotos de 1965 (Figura 52 a 54). Porém, mais uma vez foi observada incompatibilidade entre as evidências morfoestratigráficas e as idades obtidas por LOE, iguais a 4.000 ± 405 anos na porção mais superficial e 16.260 ± 1.600 anos para a mais subsuperficial do perfil.

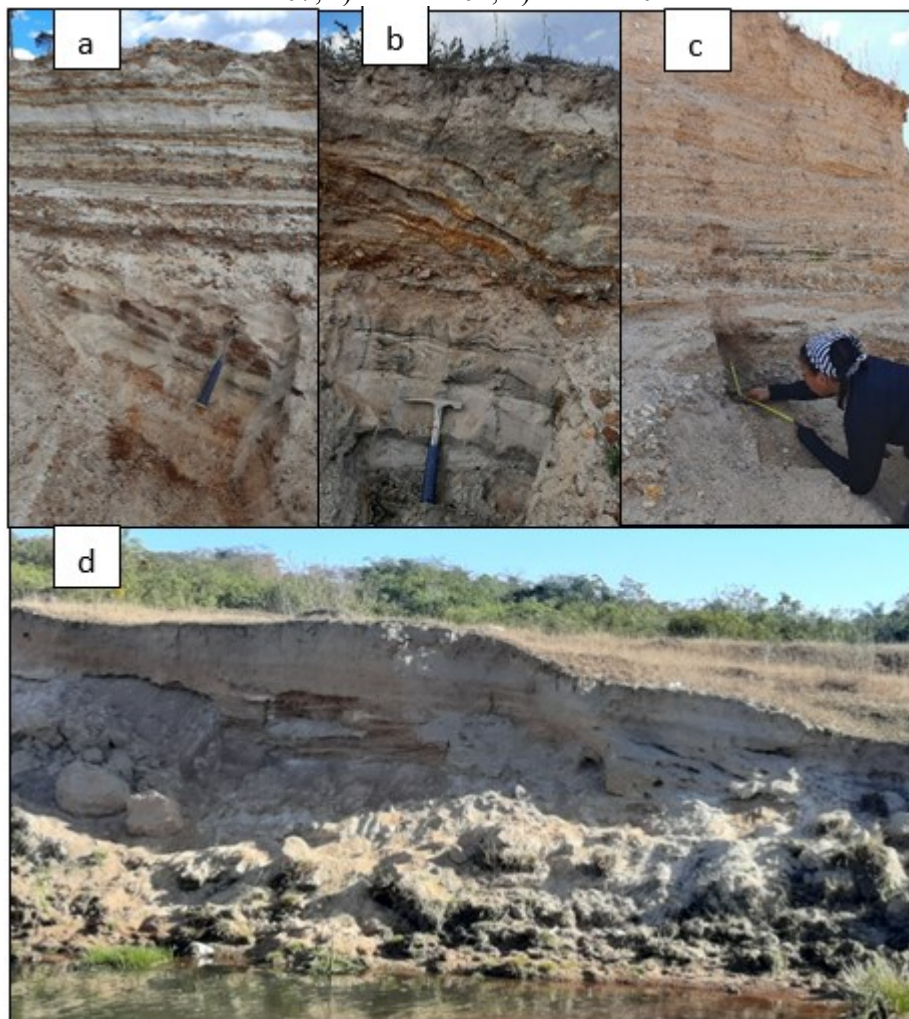
Em suma, é possível destacar nos fundos de vale levantados que a morfotecnogênese se reflete em arquivos fluviais com depósitos tecnogênicos diretos e total ou parcialmente induzidos (Figura 59; Figura 60).

Figura 59 – Depósitos integralmente tecnogênicos: a) Perfil Dt03, de acumulação direta e induzida; b) Perfil Dt08, de acumulação tecnogênica indiferenciada e induzida; c) Perfil Dt05, de acumulação induzida.



Fotos: Alessandra Abreu

Figura 60 – Depósitos parcialmente tecnogênicos e de acumulação induzida: a) Perfil Dt06; b) Perfil Dt07; c) Perfil Dt04; d) Perfil Dt01.



Fotos: Luiz Barros.

Foi possível visualizar nas aerofotos que desde a década de 1960 há extensas áreas de solo exposto e vários focos erosivos no contexto de vertente. Até então, essa morfodinâmica se manteve e se intensificou à medida que a cidade de Datas e as atividades agropastoris foram aumentando, avançando para a planície e nas encostas do Ribeirão Datas. Vale lembrar que a cidade faz parte de um histórico de mineração, sendo um distrito Diamantino até meados do século XX e, assim como outros, servia de base para abastecer os garimpeiros que se aventuraram pelo Ribeirão Datas.

Diante disso, é possível destacar que, apesar da aplicação da datação por LOE ter revelado idades majoritariamente incompatíveis com uma origem tecnogênica para os arquivos fluviais analisados, o histórico de ocupação, alinhado ao constante reuso desses terrenos, tornam-se questões imprescindíveis para a formação dos depósitos tecnogênicos mapeados no trecho. Assim, a análise cronoestratigráfica, isoladamente, não se mostrou totalmente pertinente para a

determinação dos depósitos no vale do ribeirão Datas como tecnogênicos, pois fugiu do que era esperado para o período de atividade humana na região. Foi necessário então apoiar-se nos dados históricos, análise na paisagem, nas características faciológicas e nas discontinuidades percebidas ao longo das sucessões deposicionais.

Destaca-se que, também baseados na análise de arquivos fluviais do Pleistoceno e Holoceno, Carvalho; Magalhães Jr. (2021) apontam para a recorrência de planícies de inundação com idades inferiores a 900 ± 120 anos. Nos vales dos rios Paraúna e Congonhas, as planícies também bastante recentes, com 180 ± 40 anos e 170 ± 25 anos, respectivamente. Embora não tenham como propósito uma abordagem tecnogênica, os autores associam esse fato às alterações na dinâmica hidrossedimentar desses canais em resposta à intensificação das atividades antrópicas. Esse quadro pode estar relacionado a fenômenos de encouraçamento das calhas fluviais, bem como ao recobrimento de níveis fluviais acima da planície de inundação (Carvalho; Magalhães Jr., 2021).

Os perfis analisados neste trabalho apontam para uma dinâmica de agradação, com superposição de ambientes marginais por ambientes de leito ou, pelo menos, com discontinuidade de um processo de acumulação granodecrescente marcado por clara discordância. Assim, esse cenário pode reforçar que os perfis observados no vale do Ribeirão Datas são fruto de uma alteração da dinâmica recente pela agência antrópica.

Outro tipo de morfotecnogênese é verificada na seção do Ribeirão Datas próxima à lavra “Datas de Cima”. Nesse ponto ocorrem diversas escavações e estruturas para desvio d’água para a encosta, além da estrutura em barragem. Esses vestígios de um garimpo artesanal podem ser apontados como uma das áreas-fonte que contribuíram para intensificação da produção e deposição de sedimentos nas áreas próximas à cidade de Datas. Não foi aplicada datação nesse local, mas a análise temporal indica que a área já passou por alterações tecnogênicas antes da década de 1960. Atualmente, só há resquícios de uma atividade garimpeira, predominando extensas fazendas de frutíferas e silvicultura.

Assim, as morfologias tecnogênicas observadas são associadas, em boa parte, mas não exclusivamente, a um extenso revolvimento dos materiais superficiais por uma atividade de garimpo tanto aluvionar quanto de serra. Peixoto e Lima (2004) explicam que uma das etapas importantes para a instalação do garimpo é a retirada de vegetação e de solo orgânico, seja na encosta, planície ou no leito. Costa (2010), Lacerda e Saadi (2017) e Nolasco (2002) discutem ambientes tecnogênicos formados sobre regimes de atividade antrópicas semelhantes.

A análise do NDVI no alto curso do Datas reforça que há uma ausência dessa vegetação e é uma situação que se mantém atualmente (década 2020). Somado a isso e ao quadro

geomorfológico-litológico, as áreas da vertente são as mais propensas ao intenso desenvolvimento de feições erosivas, enquanto no vale aluvial se sobressaem as morfologias de acumulação. Dinâmicas semelhantes são observadas no rio Jequitinhonha, como apontam Souza *et al.* (2022), a ausência da vegetação nas margens e o intenso revolvimento dos sedimentos é capaz de alterar o estilo fluvial e suas feições.

Em suma, ao analisar o vale de forma geral, percebe-se que há um padrão erosivo e de deposição semelhante, seja nos fundos de vale ou na vertente. Apesar de outras atividades antrópicas recentes, como a agricultura, pecuária, extração de areia, e a própria dinâmica de expansão urbana estarem presentes ao longo da bacia hidrográfica do Ribeirão Datas, os vestígios da atividade garimpeira são vistos na região.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises e discussões construídas nesta pesquisa foram pertinentes para entender a influência das atividades antrópicas na formação de depósitos tecnogênicos e como estes se configuram no vale do Ribeirão Datas. Por isso, cabem nesse momento algumas reflexões sobre resultados obtidos, as limitações que recaíram sobre a pesquisa e suas contribuições para a área da geomorfologia fluvial.

Sobre o percurso metodológico, na intenção de responder as perguntas estabelecidas, foi imprescindível alinhar métodos e técnicas que se complementam. Entretanto, uma nova abordagem para se obter uma cronologia adequada para os depósitos tecnogênicos se faz necessária. A aplicação da LOE se mostrou limitada, tendo em vista a possibilidade de baixo esvaziamento do sinal previamente acumulado em depósitos de acumulação direta. Mesmo nos depósitos de acumulação indireta, esse esvaziamento inadequado pode ter ocorrido onde o processo de erosão/deposição ocorreu num curto intervalo espaço-temporal, em vista do volume de materiais rapidamente aportados aos cursos d'água em alguns contextos. Nesse sentido, as evidências de campo foram consideradas preponderantes e a proposta de Miall (2016) se mostrou um guia de grande importância para as interpretações estratigráficas.

A aplicação da classificação dos terrenos tecnogênicos foi pertinente para visualizar a extensão dessas áreas e se há tendência para formação de uma morfologia específica em ambientes diferentes. A proposta de classificação foi capaz de permitir distinguir terrenos com morfologias diretas (Tecnoformas) e indiretas (Geotecnofomas) sobre as áreas de fundo de vale e encostas. Porém, um dos maiores desafios apresentados durante a sua aplicação foi a falta de uma base cartográfica com resolução espacial mais adequada, tornando a interpretação e mapeamento das feições uma tarefa desafiadora. A análise temporal a partir da aplicação do índice NDVI também se mostrou comprometida pela resolução espacial das imagens disponíveis para a área.

Apontar o tipo de atividade antrópica que impactou diretamente a formação dos arquivos fluviais mostrou-se uma tarefa complexa, uma vez que vários tipos de atividades antrópicas estão e estiveram presentes no vale aluvial ao longo dos últimos séculos. Mesmo assim, é possível apontar o garimpo aluvionar como um importante contribuinte para a reconfiguração do vale e formação dos arquivos fluviais, conforme o histórico levantado da região.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. A. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-18, 1995.
- 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 - Journal of Applied and Regional Geology**, [S.l.], v. 158, n. 1, p. 9, 2007.
- ALMEIDA-ABREU, P. A.; MUNHÓZ, D. T. V. A reconstituição paleogeográfica e o estudo dos minerais pesados como indicativos de áreas fontes primárias dos diamantes da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 2., 1983, Belo Horizonte. **Anais do...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1983. Boletim 3, p. 219-234.
- AMARAL-SANTOS, E.; JELINEK, A. R.; ABREU, P. A. A.; GENEZINE, F.A. Phanerozoic cooling history of Archean/Paleoproterozoic basement in the southern Espinhaço Range, southeastern Brazil, through apatite fission-track analysis. **Journal of South American Earth Sciences**, [S.l.], v. 96, 2019.
- 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.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A.; COE, H. H. G. Distribuição espacial das voçorocas em Gouveia-MG: fatores associados. **Revista Geonorte**, [S.l.], v. 3, n. 4, p. 634-647, 2012.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 50-69, 2011.
- BARRETO, M. L. Aspectos legais do garimpo. In: LINS, F. F. (Coord.). **Aspectos diversos da garimpagem de ouro**. Rio de Janeiro: CETEM, 1992. (Tecnologia Mineral, 54). p.77-88.
- BARROS, L. F. P.; SALGADO, A. A. R.. Geocronologia aplicada à análise dos sistemas fluviais. In: MAGALHÃES JR., A. P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 325-351.
- BENITEZ, L.; CHAVES, M. L. S. C.; TATUMI, S. H. Datação por termoluminescência em quartzo dos depósitos coluvionares diamantíferos (“gorgulhos”) da região de Diamantina (MG). In: Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4., 2005, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005. Boletim 14, p. 15-18.
- BISWAS, R. H. Development and Application of Luminescence to Earth and Planetary Sciences: Some Landmarks. **Defect and Diffusion Forum**, [S.l.], v. 357, p. 217-243, 2014.
- BRIDGE, J. S. **Rivers and floodplains: forms, processes, and sedimentary record**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2003.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and river management**: applications of the river styles framework. John Wiley & Sons: [S.l.], 2013.

CAMILO, C. J.; GURGEL, C. L.; SANTOS, M. O.; SILVA, R. H. A domesticação da natureza como marco da história humana. In: ALBUQUERQUE, U. P.; SOUZA, T. G. **Introdução ao antropoceno**. 1.ed. Recife: NUPEA, 2022. 106 p.

CARVALHO, A. **O papel dos processos fluviais na evolução do modelado do relevo na bacia do Rio Paraúna, Serra do Espinhaço Meridional-MG**. 2019. 235 f. Tese (doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

CARVALHO, A.; MAGALHÃES JR., A. P. 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, p. 770, 2021.

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**, [S.l.], 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**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 691-708, 2018.

CHAVEZ, M. L. S. C.; SVISERO, D. P. 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, p. 49-57, 1993.

CHEMEKOV Y. F. Technogenic deposits. In: INQUA Congress, 11., 1983, Moscou. [**Anais...**] Moscou: INQUA, 1983. p. 62.

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

COSTA, A. G. As Estradas Reais para as Minas na cartografia histórica do Brasil. In: **A Estrada Real e a transferência da corte portuguesa**: Programa Rumys - Projeto Estrada Real. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq/CYTED, 2009. p.7-20.

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

COTTA, J. C.; LUZ, A. B. Noções de Geologia e Lavra. In: LINS, F. A. F.. **Aspectos diversos da garimpagem de ouro**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1992. Cap. 1.

CRUTZEN, P. J., STOERMER, E. F. The “Anthropocene” (2000). In: ROBIN, L.; SORLIN, S.; WARDE, P (orgs.). **The Future of Nature**: Documents of Global Change. New Haven: Yale University Press, 2013.

CRUTZEN, P.J. The Anthropocene. In: EHLERS, E.; KRAFFT, T. (eds.). **Earth system science in the Anthropocene**. Basingstoke: Springer, 2006. p. 13-18.

CUNHA, P. M. R. R. P.; MARTINS, A. A. Aplicação de métodos de luminescência e da ressonância de spin eletrônica na datação de unidades sedimentares quaternárias e da evolução das paisagens. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências – UNICAPM, 2017. p. 3098-3109.

DIAS, R. R. **Reconstituição paleoambiental da bacia hidrográfica do rio Paraúna, MG, relacionada a processos fluviais e geomorfológicos, através de biomineralizações de sílica**. 2020. 266 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

DUSSIN, I. A.; DUSSIN, T. M. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 1995

ESCHWEGE, W. L. von. **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.

FERREZ, M. **Lavage des diamants (a Minas)**. 1 foto, papel albuminado, p&b, 14,7 x 21,7 cm. Disponível em: http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon57482c/icon847570.jpg. Acesso em: 29 de maio de 2023.

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. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 43, p. 124-139, 2018.

FRANÇA JR., P. Depósitos tecnogênicos e os riscos ambientais. In: FRANÇA JR., P. (Org.). **Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos**. Ituiutaba: Editora Barlavento, 2020. p. 137-151.

FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J.; PRESTON, N. J.; KASAI, M. Buffers, barriers and blankets: The (dis)connectivity of catchment-scale sediment cascades. **Catena**, [S.l.], v. 70, n. 1, p. 49-67, 2007.

GONÇALVES, C. S. Diamantina: breve relato de sua formação. **Revista arq.urb**, [S.l.], n. 8, p. 38-59, 2012.

GUEDES, C. C. F.; SAWAKUCHI, A. O.; GIANNINI, P. C. F.; DEWITT, R.; AGUIAR, V. A. P. Datação por luminescência opticamente estimulada: princípios e aplicabilidade nos depósitos sedimentares brasileiros. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 13.; Encontro do Quaternário Sulamericano, 3., Búzios, 2011. **Anais... ABEQUA**, 2011a.

GUEDES, C. C. F.; GIANNINI, P. C. F.; SAWAKUCHI, A. O.; DEWITT, R.; NASCIMENTO JR., D. R.; AGUIAR, V. A. P.; ROSSI, M. G. Determination of controls on Holocene barrier progradation through application of OSL dating: The Ilha Comprida Barrier example, Southeastern Brazil. **Marine Geology**, [S.l.], v. 285, n. 1-4, p. 1-16, 2011b.

GUEDES, C. C. F.; SAWAKUCHI, A. O.; GIANNINI, P. C. F.; DEWITT, R.; AGUIAR, V. A. P. Luminescence characteristics of quartz from Brazilian sediments and constraints for OSL dating. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [S.l.], v. 85, n. 4, p. 1303-1316, 2013.

HASUI, Y. A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. **Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 141-169, 2010.

HORÁK-TERRA, I. **Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial APE Pau de Fruta, Serra do Espinhaço Meridional –MG**. 2009. 282 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

HORÁK-TERRA, I.; CORTIZAS, A. M.; LUZ, C. F. P.; LÓPEZ, P. R.; SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. 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**, [S.l.], v. 437, p. 117-131, 2015.

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**, [S.l.], v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **CIDADES: GOUVEIA**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 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, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 jan. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geomorfologia**. Brasília, 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoesambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html>. Acesso em 03/12/2023.

JAIN, M.; MURRAY, A.; BOTER-JENSEN, L. Optically Stimulated Luminescence Dating: How Significant is Incomplete Light Exposure in Fluvial Environments? **Quaternarie**, v. 15, n. 1, pp. 143-157, 2004.

JAXA – JAPANESE AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. **METI ALOS PALSAR L1.0**. 2021. Disponível em <https://asf.alaska.edu/> Acesso em 11 de março de 2023.

JULIÃO, C. **Escravos britadores de pedra para a extração de diamantes**. 1 desenho, aquarela, col, 45,5 x 35. Disponível em: http://acervo.bndigital.bn.br/sophia/index.asp?codigo_sophia=22585. Acesso em: 29 de maio de 2023.

JULIÃO, C. **Extração de diamante**. 1 desenho, aquarela, col, 45,5 x 35. Disponível em: http://acervo.bndigital.bn.br/sophia/index.asp?codigo_sophia=22586. Acesso em: 29 de maio de 2023.

JULIÃO, C. **Serro Frio: trabalho de lavagem do cascalho, feito por escravos**. 1 desenho, aquarela, col, 45,5 x 35. Disponível em:

http://acervo.bndigital.bn.br/sophia/index.asp?codigo_sophia=22587. Acesso em: 29 de maio de 2023.

KNAUER, L. G. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. **Geonomos**, Belo Horizonte, 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**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 56-68, 2016.

LACERDA, M. O. **A paisagem da terra dos diamantes: Passado e presente a favor de uma reflexão prospectiva**. 2014. 303 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

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

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

LIMA, E. S. **Aluviões diamantíferos da foz dos rios Jequitinhonha e Pardo-fase I**. Salvador: CPRM, 2016.

LINS, F. A. F.. **Aspectos diversos da garimpagem de ouro**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1992.

LOPES, F. A.; CASTRO, P. de T. A.; CARVALHO, A.; LANA, C. E. Datação por luminescência opticamente estimulada: aplicabilidade em fácies rudáceas de leques aluviais do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 24, n. 4, 2023. DOI: 10.20502/rbgeomorfologia.v24i4.2394.

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

MAGALHÃES JR., A. P.; BARROS, L. F. P.. Depósitos fluviais e feições 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, 2020. p. 259-278.

MAGALHÃES JR., A. P.; BARROS, L. F. P. 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**. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 297-323.

MAHAN, S.; WOOD, J. R.; LOVELACE, D. M.; LADEN, J.; MGCUIRE, J. L.; MEACHEN, J. A. Luminescence ages and new interpretations of the timing and deposition of Quaternary sediments at Natural Trap Cave, Wyoming. **Quaternary International**, [S.l.], v. 647-648, p. 22-35, 2023.

MALHI, Y. The concept of the Anthropocene. **Annual Review of Environment and Resources**, [S.l.], v. 42, p. 77-104. 2017.

MARTINS, M. L. Mineração, agricultura e degradação ambiental em Minas Gerais nos séculos XVIII e XIX. **LPH: Revista de História**, Ouro Preto, n. 4, 1994.

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

MARTINS, M. L. Os conflitos na mineração e a Justiça Diamantina, Minas Gerais, décadas de 1850-1880. **Varia História**, Belo Horizonte, v. 30, p. 207-230, 2014.

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

MARTINS-NETO, M. A. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleo/Mesoproterozóico. **Brazilian Journal of Geology**, [S.l.], v. 28, n. 2, p. 151-168, 1998.

MELLO, C. M. Aloestratigrafia e análise de fácies: "revoluções" na geologia sedimentar e o estudo do quaternário. **Anuário do Instituto de Geociências**, [S.l.], v. 17, p. 93-108, 1994.

MENDES, Laís Carneiro; FELIPPE, Miguel Fernandes. A geomorfologia do tecnógeno e suas relações com o rompimento da Barragem Fundão (Mariana, Minas Gerais). **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 6, n. 4, 2016.

MIALL, A. D. 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, 1985.

MIALL, A. D. **Fluvial depositional systems**. [S.l.]: Springer International Publishing, 2014.

MIALL, A. D. Facies Analysis. In: MIAL, A. D. **Stratigraphy: A Modern Synthesis**. Nova Iorque: Springer, 2016. Cap. 3.

MIYAZAKI, L. C. P. Technogenic deposits: a new geographical evaluation approach. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 53-66, 2014.

MOURA, J. R.; MELLO, C. L. Classificação aloestratigráfica do Quaternário superior na região de Bananal (SP/RJ). **Brazilian Journal of Geology**, [S.l.], v. 21, n. 3, p. 236-254, 1991.

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

MURRAY, A. S.; OLLEY, J. M. Precision and accuracy in the optically stimulated luminescence dating of sedimentary quartz: a status review. **Geochronometria: Journal on Methods & Applications of Absolute Chronology**, [S.l.], v. 21, p. 1-16, 2002.

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

NOLASCO, M.C.; MEDEIROS, R.; OLIVEIRA A. M. Depósitos diamantíferos garimpáveis das lavras diamantinas, BA: a geologia do olhar garimpeiro. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 457-470, 2001.

OLIVEIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M. R. M. Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [S.l.], v. 5, n. 1, 2014.

OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6., 1990, Salvador. **Atas...** Salvador: ABGE, 1990. p. 411-415.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M.C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. 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. 2005.

PAZZAGLIA, F. J. Fluvial Terraces. In: SHRODER, J.; WOHL, E. (Ed.). **Treatise of Geomorphology**. Amsterdam: Elsevier, 2022. p. 639-679.

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**, Ouro Preto, v. 57, p. 249-254, 2004.

PELESCH, A. S.; PEIXOTO, M. N. O. Rios urbanos: contribuições da Antropogeomorfologia e dos estudos sobre os Terrenos Tecnogênicos. **Revista Brasileira de Geografia**, [S.l.], v. 65, n. 1, p. 2-22, 2020.

PELOGGIA, A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografiação 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), 1999. p.35-50.

PELOGGIA, A. U. G. O Tecnógeno existe? In: Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia, 9., 1999, São Pedro. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1999.

PELOGGIA, A. U. G.. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 9., 2003, Recife. **Anais...** ABEQUA, 2003.

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**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 1-17, 2019.

PELOGGIA, A. U. G. 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, p. 133-145, 2020.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, A. A.; SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 28-40, 2014.

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...** ABEQUA, 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**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 37-47, 2023.

PRICE, S. J.; FORD, J. R.; COOPER, A. H.; NEAL, C. 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: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, [S.l.], v. 369, n. 1938, p. 1056-1084, 2011.

QUINTÃO, R. G. **Sob o régio braço: a Real Extração e o abastecimento no Distrito Diamantino (1772-1805)**. 2017. 150 f. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

RENGER, F. As rochas ultrabásicas da Serra do Espinhaço, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v. 2, p. 151-160, 1972.

RENGER, F. E. Regimes de extração e produção de diamantes do Serro Frio no século XVIII. In: Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4., 2005, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005. p. 139-142.

RENGER, F. E.; ALMEIDA-ABREU, P. A. The southern Espinhaço mountain range: its geodynamic evolution and diamond mineralization. In: 31 International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro. **Field trip guide**. Rio de Janeiro, 2000. p. 1-36.

RENGER, F. E.; MACHADO, M. M. M.; SANTOS, M. M. D. Os mapas do achamento dos diamantes no Serro Frio. In: Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante, 4., 2005, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005. p. 143-147.

RIEDEL, A. **Lavra de diamantes do Sr. Felisberto D'Andrade Brant: S. João da Chapada**. [1869]. 1 foto, papel albuminado, p&b, 23,6 x 27,9. Disponível em: http://acervo.bndigital.bn.br/sophia/index.asp?codigo_sophia=5568. Acesso em: 29 de maio de 2023.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992. DOI: 10.7154/RDG.1992.0006.0002.

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, 3., 1974, Washington DC. [**Anais...**] NASA: Washington DC, 1974. p. 309-317.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais** (Tensões Intraplaca, Descontinuidades Crustais e Morfogênese). 1991. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.

SAADI, A. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.

SAADI, A.; VALADÃO, R. C. O Cenozóico da porção mediana-central do Espinhaço Meridional – 1ª Síntese. In: Congresso da ABEQUA – Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1., 1987, Porto Alegre/RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/ABEQUA, 1987. p. 393-407.

SAINT-HILAIRE, A.. **Viagens pelo distrito dos diamantes e litoral do Brasil**. Tradução: Leonam de Azeredo Pena. São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Porto Alegre: 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**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 31-40, 2003.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A. M. F. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 402-413, 2007.

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

SCHUMM, S. A. Geomorphic thresholds and complex response of drainage systems. In: MORISAWA, M. (Ed). **Fluvial geomorphology**. Binghamton: State University of New York, 1973. p. 69-85.

SCHUMM, S. A. Geomorphic Thresholds: the Concept and Its Applications. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 4, n. 4, p. 485-515, 1979.

SCLIAR, C. Dotação mineral, meio ambiente e desenvolvimento no Alto Jequitinhonha. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 65-75, 1995.

SEAR, D. A.; NEWSON, M. D.; THORNE, C. R. **Guidebook of applied fluvial geomorphology**. London: Thomas Telford, 2010.

SILVA, A. C.; HORÁK, I.; CORTIZAS, A. M.; VIDAL-TORRADO, P.; RACEDO, J. R.; GRAZZIOTTI, H.; SILVA, E. B.; FERREIRA, C. A. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional-MG: I-caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 33, p. 1385-1398, 2009.

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

SILVA, E. C. N.; DIAS, M. B. G.; MATHIAS, D. T. 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, p. 1-11, 2014.

SILVA, M. L.; SILVA, A. C.. Gênese de turfeiras e mudanças ambientais quaternárias na Serra do Espinhaço Meridional–MG. **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 393-404, 2016.

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

SILVA, R. R. Roteiro Geológico da área de Diamantina, Minas Gerais: a Fase Rift da bacia proterozoica do Espinhaço, a partir do reconhecimento de discordâncias sedimentares. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 42-55, 2013.

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**, [S.l.], 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.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

STRAFORINI, R. Os caminhos reais do ouro: apropriação e práticas espaciais no século XVIII. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 35, n. 1, p. 63-80, 2010.

SUGUIO, K; RICCOMINI, C.; SALLUN, A. E. M.; SALLUN FILHO, W.; ARONCHI NETO, P. Provável significado geológico de idades LOE (luminescência opticamente estimulada) da formação Itaquaquecetuba, SP. **Geologia USP - Série Científica**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 49-56, 2010.

TER-STEPANIAN, G. Did the Quinary start?. In: INQUA Congress, 11., 1983, Moscou. **[Anais...]** Moscou: INQUA, 1983. p. 260.

TER-STEPANIAN, G. Geological aspects of geotechnical engineering. In: International conference on soil mechanics and foundation engineering, 11., 1985, San Francisco. **Proceedings of...** San Francisco: International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 1985. p. 377-390.

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

TURNER II, B. L.; KATES, R. W.; MEYER, W. B. The Earth as Transformed by Human Action in Retrospect. **Annals of the Association of American Geographers**, [S.l.], v. 84, n. 4, p. 711-715, 1994.

UHLEIN, A.; ERSINZON, F.; UHLEIN, G. J.; ALCÂNTARA, D. G.. Estratigrafia e sistemas deposicionais do Supergrupo Espinhaço e Grupos Bambuí e Macaúbas: roteiro de campo na Serra do Espinhaço Meridional (MG). **Terræ Didactica**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 244-257, 2017.

UHLEIN, A.; TROMPETTE, R.; EGYDIO-SILVA, M. Rifteamentos superpostos e tectônica de inversão na borda sudeste do Cráton do São Francisco. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 99-107, 1995.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization (PostScript Implementation). **U.S. Geological Survey Techniques and Methods**, [S.l.], v. 11, n. A2, 2006.

VARAJÃO, C. A. C.; VARAJÃO, A. F. D. C.; OLIVEIRA, F. S. Solos e superfícies de erosão: uma contextualização da evolução da paisagem na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), Minas Gerais. **Revista Espinhaço**, Ouro Preto, v. 9, p. 17-42, 2020.

VERSTRAETEN, G.; BROOThAERTS, N.; VAN LOO, M.; NOTEBAERT, B.; D'HAEN, K.; DUSAR, B.; DE BRUE, H. Variability in fluvial geomorphic response to anthropogenic disturbance. **Geomorphology**, [S.l.], v. 294, p. 20-39, 2017.

WALLINGA, J. Optically stimulated luminescence dating of fluvial deposits: a review. **Boreas**, [S.l.], v. 31, n. 4, p. 303-322, 2008.

ANEXO 1 – Glossário do Garimpo

Esse glossário tem o objetivo de auxiliar na compreensão de alguns termos populares, originados do garimpo utiliza para técnicas, ferramentas, materiais e ambientes de extração na região de Diamantina, de acordo com (LACERDA, 2014).

Bateia: travessa redonda originalmente feita de madeira escavada. Bater peneirada: garimpar do modo artesanal, individual. Bica: equipamento de garimpo semimecanizado, de pequeno porte, formado por uma caixa de metal e um pequeno canal por onde corre a água; própria para pré-selecionar o material diamantífero

Bicame: conjunto de caixotes condutores das águas fluviais desviadas do leito natural de um rio.

Bomba catiadeira: máquina utilizada para puxar cascalho junto com a água do fundo do rio; é movida por um motor de 4 ou 6 cilindros que bombeia o cascalho ao longo de tubulações até a caixa da bica.

Canga: nome popular do conglomerado, rocha de origem metassedimentar, a matriz secundária do diamante. Canjica: o cascalho desengomado ainda não apurado

Carumbé: travessa redonda usada para transportar cascalho Cascalho: nome genérico para seixo rolado no leito do rio ou gorgulho de grupiara; material bruto, rico em diamante. Cata: lugar de onde se retira o cascalho rico.

Desmonte: técnica de garimpo de massa que consiste em utilizar um esguicho de água sob pressão para desbarrancar o material para a lavagem.

Faiscador: garimpeiro que trabalha sozinho e emprega somente métodos artesanais.

Gorgulho: tipo espacial de cascalho, composto quase que exclusivamente de pedaços angulosos de rocha; a ocorrência do gorgulho caracteriza o garimpo de grupiara.

Piçarra: rocha sedimentar argilosa utilizada como indicadora do fundo da camada diamantífera. Existe a piçarra cremosa, a empedrada e a falsa.

Veio do rio: leito do rio.

Virar o rio: desviar o rio para um curso lateral artificial a fim de secar o leito natural e deixar exposto o cascalho rico em diamante.

Valo: fosso cavado na terra usado para receber as águas de um rio desviado do seu curso natural. Pode ser feito com um muro de pedra ou de cimento quando o terreno não permite cavar a terra. O valo possui a mesma função do bicame.