

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU)  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA (IG)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (PPG GEO)

ANTONIO DAS GRAÇAS JOSÉ DOS SANTOS JÚNIOR

**AÇÕES ANTROPOGÊNICAS E IMPLICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA  
DO RIBEIRÃO DAS LAJES (BURITIZEIRO-MG):  
Enfoque na dinâmica de veredas**

Uberlândia – MG  
2023

ANTONIO DAS GRAÇAS JOSÉ DOS SANTOS JÚNIOR

**AÇÕES ANTROPOGÊNICAS E IMPLICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA  
DO RIBEIRÃO DAS LAJES (BURITIZEIRO-MG):**

**Enfoque na dinâmica de veredas**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais, Linha 2 (Estudos Ambientais e Geotecnologias)

Orientador: Prof. Dr. Alan Silveira

Uberlândia – MG  
2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S237 Santos Júnior, Antonio das Graças José dos, 1988-  
2023 Ações Antropogênicas e Implicações Geomorfológicas na  
Bacia do Ribeirão das Lajes (Buritizeiro-MG) [recurso  
eletrônico] : Enfoque na dinâmica de veredas / Antonio  
das Graças José dos Santos Júnior. - 2023.

Orientador: Alan Silveira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Pós-graduação em Geografia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.168>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Geografia. I. Silveira, Alan, 1981-, (Orient.). II.  
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em  
Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

ANTONIO DAS GRAÇAS JOSÉ DOS SANTOS JUNIOR

**AÇÕES ANTROPOGÊNICAS E IMPLICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA  
DO RIBEIRÃO DAS LAJES (BURITIZEIRO-MG):  
Enfoque na dinâmica de veredas**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais, Linha 2 (Estudos Ambientais e Geotecnologias)

Uberlândia-MG, 16 de março de 2023.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Alan Silveira (IG UFU)

---

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci (DGPA UNESP Rio Claro)

---

Prof. Dr. Cláudio Antonio Di Mauro (IG UFU)

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo estímulo, carinho e compreensão. Aos meus tios: Júlio (*in memoriam*) e Luís (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor e amigo Alan Silveira o incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Agradeço a minha família, ao meu pai, Antônio, minha mãe, Dalva, a minha irmã, Camila e minhas sobrinhas, Laryssa e Melissa, que são minha base e refúgio.

Agradeço aos colegas de trabalho que me apoiaram e me apoiam e que sem eles minha caminhada não seria possível, em especial a Maria Eliete, Greycyelle, Franscilene, Hudson Irisleide e Jacqueline.

Agradeço ao meu grande amigo Antonio Carlos, com as diversas conversas expiradoras e estimuladoras.

Agradeço a Fundação João Pinheiro (FJP) pela concessão de fotos aéreas de 1964, voo AST-10 da USAF.

Agradeço aos professores da pós-graduação pelos ensinamentos: João Vitor Meza Bravo, Jorge Luis Silva Brito, Mirlei Fachini Vicente Pereira, Gelze Serrat de S. Campos Rodrigues, Luiz Antônio de Oliveira, Sílvio Carlos Rodrigues e Adriany de Ávila Melo Sampaio.

Agradeço aos componentes da banca, a professora Cenira Maria Lupinacci que desde a defesa do projeto vem acompanhando a evolução deste trabalho e despertando futuras pesquisas. Ao professor Cláudio Antonio Di Mauro pelos apontamentos que me despertou para futuras investigações.

“O mais importante e bonito, do mundo, é isto: que as pessoas não estão sempre iguais, ainda não foram terminadas – mas que elas vão sempre mudando”

(Guimarães Rosa)

## RESUMO

A bacia do Ribeirão das Lajes localiza-se no município de Buritizeiro, região Norte de Minas Gerais, em área reconhecida como Sertão das Gerais com a presença marcante de chapadas e veredas. A partir da década de 1970 foram desenvolvidos projetos de implantação agropecuária na região, que se consolidaram a partir da década de 1980, com ampla ocupação de eucaliptos e pastagens. Essas ações antropogênicas resultaram em implicações ambientais relacionadas à processos morfogenéticos e impactos em veredas. Assim, o objetivo do trabalho relacionou-se a averiguar o histórico de interferências promovidas, bem como as consequências derivadas das ações antropogênicas refletidas nas feições geomorfológicas da bacia do Ribeirão das Lajes. Para isso foi proposto uma investigação antropogeomorfológica aplicada a partir da cartografia geomorfológica retrospectiva, sendo organizados mapeamentos geomorfológicas e de cobertura natural e uso da Terra, resgatando três cenários: de 1964, de 1992 e de 2021. Constatou-se que as condições do meio físico (geológica, geomorfológica e pedológica) denotam suscetibilidade à processos morfodinâmicos. No entanto, as interferências antropogênicas também propiciaram a dinamização desses processos na Bacia, causando a sedimentação e perda de áreas de veredas, sobretudo na Alta Bacia, com intensa ocupação de eucaliptos e pastagens, e mais recentemente com a agricultura irrigada de grãos e café. Destacam-se o histórico de interferências promovidas e as consequências geomorfológicas derivadas para a Lagoa de Cabeceira do Ribeirão das Lajes, a Vereda do Galhão e a Vereda São Roque. Ainda, do ponto de vista da evolução geomorfológica da Bacia, ressalta-se o reconhecimento dos compartimentos: Planalto Tabular, Escarpa Erosiva, Planaltos Residuais, Depressão do São Francisco e Planícies e Terraços do Rio São Francisco. Por fim, considera-se que o trabalho trouxe resultados importantes derivados da aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva para ambiente rural, dando ênfase à dinâmica de veredas.

**Palavras-chave:** Geossistema, Antropogeomorfologia, Cartografia Geomorfológica Retrospectiva, Compartimentos Geomorfológicos.



## ABSTRACT

The Ribeirão das Lajes basin is located in the municipality of Buritizeiro, in the northern region of Minas Gerais, in an area known as Sertão das Gerais, with the strong presence of chapadas and veredas. Starting in the 1970s, agricultural projects were developed in the region, which were consolidated from the 1980s on, with extensive occupation of eucalyptus and pastures. These anthropogenic actions resulted in environmental implications related to morphogenetic processes and impacts on veredas. Thus, the objective of the work was related to investigate the history of interference promoted, as well as the consequences derived from anthropogenic actions reflected in geomorphological features of the Ribeirão das Lajes basin. For this it was proposed an anthropogeomorphological investigation applied from the retrospective geomorphological cartography, being organized geomorphological and natural cover mappings and land use, rescuing three scenarios: 1964, 1992 and 2021. It was found that the conditions of the physical environment (geological, geomorphological and pedological) denote susceptibility to morphodynamic processes. However, anthropogenic interference has also propitiated the dynamization of these processes in the Basin, causing the sedimentation and loss of vereda areas, especially in the upper basin, with intense occupation by eucalyptus and pastures, and more recently with irrigated grain and coffee agriculture. The history of interference promoted and the geomorphological consequences derived for the Ribeirão das Lajes Headwater Lagoon, the Vereda do Galhão, and the Vereda São Roque stand out. Still, from the point of view of the geomorphological evolution of the Basin, the recognition of the compartments is noteworthy: Tabular Plateau, Erosive Escarpment, Residual Plateaus, São Francisco Depression and Plains and Terraces of the São Francisco River. Finally, it is considered that the work brought important results derived from the application of retrospective geomorphological cartography to a rural environment, emphasizing the dynamics of veredas.

**Keywords:** Geosystem, Anthropogeomorphology, Retrospective Geomorphological Cartography, Geomorphological Compartments.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Lajes. ....	15
Figura 2: Organizações espaciais como resultados da relação geossistema-sistema antrópico. ....	18
Figura 3: Roteiro metodológico da pesquisa .....	22
Figura 4 Carta Geológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG) .....	37
Figura 5: Formações rochosas da área de estudo. A: afloramento rochoso da Formação Serra da Saudade, Grupo Bambuí. B: detalhe da litofácies de metassilitos e meta-argilitos da Formação Serra da Saudade. C: afloramento rochoso do Grupo Areado. D: Amostra de arenito do Grupo Areado. ....	38
Figura 6: Superfícies de aplainamento da bacia do Ribeirão das Lajes. ....	40
Figura 7: Carta Pedológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG) .....	41
Figura 8: Neossolo Quartzarênico. A: Perfil em área de descanso de cultivo de eucalipto. B: Amostra para verificação da presença de torrão. C: Perfil em corte da estrada MG-161. D: Ampliação com lupa (em campo) para verificar a presença de agregados e a fração de areia. ....	42
Figura 9: Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ao longo das veredas com a presença de matéria orgânica .....	43
Figura 10: Neossolo Flúvico. A: Amostra de Neossolo Flúvico. B: Constata-se a fração de areia ampliando-se com a lupa. ....	44
Figura 11: Latossolo Vermelho-Amarelo. A: Perfil em área da baixa bacia. B: Ampliação de amostra para verificação da fração areia. C: Presença de torrões, constituído por agregados. ....	45
Figura 12: Uso e ocupação da terra na Bacia do Ribeirão das Lajes. 12A: Preparo para o plantio de eucalipto (seta branca) e área de pastagem (seta amarela). 12B: Contato direto da área do eucalipto com a vereda do Galhão. 12C: Queimada na vereda do Galhão, o que dificulta sua regeneração. 2D: Área de pastagem margeando a vereda do Galhão. 12E: Volume d'água reduzido na vereda do Galhão. ....	49
Figura 13: Uso e ocupação da Bacia do Ribeirão das Lajes. A - Criação de gado na Vereda São Roque na Alta Bacia, assim como na Baixa Bacia. B - Plantação de Eucalipto, ao longo do Ribeirão das Lajes, na Alta Bacia. ....	50
Figura 14: Carta de Unidades Morfológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG). ....	52
Figura 15: Unidades Morfológicas da Depressão Sanfranciscana. A: unidade morfológica de Colinas. B: Planícies e Terraços Fluviais do rio São Francisco na Baixa Bacia. ....	53
Figura 16: Unidades Morfológicas do Planalto Areado (Planalto do São Francisco). ....	54
Figura 17: Carta de Declividade da Bacia do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG). ....	55
Figura 18: Carta Hipsométrica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG) .....	57
Figura 19: Carta de Densidade de Drenagem da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG) .....	58

Figura 20: Carta de Profundidade de Drenagem da Bacia do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG).....	59
Figura 21: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (1964).....	62
Figura 22: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (1992).....	63
Figura 23: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (2021).....	64
Figura 24: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG - 1964..	68
Figura 25: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG – 1992 .	69
Figura 26: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG – 2021.	70
Figura 27: Setores da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG).....	72
Figura 28: Recorte comparativo entre os cenários de 1964, 1992 e 2021, alteração de cobertura natural e de Uso da Terra e Geomorfológica.....	73
Figura 29: Área da extinta lagoa da cabeceira do Ribeirão das Lajes. ....	74
Figura 30: Processos de arenização em estradas não pavimentadas. A: Cabeceira do Ribeirão das Lajes. B: Cabeceira da Vereda do Galhão.....	75
Figura 31: Recorte comparativo dos cenários de 1964, 1992 e 2021, com notáveis ravinas ao longo do Ribeirão do Lajes.....	76
Figura 32: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, cobertura e uso e processos atuantes na cabeceira da vereda do Galhão.....	77
Figura 33: Cobertura e uso da Terra na vereda do Galhão. A: Plantio de eucalipto na cabeceira do Galhão (carreadores em direção à vereda). B: Substituição cerrado e eucalipto por pastagem na vereda do Galhão. ....	78
Figura 34: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021 para a vereda do Galhão.....	79
Figura 35: Vereda do Galhão em superfície tabular suavemente convexada, atualmente com implantação da silvicultura do eucalipto. ....	80
Figura 36: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, represamento de um galho da Vereda do Galhão. ....	81
Figura 37: Represamento em decorrência da implantação da MG-161. ....	82
Figura 38: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021 para a vereda São Roque.....	83
Figura 39: Vereda São Roque. A: Voçoroca instalada sobre a cabeceira da vereda. B: Represamento instalado na vereda São Roque, à jusante da voçoroca. ....	84
Figura 40: Entalhamento na cabeceira das veredas com remoção das coberturas aluvionares. ....	85
Figura 41: Entalhamento de canal na vereda São Roque (2021).....	86
Figura 42: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média Bacia,	

destaque aos Planaltos Residuais.....	87
Figura 43: Relevos Residuais da Média Bacia. A: Residual de topo convexado e pináculos. B: Residual de topo aguçado. C: Residual de topo convexo. D: Visão dos residuais a partir da Alta Bacia. ....	88
Figura 44: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média Bacia, Escarpa Erosiva. ....	89
Figura 45: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média e Baixa Bacia. ....	90
Figura 46: Estradas vicinais com bolsões para contenção de escoamento superficial, indicada pela seta. ....	91
Figura 47: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Baixa Bacia. ....	92

## QUADROS

Quadro 1: Produtos cartográficos organizados.....	23
Quadro 2: Classes e cores estabelecidas para a hipsometria .....	25
Quadro 3: Classes hipsométricas de acordo com trabalho para área de estudo e município de Buritizeiro/MG .....	25
Quadro 4: Parâmetros para a definição das classes da carta de Declividade da bacia do Ribeirão das Lajes, Buritizeiro/MG .....	26
Quadro 5: Classificação das Unidades Morfológicas da Bacia do Ribeirão das Lajes. ....	29
Quadro 6: Feições geomorfológicas mapeadas e vetorizadas. ....	30
Quadro 7: Classes de Cobertura Natural e Uso da Terra e padrões de fotointerpretação para a Bacia do Ribeirão das Lajes. ....	33
Quadro 8: Síntese das informações para a compartimentação morfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes. ....	60
Quadro 9: Feições denudativas erosivas da Bacia do Ribeirão das Lajes.....	71
Quadro 10: Análise das rupturas topográficas agudas e suaves: 1964, 1992 e 2021 .....	77
Quadro 11: Síntese das informações de Cobertura Natural e Uso da Terra e Geomorfológico da Bacia do Ribeirão das Lajes. ....	93

## GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual das classes de Cobertura Natural e Uso da Terra (1964, 1992 e 2021). 61	61
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Apf	Agradacional de Planície Fluvial
APTF	Área de Planície e Terraço Fluvial
Atf	Agradacional de Terraço Fluvial
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite/ Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais
m	Metros
MG	Minas Gerais
SIG	Sistema de Informações Geográficas

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	Objetivos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO .....	17
2.1	Arcabouço teórico.....	17
2.2	Procedimentos metodológicos.....	22
2.2.1	Base Cartográfica .....	24
2.2.2	Cartas Morfométricas .....	24
2.2.3	Cartas Geológica e Pedológica.....	28
2.2.4	Carta de Unidades Morfológicas.....	28
2.2.6	Cartas de Cobertura Natural e Uso da Terra.....	32
2.2.7	Trabalhos de Campo.....	34
2.2.8	Análise e Discussão dos Resultados.....	35
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.1	Caraterização física.....	36
3.2	Uso e ocupação.....	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.1	Compartimentação Geomorfológica da bacia do Ribeirão das Lajes.....	51
4.2	Cartografia geomorfológica retrospectiva: feições geomorfológicas e a suas relações com a dinâmica do uso da terra.....	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94
6	REFERÊNCIAS .....	97

## 1 INTRODUÇÃO

A interferência no sistema físico-natural (geossistema) impõe ritmos diferentes e aceleram os processos naturais, principalmente os geomorfológicos (PEREZ FILHO; QUARESMA, 2011). Ações antropogênicas causam a perturbação dos sistemas naturais, criando formas como áreas de escavação, construção e despejo, bem como acelerando processos como erosão e sedimentação, mudanças no processo de intemperismo, entre outros (GOUDIE, 2013).

Tais ações antropogênicas que causam alterações dos processos geomorfológicos podem ser investigadas a partir da perspectiva antropogeomorfológica, que discute esses processos e evidencia, por vezes, que determinadas alterações são mais expressivas se comparadas com os processos naturais (SILVA; LUPINACCI, 2021a). A cartografia geomorfológica retrospectiva é um instrumento para a investigação antropogeomorfológica, pois proporciona o acompanhamento e identificação das alterações nas formas de relevo em tempo histórico (ZANATTA *et al.*, 2020).

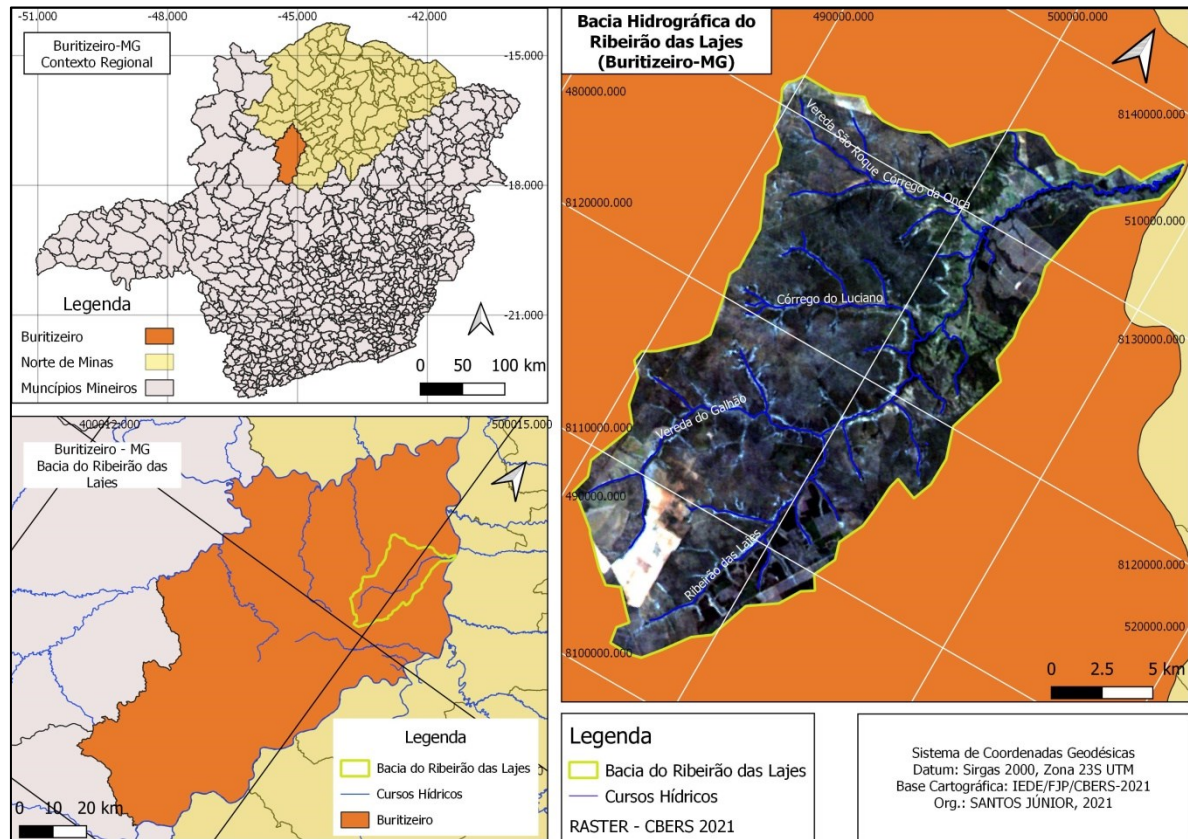
Torna-se assim importante o uso das geotecnologias nos estudos espaço-temporais, principalmente as tecnologias SIGs, que por meio da aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva possibilita a compreensão da relação homem-natureza. Flauzino *et al.* (2010) destacam a utilização dos SIGs como ferramentas para descrever os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente, bem como auxiliam no planejamento e manejo dos recursos naturais existentes.

A bacia hidrográfica é compreendida como um sistema natural, composto de uma superfície geomorfológica modelada pela ação da água, principalmente pela rede de drenagem, em um processo cíclico de entrada e saída de matéria e energia, cuja atividade humana se desenvolve perturbando por muitas vezes os processos naturais ali existentes (PORTO; PORTO, 2008). Para este trabalho a bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes foi selecionada como área de estudo. A bacia se localiza no município de Buritizeiro (MG), posicionado na região Norte de Minas Gerais, microrregião de Pirapora, sendo afluente da margem esquerda do rio São Francisco com área de 392,72 km<sup>2</sup> (Figura 1).

A área é caracterizada pelas unidades de relevo Planaltos do São Francisco e Depressão Sanfranciscana, com litologias do Grupo Areado e Grupo Bambuí e predomínio de solos arenosos (TRINDADE, 2010). Segundo Souza e Souza (2018), o município de

Buritizeiro vem passando pela substituição dos cerrados pelas florestas homogêneas de eucaliptos e pinus, assim como pelas monoculturas de soja e café.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Lajes.



Organização: Santos Júnior (2021).

A década de 1980 remete a consolidação do processo de implantação dos eucaliptais em Buritizeiro, o qual teve início na década de 1970 com a política de desenvolvimento agrário. A partir de uma demanda do mercado a região de Buritizeiro foi impactada pela silvicultura do eucalipto e do pinus, tendo uma espacialização bem significativa dessa atividade por todo o município. Ao longo das últimas décadas (1990 a 2020) foram observados os avanços da pecuária com a criação extensiva de gado e mais recentemente, a implantação das monoculturas de café e soja (GAMA, 2006; MELO, 2008; BAGGIO, 2008). Esse histórico de ocupação contribuiu para a ocorrência de alterações geomorfológicas no interflúvio entre dois grandes rios que limitam Buritizeiro com outros municípios das mesorregiões Norte e Noroeste de Minas Gerais, neste caso o Rio Paracatu e o Rio São Francisco.

Atualmente o uso e ocupação da bacia do Ribeirão das Lajes tem o predomínio de eucalipto na Alta e Média bacia e pecuária extensiva na Alta e Baixa bacia. Destacam-se a supressão de cerrados e os impactos dirigidos às veredas, com recorrentes queimadas e



redução do volume d'água. Como exemplo, nos últimos anos foi implantada a cafeicultura em áreas adjacentes à extensa vereda do Galhão, posicionada nos topos tabulares da Alta Bacia. Essas condições decorrem da intensa exploração dos recursos naturais que resultaram em notáveis impactos ambientais.

Assim, este trabalho buscou responder ao seguinte questionamento: Quais foram as interferências e as consequências das ações antropogênicas na bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes, sobretudo aquelas com reflexos geomorfológicos para o período de 1964 a 2021?

Para respondê-lo, adotou-se como arcabouço teórico da pesquisa a concepção geossistêmica, propondo uma investigação antropogeomorfológica, a partir da cartografia geomorfológica retrospectiva. Com base no histórico de supressão de cerrados para fins agropecuários, bem como na disponibilidade de imagens aéreas, foram organizadas cartas geomorfológicas e de cobertura natural e uso da Terra para os cenários de 1964 (pré-ocupação da monocultura do eucalipto e pecuária extensiva), 1992 (consolidação da ocupação do eucalipto) e 2021 (implantação da pecuária e das monoculturas de café e grãos).

Trata-se, portanto, de um resgate histórico das ações antropogênicas e suas interferências nas formas e dinâmicas do relevo em ambiente rural por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva, com atenção às fortes implicações em veredas.

### **1.1. Objetivos**

O trabalho teve o objetivo principal de averiguar o histórico de interferências promovidas, bem como as consequências derivadas das ações antropogênicas refletidas nas feições geomorfológicas da bacia do Ribeirão das Lajes. Os objetivos específicos relacionaram-se à:

- Compreender a dinâmica físico-natural da bacia;
- Analisar as feições geomorfológicas e as suas relações com a dinâmica de uso da terra por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva;
- Destacar as consequências superficiais derivadas das ações antropogênicas nas veredas da bacia.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Compreende-se que a Geomorfologia estuda as formas de relevo, investigando os processos envolvidos na sua formação, assim como os materiais e agentes envolvidos, a exemplo a ação humana, pois essa ação muitas vezes causa perturbações nos processos geomorfológicos na qual esteja inserida (GUERRA, 2018).

A Geomorfologia, para alguns autores, consiste em uma ciência que tem como base a percepção do observador da paisagem, em que a compreensão do espaço é concebida pela sua totalidade e não fragmentada. (FREITAS *et al.*, 2022). Murray *et al.* (2009) enfocam a geomorfologia como ciência que estuda a mudança da paisagem ao longo do tempo, ligadas as interações: humana, biológica, geológica, hidrológica, química e dinâmica climática.

Os estudos geomorfológicos são de fundamental importância ao planejamento ambiental, com destaque para os mapeamentos geomorfológicos, que buscam representar e sintetizar as formas e processos envolvidos (SILVEIRA; LUPINACCI, 2019).

Na sequência do texto é apresentado o arcabouço teórico da pesquisa (2.1), seguido dos procedimentos metodológicos (2.2).

### 2.1 Arcabouço teórico

A bacia hidrográfica tem sido constantemente utilizada para o ordenamento territorial, pois todas as áreas urbanas ou rurais estão inseridas em alguma bacia hidrográfica, dando-se assim a interconexão entre o meio físico e as atividades antrópicas (COSTA *et al.*, 2016). Essa interconexão e influência do sistema antrópico no sistema físico-natural (geossistema), impõe-lhe ritmos diferentes e aceleram os processos com consequente alteração de suas escalas de tempo de ocorrência (PEREZ FILHO; QUARESMA, 2011). Soares (2004) destaca que:

A concepção de Paisagem para Geografia será, portanto, o campo de atuação capaz de resgatar o ontem e o hoje, em uma determinada área geográfica, onde fazem parte inúmeras variáveis naturais e sociais que vão sendo modificadas ao longo do tempo e espaço. (SOARES, 2004, p. 48)

Assim, a paisagem seria uma manifestação da interrelação do geossistema e do sistema antrópico, ou seja, a expressão das relações sociedade-natureza. A paisagem é o resultado da dinâmica e, portanto, instável, de fatores físicos, biológicos e antrópicos, que atuam entre si, que fazem a paisagem um conjunto único, indissociável e em perpétua evolução (BERTRAND, 2004). Vale (2012) determina que a paisagem seria um organismo, com funções vitais e com componentes que interagem. Loureiro e Guerra (2022) evidenciam que a paisagem, devido as ações antropogênicas modificam a interação dos elementos que compõem geossistema.

A visão sistêmica estabelece a relação sociedade-natureza de forma integrada, portanto trata-se de um instrumento que permite analisar os problemas ambientais (TRICART, 1977). Bertrand (2004) define o geossistema como uma unidade dimensional, constituindo como base para estudos de organização do espaço, resultante da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológico (potencial ecológico), exploração biológica e a ação humana. Sotchava (1977) concebe o geossistema como formações naturais e um sistema aberto, que são regidos pela dinâmica dos fluxos de energia e matéria, que podem sofrer modificações em decorrência da antropização (AMORIM, 2012).

Morin (1977) aponta que a organização é fruto da interação de elementos que compõem o todo, pois para que haja a organização é preciso que haja o caos e a desordem, como consequência de relações complexas, complementares, concorrentes e antagônicas dos elementos que compõem o sistema. Morin (2015) concebe a complexidade como um emaranhado de interações interligadas pois a relação entre o simples (partes) e o complexo é ao mesmo tempo antagônica e complementar, enfatizando a capacidade do sistema de se auto-organizar perante o caos. Murray *et al.* (2009) destacam que a geomorfologia tem se beneficiado dessas relações complexas do sistema, definidos pelas relações não-lineares e a autogênicas de auto-organização.

Dias e Perez Filho (2017) indicam que os geossistemas em Bertrand e Sotchava inicialmente apresentavam divergências, quando o primeiro incluía o homem como componente, ao passo que o segundo apontou o homem como agente interveniente sobre os elementos do meio natural. Os autores, a partir da visão sistêmica de Sotchava, colocam que as organizações espaciais são resultadas da relação do Geossistema (sistema físico-natural) e o sistema antrópico (atividades e ações desenvolvidas pelo homem) (Figura 2).

Figura 2: Organizações espaciais como resultados da relação geossistema-sistema antrópico.



Fonte: Dias e Perez Filho (2017)

A organização espacial é, portanto, uma unidade integrada, composta por diversos componentes, que se inter-relacionam por fluxos de matéria e energia, distinguindo em processos físico-natural (geossistema) e os processos ligados com as atividades humanas (sistema socioeconômicos) (CHRISTOFOLETTI, 1987).

Os geossistemas são interpretados como formações e fenômenos naturais, que devem ser analisados com a interferência humana que altera a sua estrutura, o qual representará um estado diferente do geossistema em relação ao seu processo natural (RODRIGUES, 2001). Rodrigues (2001) aponta que Sotchava analisa o geossistema quanto a sua estrutura homogênea (geômero) e por outro lado, as qualidades que compõem o geossistema (geócoro), ou seja, a combinação complexa de geômeros formando unidades individuais heterogêneas.

Troppmair e Galina (2006) concluem que o geossistema é um sistema natural, complexo e integrado em que há a circulação de energia e matéria, assim como a exploração biológica, incluindo a antrópica. Estes autores destacam ainda que a ação antrópica altera o geossistema em uma escala local, afetando algumas de suas características, não afetando o geossistema a ponto de ser totalmente transformando, descaracterizado ou condenado a desaparecer. Afirmam que o tempo é importante na análise geossistêmica, seja este linear ou cíclico, assim como o tempo antrópico ou de impactos, como o período que se percebe a alteração mais rápida e drástica no geossistema e na paisagem (TROPMAIR; GALINA, 2006).

Perez Filho e Quaresma (2011) definem quatro escalas temporais: a primeira refere-se ao tempo futuro, a segunda ao tempo da natureza, a terceira o tempo histórico do homem e a quarta o tempo presente. Complementam que a escala de tempo da natureza, a do tempo do homem e a do presente se coexistem no espaço (PEREZ FILHO; QUARESMA, 2011). Diante disso, o reconhecimento da distinção e coexistência dessas escalas temporais são relevantes para a compreensão das ações antropogênicas sobre o geossistema.

A geomorfologia tem importante contribuição para a compreensão da relação homem-natureza, pois é na superfície terrestre que se consolidam e materializam as atividades e produção dos espaços humanizados (SILVEIRA; CUNHA, 2010). Zanatta *et al.* (2020) apontam que diversos estudos geomorfológicos buscam identificar a relação homem-natureza, construindo um ramo na geomorfologia dedicado a compreender a ação antrópica como agente geomorfológico, nomeado como antropogeomorfologia.

Segundo Paschoal *et al.* (2012), o trabalho de Nir (1983), “Man, A Geomorphological Agent”, é considerado um marco para as pesquisas que caracterizam o homem enquanto

agente geomorfológico independente. A geomorfologia antropogênica ou antropogeomorfologia contribui para a interpretação das interferências antrópicas sobre o geossistema. Felds (1958) destaca que o homem exerce inúmeras intervenções na natureza, evidenciados por vestígios geomorfológicos, tais como barramentos de canais fluviais, modificando o nível de base local.

Segundo Szabó (2010) a ação humana poderá ser de impacto direto, quando é intencional e consciente, ou de impacto indireto, quando dificilmente poderá ser diferenciada dos processos naturais. Exemplifica como processos de impactos diretos as construções e escavações e como indiretos a aceleração dos processos erosivos, solapamentos, instabilidade geológica, entre outros. (SZABÓ, 2010).

Oliveira *et al.* (2005) destacam o termo Tecnógeno como o período de surgimento das técnicas de trabalho que aparecem na Terra com o homem, transformando significativamente o espaço. Ao comparar os processos naturais e os processos induzidos pela perturbação humana no ambiente, exemplificam o intemperismo (processo natural) e moagem de rocha para obtenção de minério (processo tecnogênico), assim como a dinâmica fluvial (natural) com a canalização e retificação de cursos fluviais (tecnogênico).

França Júnior e Peloggia (2020) mencionam que a ação humana transforma a fisiografia das paisagens, principalmente em razão da globalização que provoca interferência no meio físico, pois acelera os processos produtivos, reduzindo o tempo e o espaço, culminando na criação de um modelado correspondente ao relevo tecnogênico, como consequência dos depósitos sedimentares antropogênicos e a influência humana na fisiologia da paisagem (FRANÇA JUNIOR; PELOGGIA, 2020).

Silva e Lupinacci (2021a) indicam a necessidade de verificação dos estágios de interferência antrópica nos períodos de pré-perturbação (anterior da ação humana), de perturbação ativa e pós-perturbação. Esses períodos representam a cadeia de intervenções humanas, onde há a possibilidade de identificação das alterações e impactos espaciais (SILVA; LUPINACCI, 2021a).

Cunha e Queiroz (2012) destacam que a cartografia geomorfológica é um importante instrumento de verificação e previsão de impactos ambientais, bem como de planejamento e ordenamento espacial, onde a geomorfogênese é constituída por complexos mecanismos que atuam no presente e que atuaram no passado. Caseti (2005) aponta que a cartografia geomorfológica se constitui em um instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos,

capaz de representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, assim como na dinâmica dos processos e suas particularidades.

Segundo o IBGE (2009) é essencial que um mapa geomorfológico contenha uma base geológica, delimitação e descrição das formas do relevo, altimetria, representação morfoclimáticas e morfoestruturais, dinâmica da evolução atual geomorfológica e as formações superficiais. Destaca ainda que com os avanços técnicos utilizados, a exemplo das tecnologias SIG, foi possível ordenar os fatos geomorfológicos e criar uma base taxonômica (IBGE, 2009).

Segundo Rodrigues (2005) a cartografia geomorfológica retrospectiva tem como premissa considerar a interferência antrópica como “ação geomorfológica”, que modifica as propriedades e localização dos materiais superficiais, bem como interfere nas taxas e balanços dos processos de forma direta e indireta (RODRIGUES, 2005). Destaca-se que a cartografia geomorfológica retrospectiva tem aplicações pioneiras no Brasil para espaços urbanizados, como é o caso do trabalho de Rodrigues (2004 e 2005). Mais recentemente, também tem sido aplicada para ambientes rurais, como exemplifica o trabalho de Zanatta *et al.* (2020).

É válido salientar que o mapeamento geomorfológico no Brasil inicia-se a partir da década de 1960, inspirados principalmente na escola francesa, sendo Ab’Sáber um dos precursores da sua execução (NOGUEIRA *et al.*, 2008). Ao tratar da evolução das metodologias de mapeamentos geomorfológicos no Brasil, o IBGE (2009) salientou a I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia, realizada em 1968, que lançou as bases e os princípios da cartografia geomorfológica e delineou o conteúdo essencial de um mapa geomorfológico.

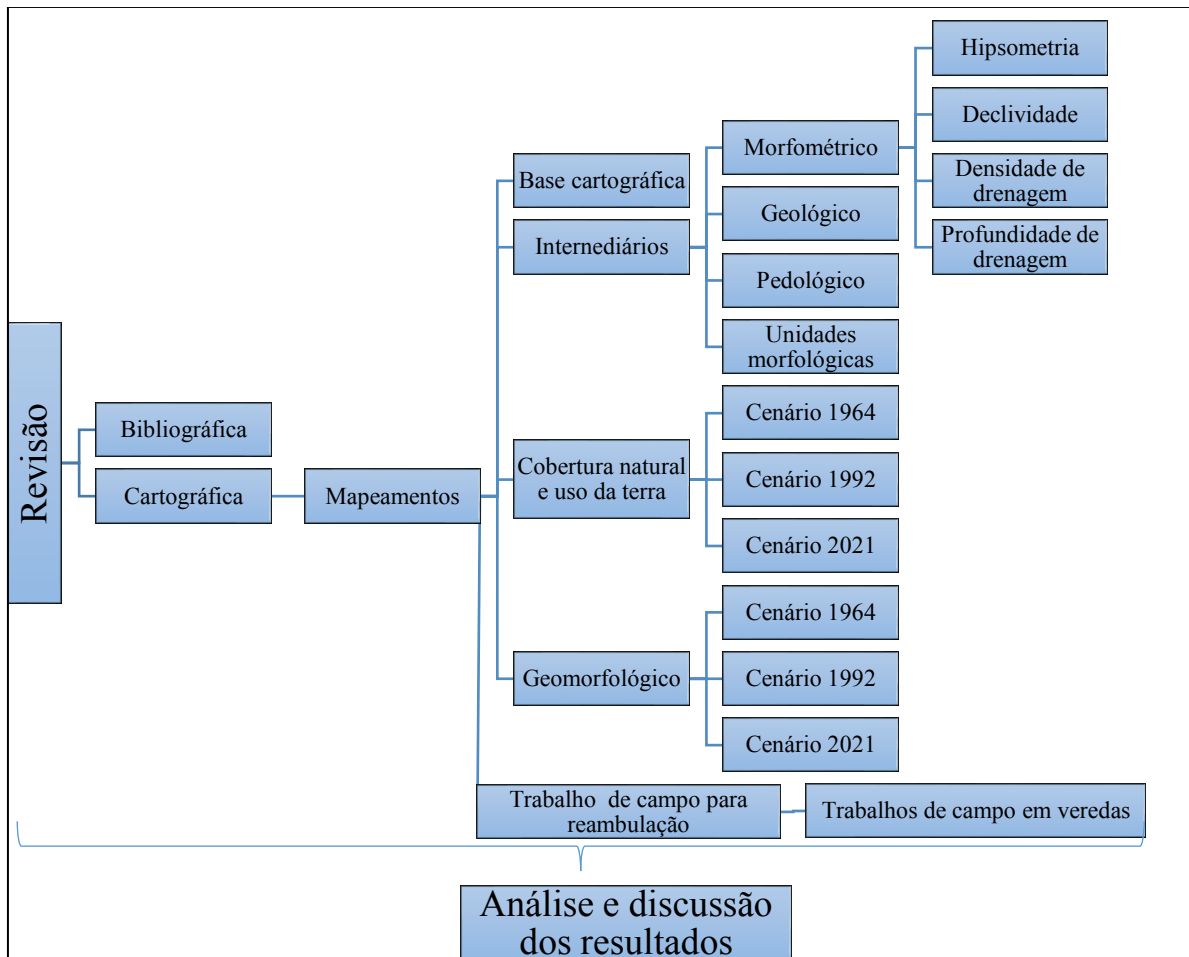
De acordo com Barbosa *et al.* (1984) foi a partir dessas bases e princípios que o Projeto RADAMBRASIL elaborou os primeiros ensaios para uma cartografia geomorfológica. Os autores ainda relatam as fases de desenvolvimento da metodologia desse Projeto, colocando que os fatos geomorfológicos foram ordenados em uma taxonomia em sua quarta fase, hierarquizada em Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Morfológicas e Tipos de Modelados (BARBOSA *et al.*, 1984). Essa abordagem taxonômica trazida pelo Projeto RADAMBRASIL fundamentou Ross (1990; 1992) na organização de uma proposta de representação cartográfica em seis níveis taxonômicos, a qual foi utilizada neste trabalho para o reconhecimento dos compartimentos de relevo da bacia estudada.

Assim, a presente pesquisa tem enfoque nas ações antropogênicas sobre geossistema, propondo uma investigação geomorfológica antropogênica (antropogeomorfológica) por meio da aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva na bacia do Ribeirão das Lajes, posicionada em ambiente rural. Essa aplicação resultou numa sequência de procedimentos que compõem um roteiro metodológico, o qual é detalhado no item a seguir.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

O roteiro metodológico da pesquisa e a sequência de procedimentos associados estão apresentados na figura 3.

Figura 3: Roteiro metodológico da pesquisa



Organização: Santos Júnior (2023).

Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica e cartográfica de trabalhos para a área de estudo e para a região de Buritizeiro, assim como o levantamento sobre temas relacionados ao geossistema, à antropogeomorfologia, à cartografia geomorfológica retrospectiva, às veredas, às bacias hidrográficas e ao histórico de uso e ocupação de Buritizeiro (MG).

Esta etapa foi sequenciada pela produção dos documentos cartográficos (quadro 1), elaborados no software Quantum GIS (QGIS), nas versões estáveis 3.10.13 e 3.16.15, assim como software Google Earth Pro. A etapa de mapeamento foi acompanhada e sucedida pelos trabalhos de campo e pela análise e discussão dos resultados. O contínuo do texto detalha essas etapas.

Quadro 1: Produtos cartográficos organizados.

<b>Produtos Cartográficos</b>	<b>Técnica</b>	<b>Recursos/ Fonte</b>	<b>Escala</b>
Base Cartográfica	Compilação de dados/ Vetorização/ Fotointerpretação	Carta Topográfica do Exército (1973)	1:100.000
Carta Hipsométrica	Interpolação	Carta Topográfica do Exército (1973)	1:100.000
Carta de Declividade	Interpolação	Carta Topográfica do Exército (1973)	1:100.000
Carta de Profundidade de Drenagem	Técnica de Hupb (1988)	Carta Topográfica do Exército (1973)	1:100.000
Carta de Densidade de Drenagem	Técnica de Hupb (1988)	Carta Topográfica do Exército (1973)	1:100.000
Carta Geológica	Vetorização/ Compilação de dados	CPRM/CODEMIG (2014), CODEMIG (2013a e b) CPRM (2002a e b)	1:100.000
Carta Pedológica	Vetorização/ Compilação de dados/ Fotointerpretação	FEAM (2010), CETEC (1983) e EMBRAPA (1979)	1:100.000
Carta de Unidades Morfológicas	Vetorização/ Fotointerpretação	Mapeamentos morfométricos, anáglifos e imagens de Satélite (Google Earth, 2021) (CBERS, INPE, 2021)	1:100.000
Carta Geomorfológica (1964)	Vetorização/ Fotointerpretação. Tricart (1965), Verstappen; Zuindan (1975) e IBGE (2009)	Aerofotografias 1964 (FJP, 1966)	1:60.000
Carta Geomorfológica (1992)	Vetorização/ Fotointerpretação. Tricart (1965), Verstappen; Zuindan (1975) e IBGE (2009).	Anáglifos (Google Earth, 2021).	1:60.000
Carta Geomorfológica (2021)	Vetorização/ Fotointerpretação. Tricart (1965), Verstappen; Zuindan (1975) e IBGE (2009).	Anáglifos (Google Earth, 2021).	1:60.000
Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra (1964)	Vetorização/ Fotointerpretação. IBGE (2013)	Aerofotografias 1964 (FJP, 1966)	1:60.000
Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra (1992)	Vetorização/ Fotointerpretação. IBGE (2013)	Anáglifos (Google Earth, 1992).	1:60.000
Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra (2021)	Vetorização/ Fotointerpretação. IBGE (2013)	Anáglifos (Google Earth, 2021).	1:60.000

Organização: Santos Júnior (2022).

Os mapeamentos morfométricos quantificam os aspectos tridimensionais da superfície, os quais podem ser avaliados a partir de parâmetros como a declividade (gradiente de vertente), a dissecação (profundidade e densidade de drenagem), a hipsometria (classes



altimétricas), entre outros, fornecendo dados sobre a potencialidade de ocorrência de processos denudativos (SILVEIRA *et al.*, 2020).

Para a mensuração de dissecação, chama-se a atenção a proposta de Hubp (1988), que expõe técnicas para elaboração de cartas de densidade e profundidade de drenagem. Segundo Souza *et al.* (2020) a primeira carta permite a interpretação das ações dos cursos d'água na geração de talwegues, ao passo que o segundo documento, destaca a altura vertical entre a linha de cumeada e o talwegue, determinando as maiores profundidades de erosão linear e a distância transversal dos talwegues (SOUZA *et al.*, 2020).

Os dados obtidos pelos mapeamentos geológicos e pedológicos auxiliaram na interpretação das características dos materiais constituintes do meio-físico natural da bacia, que em conjunto com as morfométricas possibilitaram a construção da Carta de Unidades Morfológicas, assim como na identificação de áreas mais propícias das ações denudativas e agradativas do relevo, representando também as fragilidades e as potencialidades referente a dinâmica natural como também de ocupação, condicionadas as características específicas de cada unidade morfológica.

A partir destas informações foi possível analisar as alterações geomorfológicas que ocorreram ao longo do período analisado (1964 a 2021), aceleradas a partir das intervenções antrópicas sofridas ao longo deste período, sendo representadas a partir da cartográfica geomorfológica retrospectiva, correlacionando-as com a Cobertura Natural e de Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes.

### 2.2.1 Base Cartográfica

A Base Cartográfica em escala de 1:100.000, teve como fonte para a sua organização as cartas topográficas da Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército (1973), representadas pelas Folhas Ibiaí (SE-23-X-A-IV), Serra do Jatobá (SE- 23-V-D-III), Pirapora (SE-23-X-C-I) e Santa Fé de Minas (SE-23-V-B-VI). A Base foi enriquecida com canais pluviais e fluviais vetorizados com suporte das imagens de satélites (CBERS, INPE, 2021) e através das imagens do complemento QuickMapServices (QGIS). Este documento foi o suporte para a organização dos mapeamentos morfométricos fundamentados nos trabalhos de Hubp (1988), De Biasi (1992) e Silva e Lupinacci (2021b).







### 2.2.2 Cartas Morfométricas

Com as curvas de nível e os pontos cotados extraídos, foram realizados os mapeamentos morfométricos de hipsometria e de declividade. Esta etapa correspondeu à

criação de um Modelo de Elevação do Terreno, através do comando Processar > caixa de ferramentas > Interpolar TIN, que possibilitou a criação de uma malha triangular (*Triangular Irregular Networks*). Vale salientar que para minimizar erros de efeito de bordas foi necessário extrair (vetorizar) as curvas de nível e os pontos cotados ultrapassando os limites das áreas da bacia.

Na carta Hipsométrica as classes foram definidas através da guia de simbologia presente na caixa Propriedade da camada, sendo assim classificadas (Quadro 2):

Quadro 2: Classes e cores estabelecidas para a hipsometria

Classes de Hipsometria	Legenda
≤ 480 m	
480 -  560 m	
560 -  640 m	
640 -  720 m	
720 -  800 m	
> 800 m	

Organização: Santos Júnior (2022).

Essas classes foram definidas tomando como referências os trabalhos de Trindade (2007), Viana (2006), Melo (2008) e Silva (2016) (Quadro 3).

Quadro 3: Classes hipsométricas de acordo com trabalho para área de estudo e município de Buritizeiro/MG







Autor	Unidade	Cota Altimétrica
Viana (2006)	Superfície Tabular	800 a 1000 m
	Superfície Intermediária	600 a 800 m
	Depressão	500 a 600 m
Trindade (2007)	Chapadas testemunhas de Aplainamento	950 a 1000 m
	Unidades Colinas	850 a 700 m
	Colinas da Depressão	700 a 600 m
	Unidades de vales e Terraços quaternários	550 a 650 m
	Planície Aluvial	470 a 550 m
Melo (2008)	Chapadão dos Gerais	800 a 900 m
	Planaltos rebaixados (Areado)	650 a 750 m
	Depressão	500 a 600 m
Silva (2016)	Superfície de Cimeira (S1)	>900 m
	Superfície Intermediária (S2)	Entre 700 e 900 m
	Depressões interioranas	400 a 700 m

Organização: Santos Júnior (2022).

O outro produto criado a partir do Modelo de Elevação do Terreno foi à carta de Declividade, a partir do comando na guia Raster > Análise > Declividade, abriu a caixa

configuração dos parâmetros de Declividade, onde foi marcada a opção de declividade expressa em porcentagem, tendo o produto final uma imagem raster. Na caixa Propriedade da camada, na guia de simbologia, no campo de tipo de renderização Banda simples falsa-cor, campo interpolar método discreto, modo intervalo igual foram definidas seis classes conforme os valores sugeridos por Silva e Lupinacci (2021b), fundamentados em De Biasi (1970, 1992), na Lei 6.766 (BRASIL, 1979) e na Lei 12.651 (BRASIL, 2012) (Quadro 4):

Quadro 4: Parâmetros para a definição das classes da carta de Declividade da bacia do Ribeirão das Lajes, Buritizeiro/MG

Legenda	Declividade (%)	Parâmetros
	$\leq 2$	Superfície plana a ligeiramente ondulada, ou fundo de vale (vereda) e planície de inundação.
	2 -  5	Limite urbano industrial, utilizado internacionalmente, quando próximo a cursos d'água, são regiões susceptíveis a enchentes e problemas de drenagem, representam áreas de terrenos ligeiramente ondulado a ondulado, tendo solo arável que suporta maquinaria pesada (DE BIASE, 1970).
	5 -  12	12% como limite máximo para o emprego de mecanização na agricultura (DE BIASE, 1970).
	12 -  30	30% como limite máximo para urbanização sem restrições (BRASIL, 2012).
	30 -  45	45% como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas (BRASIL, 2012).
	> 45	Acima dessa declividade não é permitida a derrubada de florestas só sendo tolerada a extração de toras, quando em renima de utilização racional, que vise rendimentos permanentes (DE BIASE, 1970).

Fonte: Silva e Lupinacci, 2021b. Organização: Santos Júnior (2022).

A partir de uma malha quadricular (guia Vetor> Criar> Grade) conforme procedimento técnico estipulado por Hupb (1988) foi realizado a confecção das cartas de Densidade de Drenagem e Profundidade de Drenagem. Para a primeira foram necessárias as camadas (*layer*) de limite da bacia e da rede de drenagem. Foi criada uma grade quadriculada com dimensão de 500X500 metros, levando em consideração a escala do mapeamento 1:100.000, apoiada nos trabalhos de Stefanuto (2016) e Stefanuto e Lupinacci (2016). Também foram testadas outras dimensões, mas a que melhor se enquadrava para a bacia foi a grade de 500X500 metros.

A rede de drenagem foi fragmentada a partir da ferramenta de Interseção utilizando a grade criada. Na Tabela de atributos foi adicionada uma nova coluna com a extensão da rede

de drenagem de cada quadrícula, posteriormente unida pelo comando Unir atributos pela localização, que gerou uma malha quadricular com a extensão de cada rede somada a cada quadrícula. Também foi necessário na sequência criar uma nova coluna na Tabela de atributos com a densidade da rede de drenagem de cada quadrícula, a partir da fórmula:

$$\frac{\textit{Comprimento total dos segmentos de drenagem em cada quadrícula}}{\textit{Área da quadrícula}}$$

Após este cálculo foi gerado uma malha de pontos a partir do comando Vetor> Geometria> Centroides. Com base nesta malha através da interpolação (Processar> caixa de ferramentas> Interpolar TIN), criou-se uma imagem Raster com os valores da densidade. Na caixa Propriedade da camada, na guia de Simbologia, no campo de tipo de renderização Banda simples falsa-cor, campo interpolar linear, modo contínuo se definiu as classes de Densidade variando de verde, com nenhuma drenagem, a marrom, com grande densidade de drenagem.

Para a elaboração da carta de Profundidade de Drenagem (HUPB, 1988) foram necessárias as camadas: Limite da Bacia e Curvas de nível, usando os mesmos comandos para a criação de uma malha quadriculada e com as mesmas dimensões da carta de Densidade de Drenagem.

Foi necessário fragmentar as curvas de nível em cada quadrícula da grade para calcular a elevação máxima e mínima. Na tabela de atributos foram adicionadas duas novas colunas; uma com os valores máximos de elevação e a outra com os mínimos, que foram unidas a cada quadrícula. Adicionou-se uma nova coluna, que calculou a amplitude da elevação de cada quadrícula. Possibilitando a construção de uma malha de pontos com as amplitudes de cada ponto (Vetor > Geometrias > Centroides). Gerou-se por fim uma imagem raster (Processar > caixa de ferramentas > Interpolar TIN).

Na caixa Propriedade da camada, na guia de Simbologia, no campo de tipo de renderização Banda simples falsa-cor, campo interpolar linear, modo contínuo se definiu as classes de profundidade variando de verde, com nenhuma profundidade, a marrom, com grande profundidade de drenagem.

Vale ressaltar que durante a construção tanto da carta de Densidade de Drenagem quanto da carta de Profundidade de Drenagem algumas quadrículas tiveram resultados *null*, e conforme Hupb (1988), as quadrículas que remetessem a tal expressão deveriam ter seu valor igual à zero (0) (STEFANUTO, 2016).

### 2.2.3 Cartas Geológica e Pedológica

A carta Geológica foi organizada a partir da compilação dos dados do mapeamento Geológico de Minas Gerais da CPRM e CODEMIG (2014) e Mapas Geológicos da CODEMIG (2013a e b) e CPRM (2002a e b). Também, foram utilizadas as imagens de satélites do CBERS (INPE, 2021) para delimitação dos litotipos. A partir da guia Raster> Miscelânea> Mesclar, mesclou-se a Bandas 1, 2, 3 e 4 das imagens do CBERS 4A (INPE, 2021), obtidas em 09/06/2021, e com a pansharpering (Processar> caixa de ferramentas> pansharpering) foi possível realizar a melhoria da resolução da imagem resultante das bandas (1 a 4) mescladas, cuja resolução era de 8mX8m, passando para 2mx2m com a Banda pancromática (Band0).

A carta Pedológica da Bacia foi gerada com base no mapeamento de solos do estado de Minas Gerais (FEAM, 2010), assim como no mapeamento realizado pela CETEC (1983) e EMBRAPA (1979), cujas classes foram delimitadas a partir da fotointerpretação de imagens de satélites (CBERS, INPE, 2021) e posteriormente, classificadas e hachuradas com cores indicadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, EMBRAPA, 2018).

### 2.2.4 Carta de Unidades Morfológicas

Com base nos níveis taxonômicos propostos por Ross (1992), os quais foram fundamentados na proposta do RADAMBRASIL (1982), construiu-se a carta de Unidades Morfológicas, através da fotointerpretação das imagens de satélites, com a representação dos segundo, terceiro e quarto níveis taxonômicos. A morfoestrutura (primeiro nível), não foi representada devido à bacia do Ribeirão das Lajes ter sua área totalmente inserida na Bacia Sedimentar do São Francisco. O segundo nível corresponde à morfoescultura, que são geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico (ROSS, 1992).

Os terceiro e quarto níveis taxonômicos são compreendidos, respectivamente, como o conjunto de tipologias de formas, que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e o aspecto fisionômico, e por padrão de formas contidas de forma individualizada nas unidades morfológica (ROSS, 1992). Observa-se que não foi utilizada a matriz dos índices de dissecação, tendo em vista que as cartas de Declividade, Densidade de Drenagem e Profundidade de Drenagem fornecem dados de morfometria. Tais cartas foram sobrepostas para a definição das unidades morfológicas e tipos de formas. Junto a isso, também foi realizada a fotointerpretação da imagem de satélite CBERS (INPE, 2021) para a avaliação da morfografia. Definidos esses compartimentos, os mesmos foram reambulados

em campo. Assim foram definidas cinco unidades morfológicas e seus respectivos tipos de formas (Quadro 5).

Quadro 5: Classificação das Unidades Morfológicas da Bacia do Ribeirão das Lajes.

<b>UNIDADE MORFOESCULTURAL</b>	<b>UNIDADES MORFOLÓGICAS</b>	<b>TIPOS DE FORMAS</b>
Depressão Sanfranciscana	Agradacional	Planície Fluvial
		Terraço Fluvial
Planalto do Areado	Denudacional de topo convexo	Colinas
	Denudacional escarpado	Escarpa Erosiva
	Denudacional de topo tabular	Planalto Tabular
	Denudacional de topo aguçado e convexo	Planalto Residual

Organização: Santos Júnior (2022).

### 2.2.5 Cartas Geomorfológicas

Posteriormente foram realizados os mapeamentos Geomorfológicos para os cenários de 1964, de 1992 e de 2021 por meio da fotointerpretação. No primeiro foram usadas às aerofotografias do projeto USAF-AST-10 de 1964/66 (FJP, 1966), enquanto para os cenários de 1992 e de 2021 utilizou-se as imagens do Google Earth, a partir da técnica de anáglifo utilizada por Miyazaki e Penna (2016).

Os mapeamentos geomorfológicos organizados detalham o quinto e sexto níveis taxonômicos (ROSS, 1992), representados, respectivamente por formas de topos e vertentes e formas pontuais/recentes. Para as feições mapeadas foram utilizadas as simbologias propostas por Tricart (1965); Verstappen e Zuidam (1975) e IBGE (2009). Essas simbologias foram obtidas no banco de Simbologias para Mapeamento Geomorfológico do Laboratório de Geomorfologia (LAGEO) da UNESP (SILVA *et al*, 2022). As simbologias que não estavam disponíveis no banco de dados da LAGEO foram elaboradas e adaptadas a partir do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). O Quadro 6 discrimina as feições geomorfológicas mapeadas.

Quadro 6: Feições geomorfológicas mapeadas e vetorizadas.

Feições mapeadas		Feições Vetoriais	
Formas de vertentes e interflúvios	Formas de topos e vertentes	Convexa	Linha
		Côncava	Linha
		Irregular	Ponto
		Residual	Ponto
		Dale	Ponto
	Formas denudativas	Sulcos	Linha
		Ravina	Polígono
		Voçoroca	Linha
		Marca de erosão difusa	Linha
		Ruptura topográfica aguda	Linha
Ação das águas correntes	Feições de drenagens	Rede Fluvial e pluvial	Linha
		Lagoa de Cabeceira	Polígono
		Lagoa de Várzea	Polígono
	Modelado de entalhe	Vale em fundo plano	Linha
		Vale encaixado em “V”	Linha
	Formas de acumulação	Veredas	Polígono
		Aptf	Polígono
Marca de assoreamento		Ponto	
Modelados antrópicos	Terraço agrícola	Linha	
	Ponte	Ponto	
	Estradas e vias	Linha	
	Represamento	Polígono	

Organização: Santos Júnior (2023)

Ao longo dos levantamentos bibliográficos e cartográficos da área verificou-se a utilização em alguns trabalhos das aerofotografias de 1964, em escala 1:60.000, e buscou junto a Fundação João Pinheiro (1966), responsável pela guarda deste material a possibilidade de cessão destas imagens. Estas aerofotografias são resultantes do acordo Brasil/Estados Unidos – projeto USAF-AST-10 de 1964/66 e, portanto, o período de análise que era inicialmente de 1980 a 2021, passou-se de 1964 a 2021, trazendo uma perspectiva pré-implantação da silvicultura de eucalipto e um sistema atual bastante modificado pela ação humana.

Dessa forma, o mapeamento geomorfológico do ano de 1964 foi realizado a partir das imagens do projeto USAF-AST-10 (FJP, 1966) para a área pesquisada, sendo georreferenciada através do complemento *Freehand Raster Georeferencer* do QGIS. Este complemento possibilita a inserção da imagem a ser referenciada em sobreposição a uma imagem de controle, neste caso a imagem do Google disponibilizada pelo complemento *QuickMapServices*, sendo ajustada e posteriormente vetorizada as feições geomorfológicas da

bacia. A vetorização das feições geomorfológicas foi realizada a partir da imagem em plano (2D), visto que em razão da qualidade das fotos aéreas impossibilitou a geração de anáglifos (imagem em 3D). Tal dificuldade foi minimizada com a sobreposição das fotografias no QGIS.

Como ficaria um hiato bem considerável entre 1964 a 2021, exatos 57 anos, verificou-se a necessidade de um cenário geomorfológico intermediário, sendo definido 1992 em razão da sua centralidade no período analisado. Os mapeamentos geomorfológicos de 1992 e 2021 seguiram os mesmos procedimentos, sendo obtidas as imagens históricas do Google Earth. Ressalta-se que a resolução das imagens de 1992 é mais baixa em comparação com as imagens obtidas de 2021. A partir dessas imagens capturadas foram criados os anáglifos, que foram georreferenciadas no QGIS e com o uso dos óculos em 3D foram vetorizadas as feições geomorfológicas.

Para a geração dos anáglifos, no Google Earth, a área foi subdividida em oito quadrantes, capturou-se duas imagens em cada um deles, uma imagem à direita e outra à esquerda. Sendo necessárias configurações para uma melhor qualidade das imagens obtidas. Para isso, abriu-se a opção de visualização em 3D, por meio do seguinte comando: Ferramentas> Opções> Visualização 3D. Configurando as seguintes opções na caixa que se abriu: Cores de textura> 32 bits, deixando marcada a opção Compactar; Filtragem anisotrópica> Alto; Tamanho dos rótulos/ícones> pequeno; Modo gráfico> DirectX. No campo Terreno, habilitou-se a opção Use terreno de alta qualidade, com a opção de Ampliar elevação em nível 3 (máximo). No campo Mapa de visão geral, a barra de Tamanho foi arrastada ao máximo (nível grande), e a barra disponível para a relação zoom foi também arrastada até o final (opção infinito). Definidas as opções, confirmou-se clicando em OK.

Outra configuração necessária nesta etapa foi o ajustamento da orientação, que deve ficar perpendicular ao observador, para isso, na barra superior na guia Visualizar> redefinir> Inclinação e Bússola. Daí se iniciou o processo de captura das imagens, que se deu a partir do botão de Salvar Imagem, sendo necessário também a desabilitação do painel lateral e os elementos da imagem (título, legenda, escala e bússola).

Com dois pontos distintos de observação, foi capturada uma figura com deslocamento lateral para a direita, definida com *layer1\_direita*, e posteriormente mais uma, com o deslocamento para a esquerda, definida com *layer1\_esquerda*. Fazendo esse processo com os oito quadrantes definidos, nomeando com *Layer1\_direita*, *Layer1\_esquerda*, *Layer2\_direita* e assim sucessivamente até o *Layer8*, esse número de quadrantes (*layers*) se deu a partir de



testes e averiguou que essa quantidade era satisfatória para a extensão da bacia. Com as imagens capturadas foi realizada a próxima etapa utilizando o programa *Stereo PhotoMaker*.

Com o programa aberto, *Stereo PhotoMaker*, através da opção *File > Open Left/Right Images*, foram inseridas as imagens de cada quadrante da direita e da esquerda obtidas na etapa anterior, no Google Earth. O próximo passo foi a criação da imagem sobreposta (anáglifo), através do comando *Stereo > Color Anaglyph > Color (red/cyan)*, sendo necessário ajustes que foram realizados pelo comando *Adjust > EasyAdjustment*, na caixa que se abriu e com o uso dos óculos 3D, foi possível realizar a sobreposição das imagens com melhor exatidão, utilizando as opções de ajuste *V. position*, *H. position*, *Rotation* e *ImageSize*. Realizando esse processo para os oito *layers* (quadrantes), cada *layer* foi salvo em uma pasta para posterior referenciamento no QGIS, no formato TIFF.

No QGIS, as imagens foram referenciadas a partir do comando *Raster > georreferenciador*, e após todas as imagens terem sido georreferenciadas, passou-se a vetorização, que a depender da feição e que se pretende representar, os símbolos variam de formato, podendo ser desenhados em linhas, pontos ou polígonos, tendo como auxílio os óculos 3D.

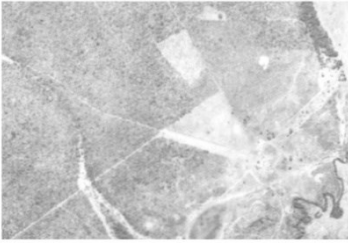

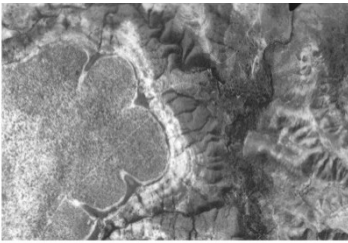


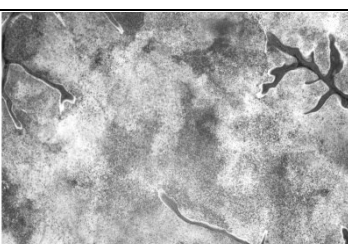
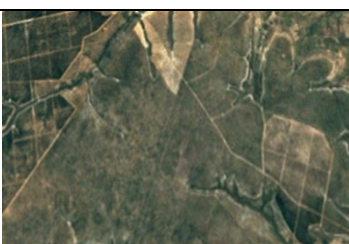

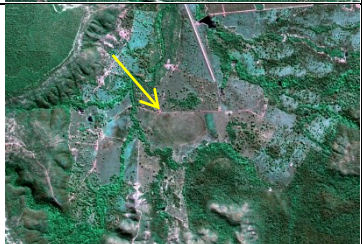
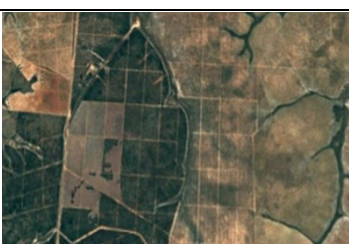

#### 2.2.6 Cartas de Cobertura Natural e Uso da Terra

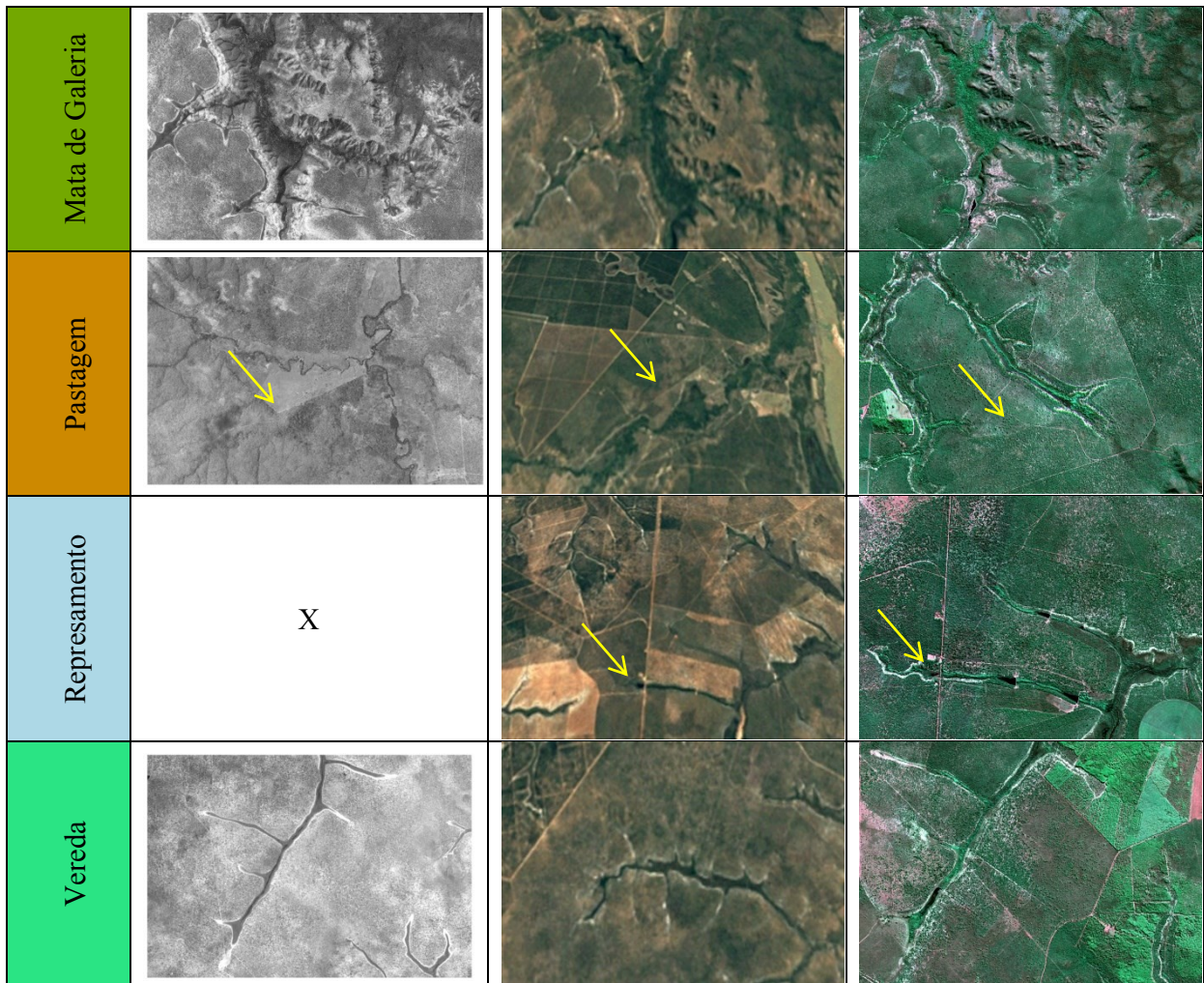
Para a realização dos mapeamentos de Cobertura Natural e Uso da Terra dos anos de 1964, de 1992 e de 2021 foram utilizadas as fotografias aéreas de 1964 (FJP, 1966) e os anáglifos de 1992 e 2021 (CBERS, INPE, 2021) para a fotointerpretação.

Em geral, seguiu-se as cores propostas pelo Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013) com algumas adaptações, a exemplo a classe de vereda que não é completada no manual. Como afirmado por Durigan *et al.* (2022), mesmo a grande importância das áreas úmidas no Brasil, ainda há um déficit quando se trata de produções acadêmicas e legislação para a eficaz proteção das veredas e outras denominações de áreas úmidas brasileiras.

Para o processo fotointerpretativo, considerou-se os seguintes padrões de cobertura natural e uso de uso da terra da bacia do Ribeirão das Lajes (Quadro 7):

Quadro 7: Classes de Cobertura Natural e Uso da Terra e padrões de fotointerpretação para a Bacia do Ribeirão das Lajes.

Classes	1964 (FJP, 1966)	1992 (Google Earth, 1992)	2021 (CBERS, INPE, 2021) (Google Earth, 2021)
Área descoberta (Desmate)			X
Área descoberta (Solo Exposto)			X
Cafeicultura (pivô)	X	X	
Cerrado			
Cultura temporária de grãos (pivô)	X	X	
Eucalipto	X		



Organização: Santos Júnior (2023).

### 2.2.7 Trabalhos de Campo

Com os mapeamentos acima organizados, na sequência, foram realizados os trabalhos de campo, haja vista a importância do contato direto com a realidade (VENTURI, 2011). Os trabalhos de campo ocorreram no mês de abril/2022 e foram de suma importância para conhecer e averiguar se o que estava sendo mapeado condiz com a realidade. Realizando a observação das feições geomorfológicas, do uso e ocupação, dos afloramentos rochosos e da tipologia dos solos. Com o auxílio do Trado holandês, foi possível averiguar os tipos de solos e a confirmação das classes mapeadas, juntamente ao uso de lupa de bolso para observação dos agregados de solos. Além disso, também foram feitos os registros fotográficos e coletas de amostragens de rochas e solos.

Também foram realizados trabalhos de campo em junho de 2021 para um reconhecimento inicial e registro fotográfico. Vale ressaltar a vivência do observador na área

pesquisada. Fato que em 2023 foi realizado novamente mais uma averiguação em campo para ver alterações recentes da paisagem, principalmente em razão do período chuvoso e perturbações antrópicas.

#### 2.2.8 Análise e Discussão dos Resultados.

A partir desses procedimentos investigativos, procurou-se compreender num primeiro momento a dinâmica físico-natural da bacia, e na sequência, investigar o histórico de interferências promovidas e as consequências derivadas das ações antropogênicas nesse sistema físico-natural, sobretudo aquelas que se refletem nas feições geomorfológicas.

### **3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Na sequência do texto, a área de estudo é caracterizada considerando seus aspectos físico-naturais (3.1), seguida de seu contexto histórico de uso e ocupação (3.2).

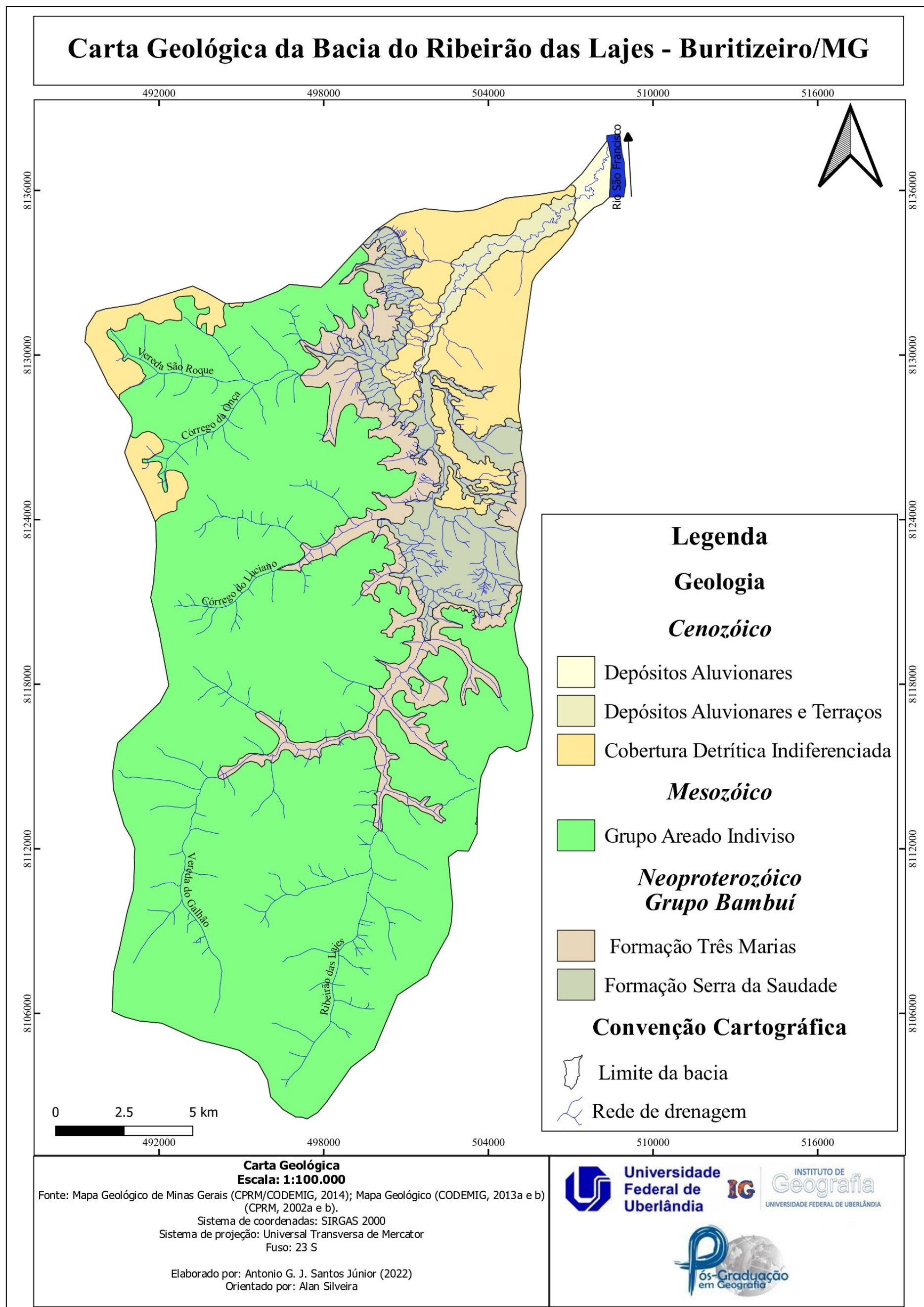
#### **3.1 Caraterização física**

Compreende-se que os impactos derivados das ações antropogênicas na bacia do Ribeirão das Lajes estão associados às características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas da área.

Geologicamente a bacia do Ribeirão das Lajes está inserida na Bacia Sedimentar do São Francisco, nos domínios dos grupos Bambuí (Neoproterozóico) e Areado (Cretáceo), além de apresentar ampla distribuição espacial de coberturas detríticas inconsolidadas e aluvionares do Cenozoico (MELO, 2008), conforme representa a carta Geológica da bacia (Figura 4).

O Grupo Bambuí, na bacia do Lajes, é constituído por litotipos da Formação Serra da Saudade e Formação Três Marias (CODEMIG, 2013a). Depositado durante o Neoproterozóico, o Grupo Bambuí é representado por duas sequências: uma marinha, com litofácies argilo-carbonática da Formação Serra da Saudade e outra continental, sedimentos terrígenos da Formação Três Marias (CPRM, 1999).

Figura 4 Carta Geológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)



Assim, a Formação Serra da Saudade se constitui como a base geológica da área de estudo, com intercalações de metassiltos e meta-argilitos alterados (CODEMIG, 2013a) de coloração esverdeada (BAPTISTA *et al.*, 2010) (Figura 5 A e B). A Formação Três Marias é marcada por meta-arenitos, arcoseanos ou não (CODEMIG, 2013a) com alternâncias deposicionais e coloração cinza-esverdeada (CPRM, 1999).

Figura 5: Formações rochosas da área de estudo. A: afloramento rochoso da Formação Serra da Saudade, Grupo Bambuí. B: detalhe da litofácies de metassiltos e meta-argilitos da Formação Serra da Saudade. C: afloramento rochoso do Grupo Areado. D: Amostra de arenito do Grupo Areado.



Autor: Santos Júnior (2022).

No Grupo Areado predominam arenitos róseos a avermelhados e amarelo esbranquiçados, localmente silicificados (CPRM, 2002a) (Figura 5 C e D). Está subdividido em três Formações: Abaeté, Quiricó e Três Barras, respectivamente, com o predomínio de conglomerados, folhelhos, e por arenitos, de origem conglomerática lacustre e fluvio-eólico (fluviais entrelaçados, flúvio-deltáicos, lacustres e desérticos) (CPRM, 1999).

Na área de estudo aflora a Formação Três Barras que se caracteriza por um espesso pacote de arenito cuja característica é a bimodalidade, conferida pela alternância de lâminas de areia grossa, média e fina (FRAGOSO *et al.*, 2011) (Figura 5 C e D). Seus litotipos estão

subdivididos em dois membros: Olegário (arenitos relacionados a um ambiente tipicamente eólico) e Quintinos (arenitos com predominância de sedimentação em ambientes flúviodeltáicos), ambos representativos de climas desérticos do Cretáceo Inferior (TRINDADE, 2010).

Já as coberturas cenozoicas são constituídas por: depósitos aluviais, depósitos aluvionares mais antigos, coberturas detríticas indiferenciadas e coberturas arenosas-elúvio-coluviais (CPRM, 2002a; CODEMIG, 2013a).

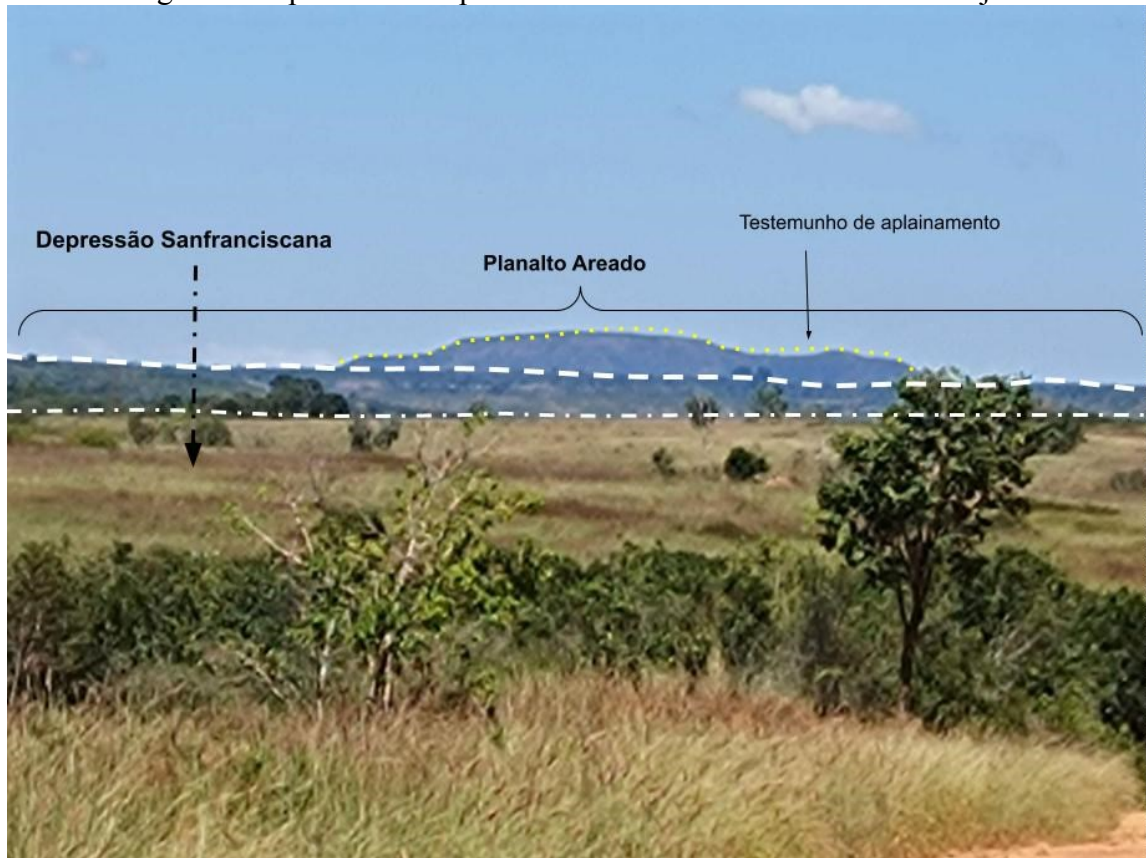
Viana (2006), Melo (2008) e Augustin *et al.* (2009) destacam que o município de Buritizeiro está sobre duas grandes unidades morfológicas: a Depressão Sanfranciscana e os Planaltos do São Francisco. Seu contexto geomorfológico e variação altimétrica são marcados pela influência do rio São Francisco e seus tributários com amplas superfícies de aplainamento, diferenciadas pelas macrounidades da Superfície São Francisco e de Planaltos e Chapadas (COSTA, 2021). Trindade (2010) aponta a compartimentação do relevo em três macrounidades geomórficas: Depressão Sanfranciscana, Superfície intermediária e Planaltos do São Francisco.

A Depressão Sanfranciscana varia de 460 a 600 metros de altitude, situando-se, em geral, sobre um pediplano pleistocênico (MELO, 2008), composta por terraço e planícies aluviais (TRINDADE *et al.*, 2009). As Unidades Planálticas Intermediárias interligam o nível de chapadas e colinas com a calha fluvial, entre cotas de 700 a 800 metros, em geral sobrepostas sobre o Grupo Areado do Cretáceo (TRINDADE, 2010). Já os Planaltos do São Francisco estão situados em cotas altimétricas de 800 a 1000 metros de altitude, apresentando morfologia tabular com litologias predominantes areníticas, originalmente recobertos por cerrado e entrecortados por drenagens com veredas (VIANA, 2006).

Silva (2016) propôs um mapeamento de superfícies aplainadas para o norte de Minas Gerais, elencando o município de Buritizeiro como uma das áreas amostrais de campo, que identificou as superfícies de cimeira (S1), intermediárias (S2) e as depressões interioranas (S3), como heranças e testemunhos de paisagens retrabalhadas principalmente no cenozoico. Em campo se verificou que a Bacia é caracterizada pela presença das superfícies intermediárias (Planalto Areado) e depressões interioranas (Depressão Sanfranciscana) (Figura 6).



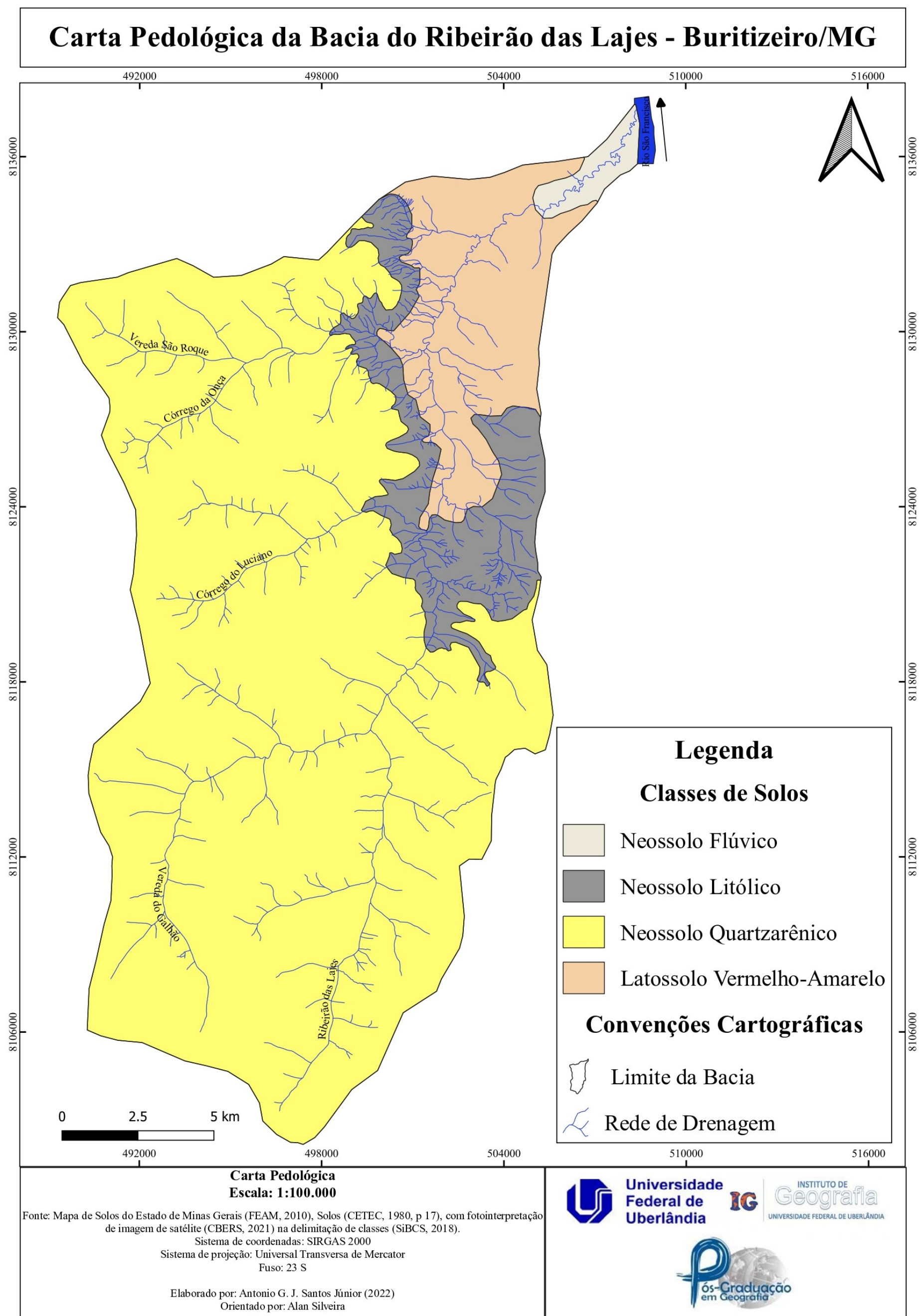
Figura 6: Superfícies de aplainamento da bacia do Ribeirão das Lajes.



Autor: Santos Júnior (2022).

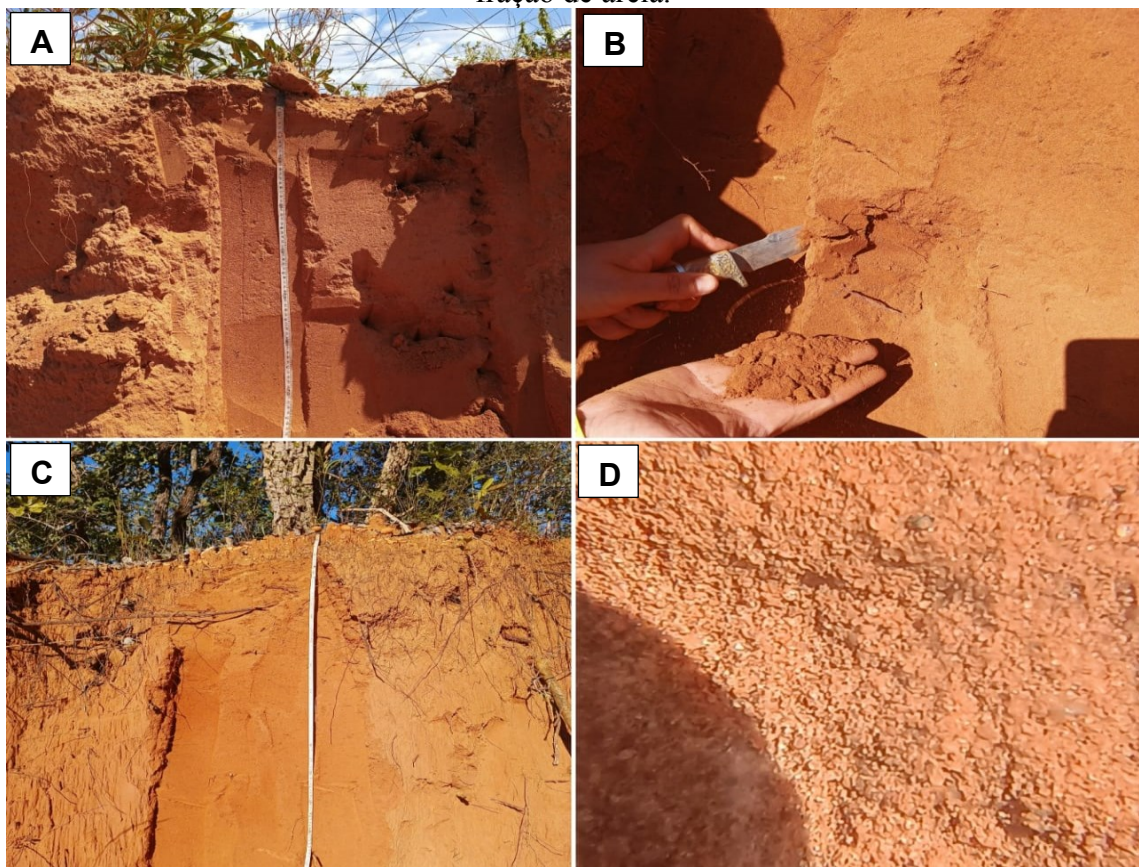
Na Carta Pedológica da bacia do Ribeirão das Lajes (Figura 7) é possível observar o domínio de Neossolos Quartzarênicos em topos tabulares e Neossolos Litólicos nas escarpas. Na depressão e parte da planície fluvial do São Francisco são registrados Latossolos Vermelho-Amarelo e Neossolos Flúvicos, estes, desenvolvidos em depósitos aluvionares. Segundo Melo (2008), nos fundos de vale em veredas, encontram-se Organossolos e Gleissolos, no entanto, nas veredas visitadas constatou-se a presença bem restrita desses solos, e uma quantidade marcante de Neossolos Quartzarênicos.

Figura 7: Carta Pedológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)



Os Neossolos Quartzarênicos “são essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala, e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo)” (EMBRAPA, 2018, p. 212), são bastante profundos, entre 50 cm e 200 cm de profundidade (Figura 8 A e C), não formam torrões e a fração areia é grossa, são características marcantes para este tipo de solo na bacia (Figura 8 B e C).

Figura 8: Neossolo Quartzarênico. A: Perfil em área de descanso de cultivo de eucalipto. B: Amostra para verificação da presença de torrão. C: Perfil em corte da estrada MG-161. D: Ampliação com lupa (em campo) para verificar a presença de agregados e a fração de areia.



Autor: Santos Júnior (2022).

O Neossolo Quartzarênico antes definido como areia quartzosa é a principal classe de solo mais arenosa do Brasil, representando 11% do território brasileiro e 15% da região de cerrado (SPERA *et al*, 1999), correspondendo o solo de maior predomínio na bacia do Ribeirão das Lajes, com 78% da superfície da bacia (Figura 7).

Em razão dos processos erosivos da área de estudo, e a propensão de acumulação nas áreas de veredas, é possível observar a característica hidromórfica do Neossolo Quartzarênico, como apontado pela EMBRAPA (2018). Isso se deve em razão da presença de lençol freático

em grande parte do ano, durante anos, imperfeitamente ou mal drenados, portanto, temporários ou permanentes encharcados (Figura 9). A Embrapa (1979, p. 305) destaca que o Neossolo Quartzarênico hidromórfico “ocorre em áreas rebaixadas, planas, de várzeas e de veredas de alguns dos principais cursos d'água que drenam para o rio São Francisco, onde sedimentos arenosos do Holoceno constituem materiais de origem dos solos”.

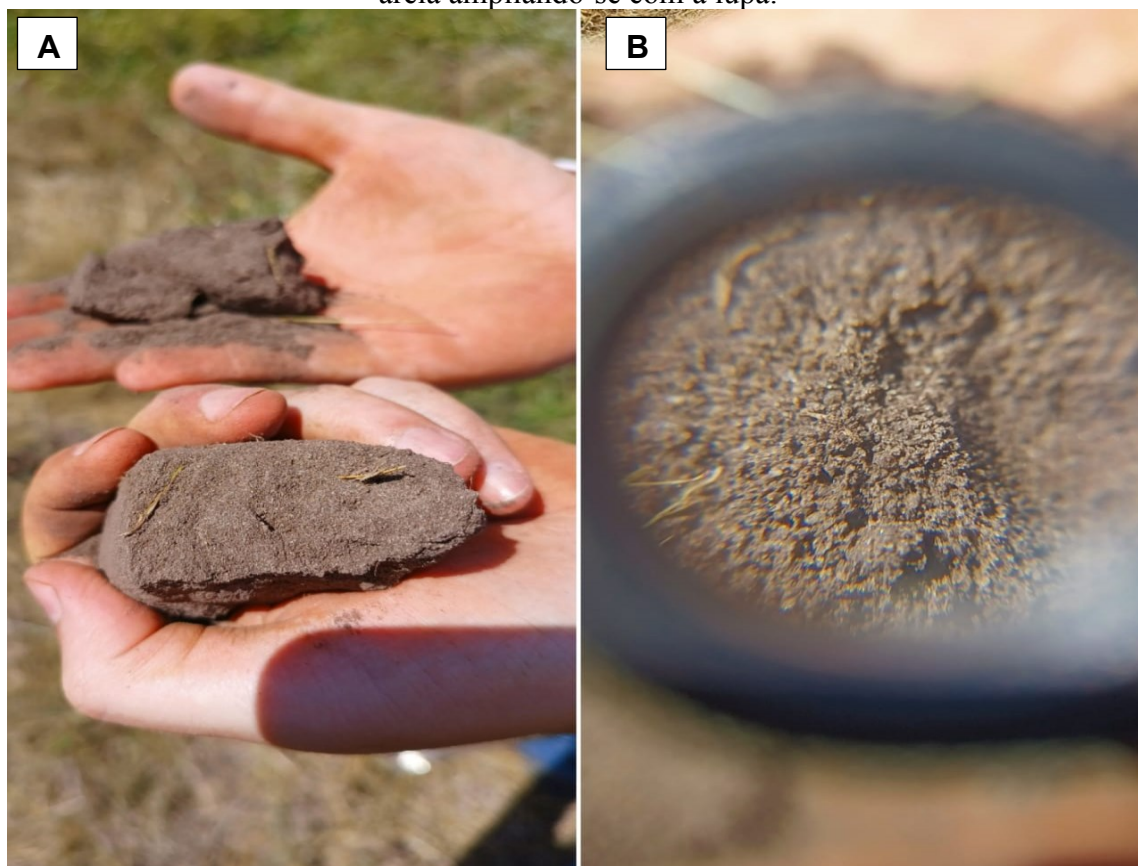
Figura 9: Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ao longo das veredas com a presença de matéria orgânica



Autor: Santos Júnior (2022).

Em área de planície do rio São Francisco é encontrado o Neossolo Flúvico, que é constituído por sucessão de camadas de natureza aluvial, sem relação pedogenética entre si (IBGE, 2007). Sua ocorrência está localizada na Baixa Bacia, ao longo dos córregos em área relativamente baixa, e corresponde a 1,3% da bacia (Figura 10).

Figura 10: Neossolo Flúvico. A: Amostra de Neossolo Flúvico. B: Constata-se a fração de areia ampliando-se com a lupa.

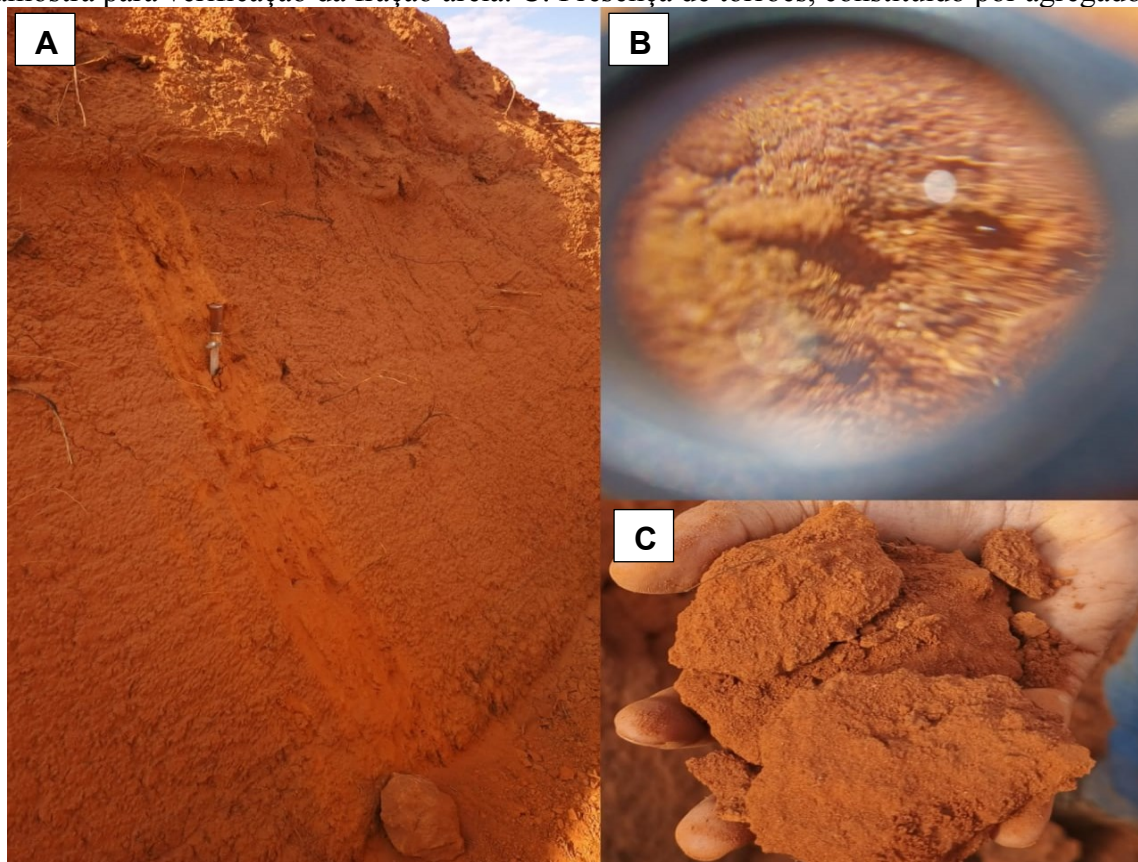


Autor: Santos Júnior (2022).

Na área escarpada da bacia predomina o Neossolo Litólico, cobrindo 9,1% da bacia, cuja principal característica é de ser um solo raso, que apresenta horizonte A, diretamente sobre a rocha, ou ainda sobre material com 90% ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm, desde cascalho até matacões. Apresentam ainda um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo (EMBRAPA, 2018).

Os Latossolos são solos bastantes intemperizados, lixiviados, profundos e de boa drenagem, diferenciando-se entre si principalmente pela coloração e teores de óxidos de ferro (IBGE, 2007). Na área de estudo, predomina o Latossolo Vermelho-Amarelo que naturalmente tem baixa fertilidade, e ocupa área da baixa bacia, geralmente, fortemente ácido, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos (EMBRAPA, 2018), sendo o segundo de maior predominância da bacia, com 11,6 % (Figura 11).

Figura 11: Latossolo Vermelho-Amarelo. A: Perfil em área da baixa bacia. B: Ampliação de amostra para verificação da fração areia. C: Presença de torrões, constituído por agregados.



Autor: Santos Júnior (2022).

Segundo Oliveira (2018), o clima regional é definido em razão da continentalidade e da topografia. Viana (2006), Trindade (2007), Melo (2008) e Baggio (2008) caracterizam o clima do município com duas estações marcantes, com invernos secos e verões chuvosos, classificado com base em Köppen por Aw, Tropical Chuvoso. Possui média anual de precipitação regional de 1.500 mm, com acumulado que varia entre 750 a 2.000 mm (TRINDADE, 2007). O regime térmico é caracterizado com temperaturas superiores de 24°C ao longo do ano, onde a média nos meses mais frios são superiores a 18° C (BAGGIO, 2008; OLIVEIRA, 2018).

No que diz respeito à vegetação do município e da área de estudo, originalmente eram recobertos pelas fitofisionomias do Cerrado, que apresenta em sua formação grandes variações fitofisionômicas, desde formações florestais a campestres (RIBEIRO; WALTER, 2008). Originalmente o Cerrado ocupava mais da metade do estado de Minas Gerais, porém foi reduzido a partir do avanço acelerado das fronteiras agropecuárias (FELLIPE; SOUZA, 2006). A área municipal integra a área “core” do Cerrado de Minas Gerais, sendo a

fitofisionomia de Cerrado típico (Sentido Restrito) a de maior predominância, além da presença das veredas e das florestas de galeria, estas definidas como formação pioneira em razão da sua posição geomorfológica (MELO, 2008).

Por fim, destaca-se o trabalho de Melo (2008), que propôs um mapeamento de Geossistemas para o município fundamentado na concepção de Sotchava (1977). Na bacia do Ribeirão das Lajes foram registradas as unidades geossistêmicas: Geossistema II (Planalto Areado), Geossistema III (Patamares e Bordas Ravinadas com Vales Encaixados), Geossistema IV (Depressão Sanfranciscana) e Geossistema V (Planície Fluvial). Melo (2008) caracteriza o Planalto Areado com superfície suave ondulada com bordas erosivas íngremes a pouco inclinadas, sobre o grupo Areado e Neossolos Quartzarênicos distróficos originalmente recobertos por Cerrado, onde foi alterado pelo reflorestamento com eucaliptos, com eucaliptais abandonados e áreas de pasto.

Os Patamares e Bordas Ravinadas com Vales Encaixados estão sobre as rochas da Formação Três Marias, esculpidos pela erosão das formações cretáceas; apresentam Neossolos Litólicos e Cambissolos distróficos recobertos originalmente por cerrado, campo cerrado e matas ciliares, e foram pouco modificados pela pecuária extensiva e agricultura de subsistência (MELO, 2008). A Depressão Sanfranciscana está sobre uma superfície plana à ondulada sobre rochas do Grupo Bambuí e depósitos do Terciário/Quaternário, com Neossolos Litólicos, Cambissolos e Latossolos distróficos, recobertos originalmente por cerrados e matas de galeria, modificados por práticas agrícolas. E na Planície Fluvial estão os Neossolos Flúvicos eutróficos e solos hidromórficos indiscriminados, alterados em geral por práticas agrícolas (MELO, 2008).

### **3.2 Uso e ocupação**

A reorganização do espaço geográfico, das relações sociais, econômicas e ambientais de Buritizeiro foram transformadas a partir das mudanças na relação do trabalho, da organização e ocupação espacial do meio físico-natural do município. Segundo Souza e Souza (2018) o município vem passando pela substituição dos cerrados pelas florestas homogêneas de eucaliptos e pinus, assim como pelas monoculturas de milho, soja e café.

Os Gerais, em razão dos eucaliptais e pinus, se transformaram em um “deserto verde”, e devido às práticas e manejos incompatíveis para a região de Cerrado, aceleraram-se os

processos erosivos. Ressalta-se que a denominação “Gerais” representava terras comuns usadas coletivamente pela população local (SOUZA; SOUZA, 2018).

A relação de trabalho em Buritizeiro era ligada principalmente na pecuária extensiva, com o gado solto nos Gerais; nas relações de trocas, com divisão da produtividade e familiar. Rocha (2019) descreve que:

[...] às novas formas de domínio da terra, a capitalização dos modos de produção e a proletarianização do trabalho no campo abalam de forma irreversível as lógicas sociais. Com a chegada das grandes empresas nas áreas rurais, parte da população residente foi incorporada como mão de obra, deixando de ser produtores para se tornarem trabalhadores assalariados. A produção, antes baseada na economia de troca, foi substituída pela economia de mercado. A partir disso, a dependência da população rural em relação aos postos de trabalho oferecidos pelas grandes empresas tornou-se cada vez maior. Sob domínio das empresas, as terras mais férteis foram destinadas às produções intensivas que contam com tecnologia suficiente para atender às demandas do mercado. (ROCHA, 2019, p. 55-56).

O cercamento dos Gerais pelos grandes latifúndios acabou forçando a população a incorporar sua força de trabalho para as grandes empresas ou a venda de sua terra a valor irrisório. Por outro lado, Rocha (2019) aponta que a ocupação e privatização das terras do município ocorreram de duas maneiras: através da venda de pequenas propriedades rurais e através da expropriação dos geraizeiros que ocupavam terras devolutas, e que foram cedidas pelo Estado aos grandes latifundiários.

A história de Buritizeiro está associada ao município de Pirapora, pois ambos os territórios até 1962 eram unificados, e a partir de 1963, Buritizeiro se torna município independente e interdependente de Pirapora.

Gama (2006) evidencia esta interdependência entre os dois municípios, pois Buritizeiro, por causa da produção de carvão e madeira, fornecia tais produtos para as indústrias siderúrgicas de Pirapora, assim como para Várzea da Palma e região Central do Estado de Minas Gerais, perpetuando até os dias atuais.

Suas atividades agropecuárias foram intensificadas, a partir da década de 1970, com incentivos fiscais e econômicos dos governos federal e estadual ao setor rural, visto que neste período o município integrava a área da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (TRINDADE, 2007). Este processo, como afirma Trindade (2007), provocou grandes mudanças nas estruturas socioespaciais do município.

Essas mudanças nas estruturas socioespaciais gerou uma forte dicotomia do urbano *versus* o rural, caracterizado por um núcleo urbano com precária infraestrutura e uma área rural extensa com vazios e pequenos povoados. Esses vazios foram acentuados à medida que



a população rural buscava na cidade, melhores condições de trabalho, educação e saúde, em contrapartida precarizando ainda mais a infraestrutura urbana, expandindo a sede municipal de maneira desorganizada, colapsando o sistema de saúde, de educação, de água e elétrico (ROCHA, 2019; SOUZA; SOUZA, 2018).

A década de 1980 reflete a consolidação da implantação da silvicultura, principalmente do eucalipto, no município de Buritizeiro, que iniciou-se na década de 1970 com as políticas governamentais ao setor rural. Por outro lado, ao longo dos anos de 1990 a 2020, verificou-se os avanços da pecuária, e atualmente a implantação das monoculturas de café e grãos (GAMA, 2006; MELO, 2008; BAGGIO, 2008).

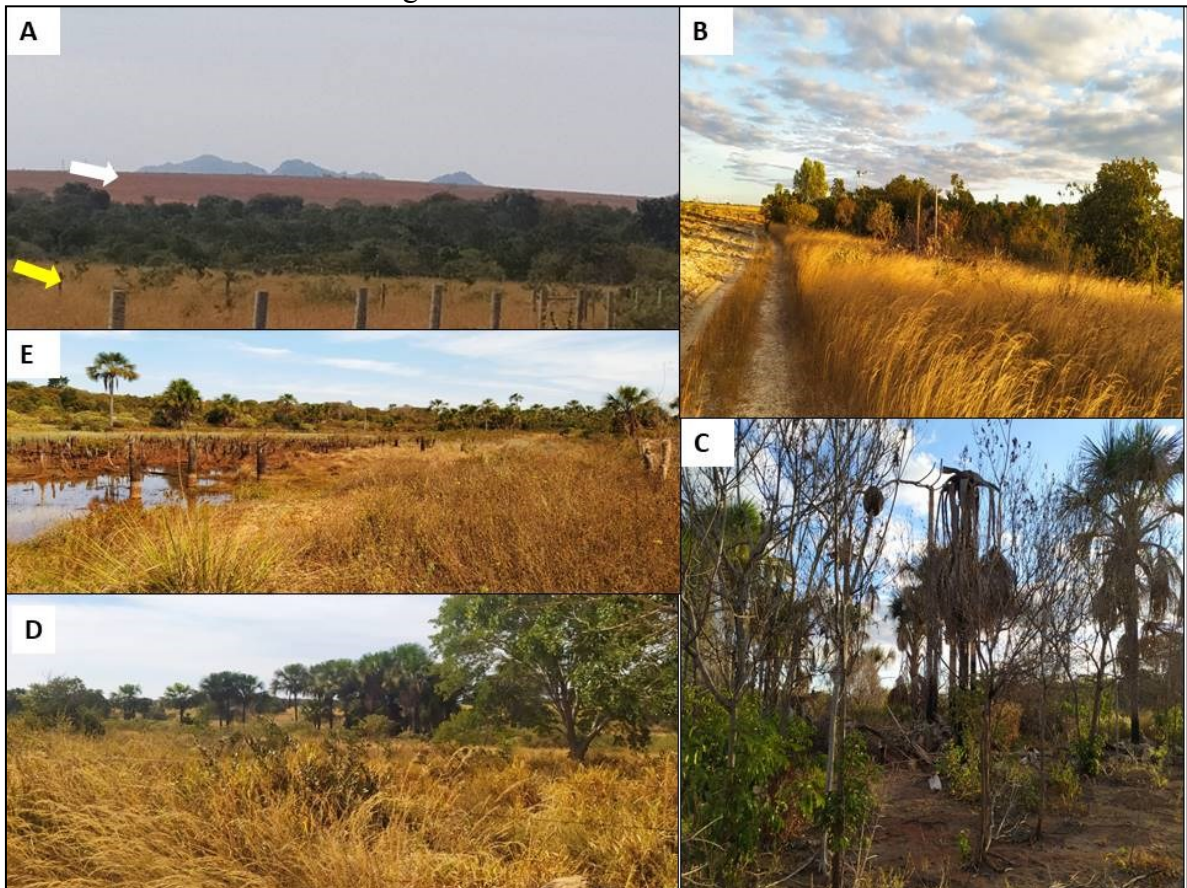
A falta de conhecimento e técnicas inadequadas para a região do Cerrado fizeram que diversos empreendimentos silvicultor fossem abandonados, somados a descontinuidade dos incentivos governamentais (MELO, 2008). Tais empreendimentos causaram profundas marcas no Cerrado buritizeirense, principalmente o aceleração dos processos erosivos, a exemplo as voçorocas, denominada localmente como “grotas” pelos geraizeiros, com dimensões e extensões variadas, além da ruptura das relações sociais (MELO, 2008).

Ao tratar da degradação de veredas no Sertão das Gerais, Feitosa *et al.* (2004) registram que o município ganhou nome em função da ocorrência “buritis” (*Mauritia flexuosa* L.), porém, o que mais se vê é o eucalipto. Relatam em relação à degradação das veredas do Chapadão das Gerais que:

O estrato herbáceo observado constitui numa espécie invasora conhecida popularmente de “braquiária”. O original em muitas veredas já foi extinto em função da grossa camada de colúvio que se encontra sobreposta aos solos hidromórficos, resultado dos processos erosivos. Essa camada de colúvio depositada nas veredas acaba descaracterizando-a, uma vez que as assorea, impossibilitando a reprodução das espécies típicas desse subsistema, provocando graves desequilíbrios e, em muitas, acabam soterrando as pequenas nascentes (FEITOSA *et al.*, 2004, p. 61).

Na bacia do Ribeirão das Lajes observa-se o domínio da pecuária e silvicultura de eucalipto (Figura 12 A e B). Destacam-se nessa supressão de cerrados os impactos dirigidos às veredas, com recorrentes queimadas, como é o caso da vereda do Galhão (12C e 12D), que registra clara redução no volume superficial d’água (12E).

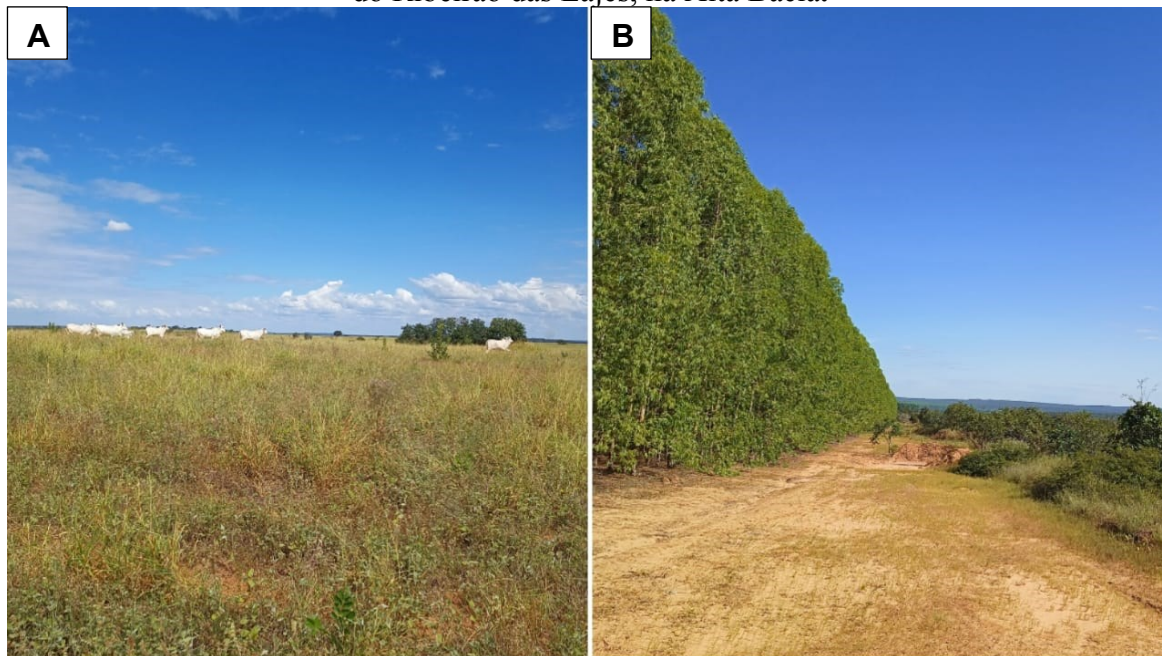
Figura 12: Uso e ocupação da terra na Bacia do Ribeirão das Lajes. 12A: Preparo para o plantio de eucalipto (seta branca) e área de pastagem (seta amarela). 12B: Contato direto da área do eucalipto com a vereda do Galhão. 12C: Queimada na vereda do Galhão, o que dificulta sua regeneração. 2D: Área de pastagem margeando a vereda do Galhão. 12E: Volume d'água reduzido na vereda do Galhão.



Autor: Santos Júnior (2021).

Assim, as atividades agropecuárias que no período pesquisado vêm ocupando o município buritizeirense foram: a pecuária extensiva, a silvicultura (pinus e eucalipto), as monoculturas da soja, milho e cafeicultura, apresentando o grande avanço tecnológico tanto como uso de adubação como pela irrigação. Com predominância na pecuária extensiva e do eucalipto (Figura 13 A e B) a bacia apresenta uma intensa exploração da sua cobertura que resulta em consideráveis consequências ambientais.

Figura 13: Uso e ocupação da Bacia do Ribeirão das Lajes. A - Criação de gado na Vereda São Roque na Alta Bacia, assim como na Baixa Bacia. B - Plantação de Eucalipto, ao longo do Ribeirão das Lajes, na Alta Bacia.



Autor: Santos Júnior (2022)

Souza (2009), em estudo para a bacia do rio Formoso (próxima à bacia do Ribeirão das Lajes) registrou que as atividades de uso e ocupação são fatores que intensificam os processos erosivos, destacando-os como efeitos promovidos por ações de abertura de estradas vicinais, desmatamentos, queimadas, manejo inadequado dos solos e atividades agrícolas monocultoras. Em recente trabalho sobre contribuições dos estudos sobre arenização<sup>1</sup> desenvolvidos por Dirce Suertegaray, Silva (2020) ilustra o município de Buritizeiro a partir da pesquisa realizada por Trindade (2007), o qual atribuiu à dinâmica hídrica como um dos condicionantes importantes que influenciam e intensificam os processos de formação dos leques arenosos na área.

---

<sup>1</sup> Arenização é definido pelo dicionário geológico-geomorfológico como termo cunhado por Suertegaray (1987), na caracterização do processo de formação de areais, por intensa exploração no Rio Grande do Sul. Correspondendo ao retrabalho de depósitos areníticos (pouco consolidados), ou arenosos (não consolidados). Tal processo consiste na lavagem horizontal e/ ou vertical do solo, ocasionando a perda do horizonte orgânico e elementos fundamentais a constituição do solo (GUERRA; GUERRA, 2009, p.58).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo se dedica aos resultados adquiridos e suas análises a partir de dois enfoques. No primeiro buscou compreender a dinâmica físico-natural da bacia a partir de sua compartimentação geomorfológica (4.1). No segundo, dedicou-se à analisar as feições geomorfológicas e a suas relações com a dinâmica de uso da terra por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva.

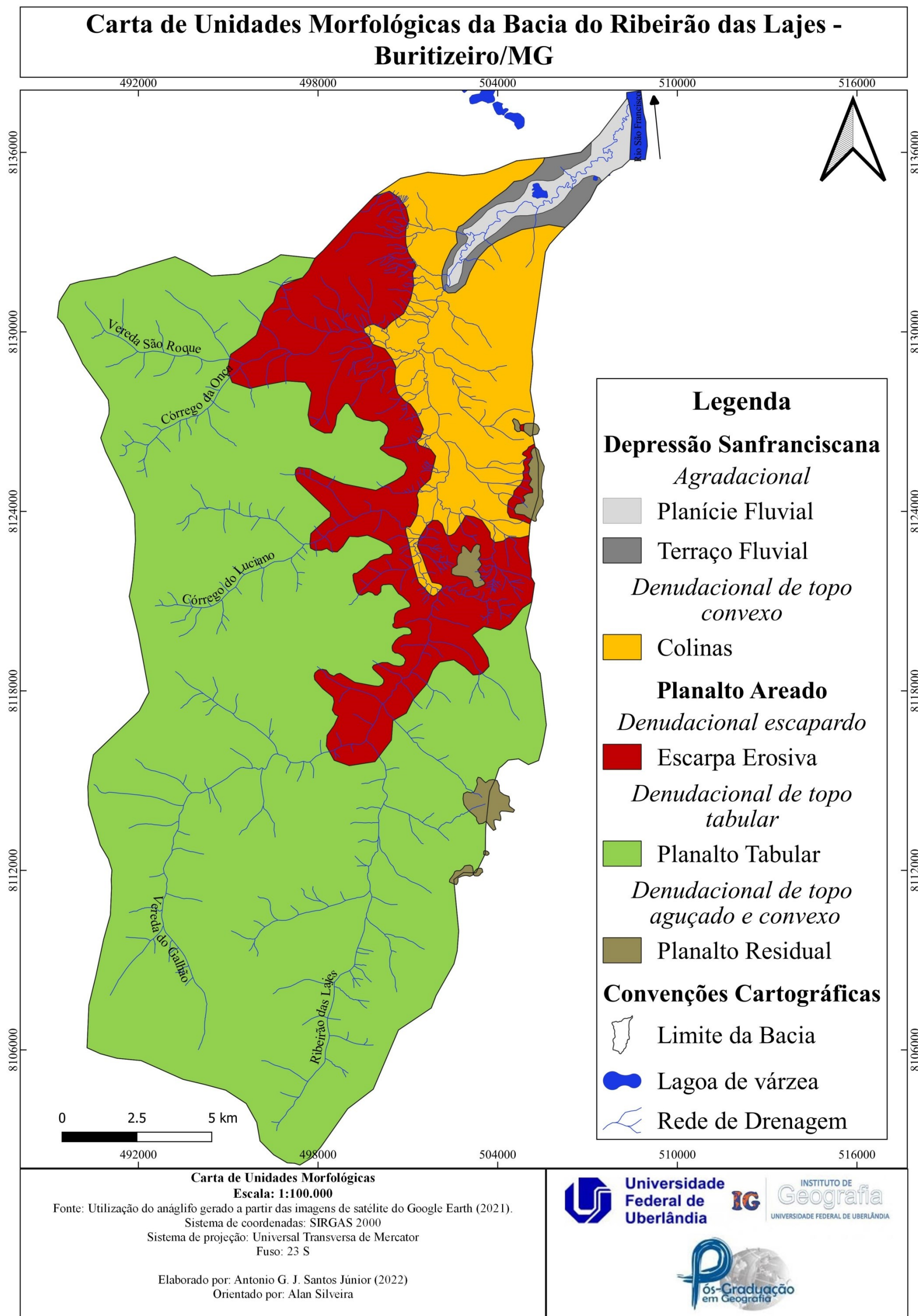
### 4.1 Compartimentação Geomorfológica da bacia do Ribeirão das Lajes.

A compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão das Lajes é condicionada pela litoestruturas e pelos processos denudacionais e agradacionais que atuaram e que ainda atuam sobre a mesma (OLIVEIRA, 2018). Conforme apresentado na Figura 14, registram-se duas unidades morfoesculturais: a Depressão Sanfranciscana e os Planaltos do São Francisco (Planalto Areado); e que em razão dos processos de acumulação ou de desgaste do relevo foram retrabalhadas.

A Depressão Sanfranciscana é representada por uma superfície rebaixada, com altitudes menores que 480m a 600m, sua litologia é marcada pelas formações Três Marias e Serra da Saudade, pela cobertura detrítica indiferenciada assim como pelos depósitos aluvionares e terraços; sua superfície varia de aplainada a ondulada (MELO, 2008). Nas Colinas predominam Latossolos Vermelho-Amarelo; enquanto nas áreas de planícies e terraços dominam os Neossolos Flúvicos.

A superfície planáltica da bacia se apresenta por topo tabular e suavemente ondulado, com fundos de vale planos e amplos, interveredado, com altitudes superiores a 600m. Neste Planalto Tabular, intitulado por Melo (2008) como Planalto Areado, encontram-se arenitos da Formação Areado, sobreposto por Neossolos Quartzarênicos. Esse Planalto é delimitado com a Depressão Sanfranciscana por uma Escarpa Erosiva, com afloramentos de rochas do Grupo Bambuí e solos poucos espessos, representados por Neossolos Litólicos.

Figura 14: Carta de Unidades Morfológicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG).



Conforme observado na Figura 14, na Depressão Sanfranciscana foram reconhecidas as unidades morfológicas: Denudacional de Topo Convexo, Agradacional de Planície Fluvial e Agradacional de Terraço Fluvial. A Denudacional de Topo Convexo é representada por Colinas, cuja morfologia é constituída por uma superfície suavemente ondulada entrecortada por canais de drenagens (Figura 15 A). A Agradacional de Planície Fluvial (Apf) e a Agradacional Terraço Fluvial (Atf) são encontradas na Baixa Bacia, onde o rio São Francisco exerce influência direta sobre as mesmas (Figura 15 B).

**Figura 15:** Unidades Morfológicas da Depressão Sanfranciscana. A: unidade morfológica de Colinas. B: Planícies e Terraços Fluviais do rio São Francisco na Baixa Bacia.

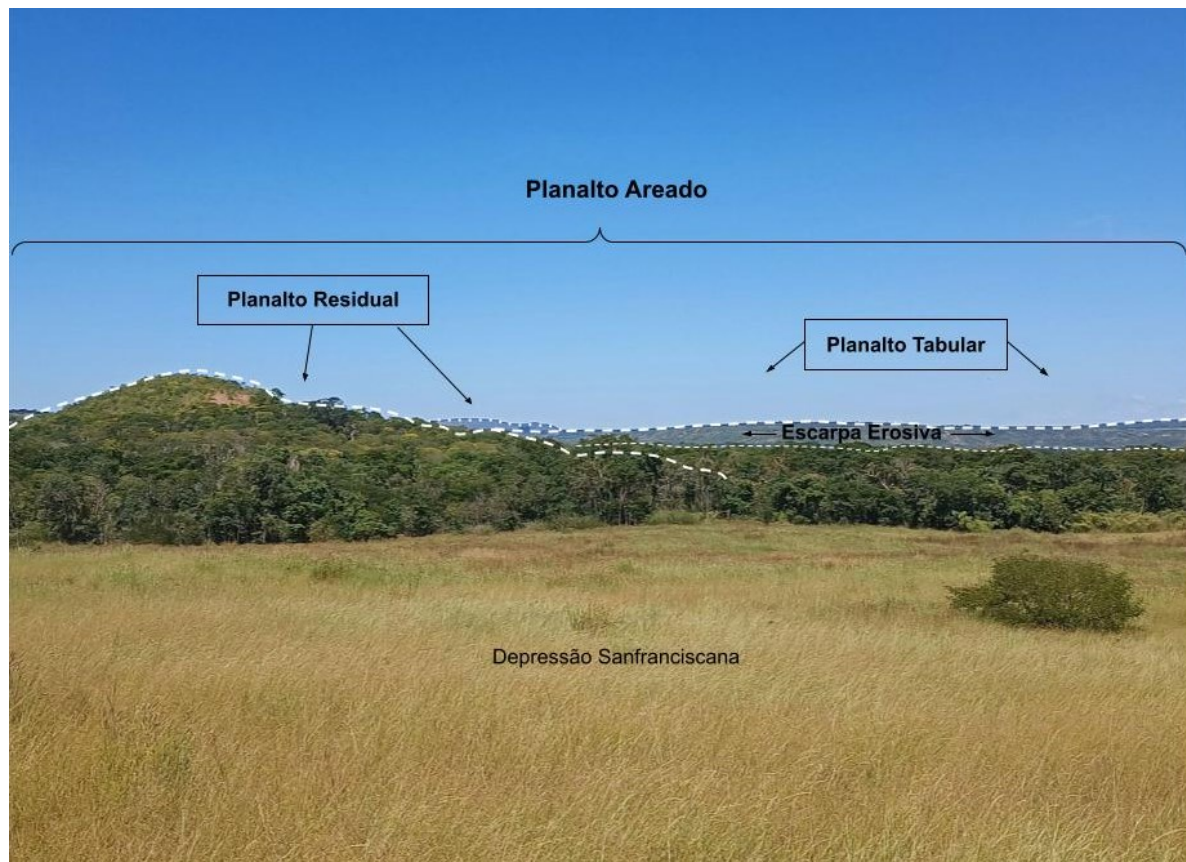


Autor: Santos Júnior (2022).

O Planalto do Areado apresenta três unidades morfológicas dissecadas pela rede de drenagem do Ribeirão das Lajes e seus tributários. A Unidade Denudacional Escarpada (Escarpa Erosiva) - corresponde à área de processos denudacionais mais atuantes. A Unidade Denudacional de Topo Tabular (Planalto Tabular) é marcada por amplas vertentes de reduzido declive que se dirigem à vales com fundo plano, com presença de veredas. Já a Unidade Denudacional de Topo Aguçado e Convexo, representam as altitudes mais elevadas da Bacia ou de mesma altitude do Planalto Tabular, representando relevos residuais (Figura

16).

Figura 16: Unidades Morfológicas do Planalto Areado (Planalto do São Francisco).

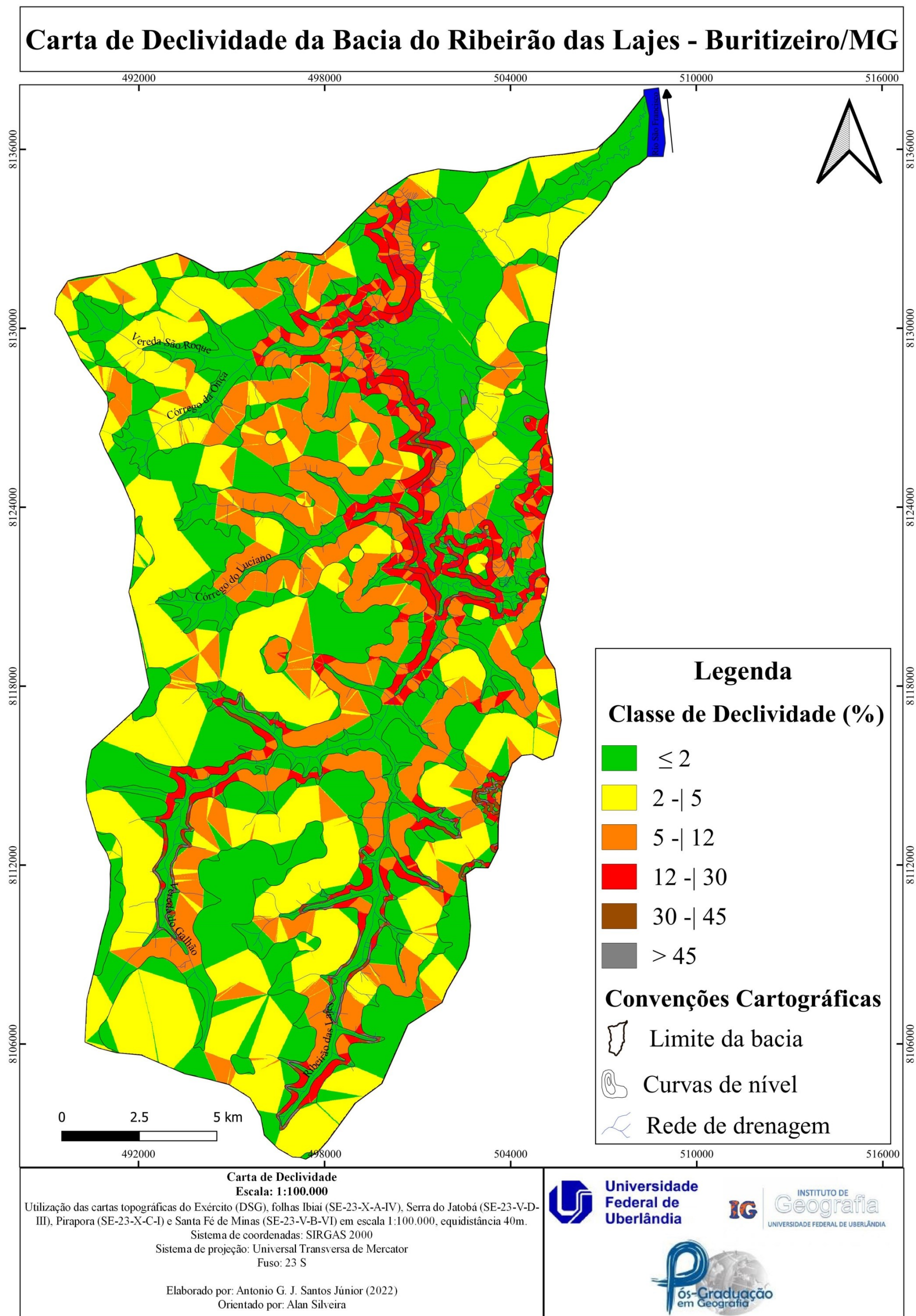


Autor: Santos Júnior (2022).

No que se refere à declividade da bacia se observa mesmo em área com baixa declividade que os processos erosivos são atuantes, sendo necessário manejo a fim de evitar ou minimizar tais processos (Figura 17). Assim há uma predominância na área de estudo das classes de declividade  $\leq 2\%$  e  $2 - | 5\%$ , sendo a primeira marcada por topos aplainados do Planalto Tabular e das Planícies e Terraços, e a segunda por uma superfície suavemente ondulada. São áreas passíveis de ocupação, e em campo se observa principalmente o cultivo de eucalipto ou de pastagem, exceto dentro das veredas.

A classe  $5 - | 12\%$  corresponde a superfície ligeiramente ondulada a ondulada. As classes  $12 - | 30\%$  e  $30 - | 45\%$  correspondem a ruptura do relevo mais abrupta da paisagem, representadas principalmente pela Escarpa Erosiva. E a classe  $> 45\%$  corresponde às áreas de maiores altitudes da bacia, representadas pelo Planalto Residual e rupturas agudas do relevo.

Figura 17: Carta de Declividade da Bacia do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG).





A carta Hipsométrica demonstra que as variações altimétricas da bacia se processam entre as cotas de 480 a 800 metros (Figura 18). Essas altimetrias correspondem ao modelado Denudacional nas áreas de cotas superiores a 480m, dissecadas pelas drenagens da bacia; e Agradacional nas cotas inferiores a 480m, condizentes com as planícies do São Francisco.

Na carta de Densidade de Drenagem da bacia (Figura 19), observa-se que a área de maior densidade de drenagem condiz com a Escarpa Erosiva, sendo as cores vermelho e marrom mais representativas neste setor, o que aponta uma dissecação do relevo bem acentuada para tal unidade, além de indicar uma transição litológica entre os arenitos do Grupo Areado, que sustentam o Planalto Tabular, e os arenitos arcoseanos da formação Três Marias.

Por outro lado, verifica-se que, nas outras unidades morfológicas, a dissecação horizontal da rede de drenagem é menor, indicada pela cor verde, com interflúvios bastante amplos. Em comparação com a carta de Declividade, averiguou-se que em áreas com menor densidade de drenagem apresentam uma declividade mais reduzida, localizadas nas cabeceiras de drenagens do Planalto Tabular.

No que diz respeito à carta de Profundidade de Drenagem (Figura 20), o desnível altimétrico máximo é de 120 m entre a linha cumeada e o talvegue, para a área da quadrícula utilizada no mapeamento. Assim nas áreas de cor mais escura o grau de entalhamento é maior, verificado nos Planaltos Residuais e na Escarpa Erosiva que possuem maior profundidade, diferenciando-se das demais unidades morfológicas com valores menores e predominante em cor verde.

Bonzanini *et al.* (2022) afirmam que o aprofundamento em contato litológico se deve por ser um setor de maior fragilidade erosiva em razão das particularidades de cada material litológico, que provoca mudança no comportamento de escoamento e permeabilidade. Assim, a Escarpa Erosiva se apresenta com maiores valores para a densidade e profundidade de drenagem, bem como para declividade em uma cota altimétrica intermediária de 560 a 640 metros de altitude. É possível observar esse potencial erosivo nesta transição geológica da bacia. Além disso, junto ao controle litológico, denotam-se duas superfícies geomórficas com recuo do escarpamento e presença de morros testemunhos, em frente à escarpa erosiva e no interior do Planalto Tabular. Esse contexto merece estudos futuros. O Quadro 8 busca sintetizar essas informações dirigidas aos compartimentos morfológicos da bacia.

Figura 18: Carta Hipsométrica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)

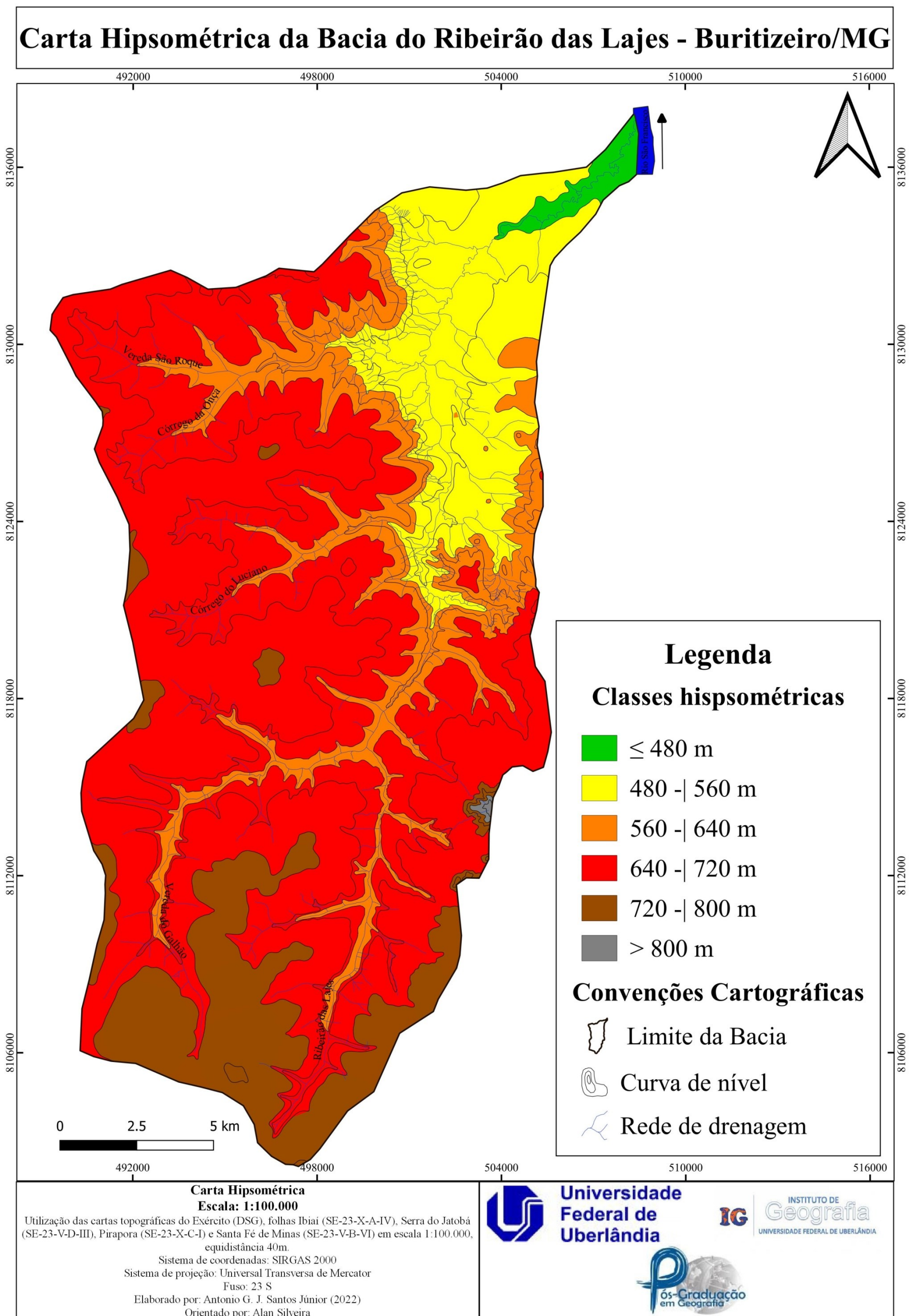


Figura 19: Carta de Densidade de Drenagem da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)

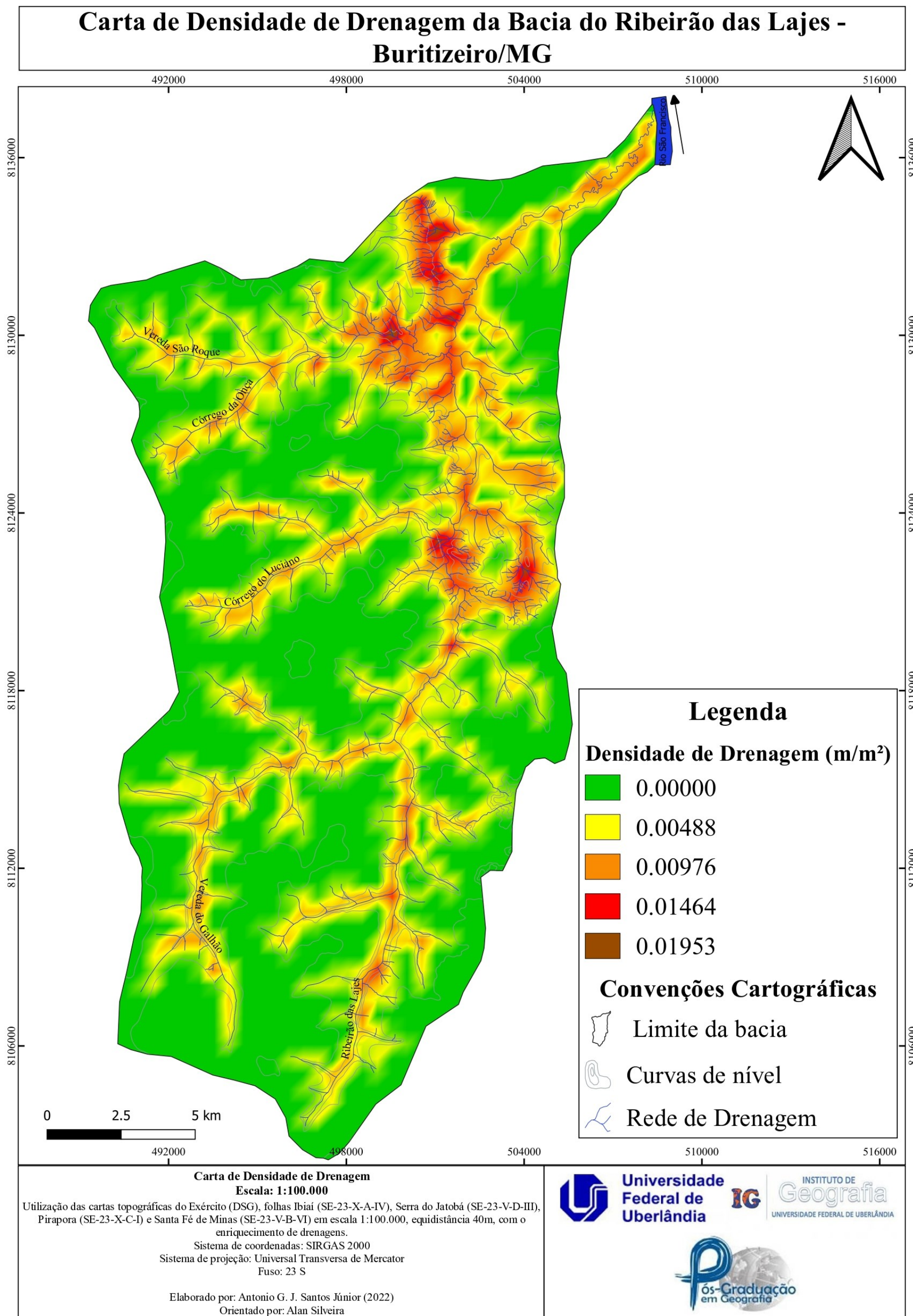
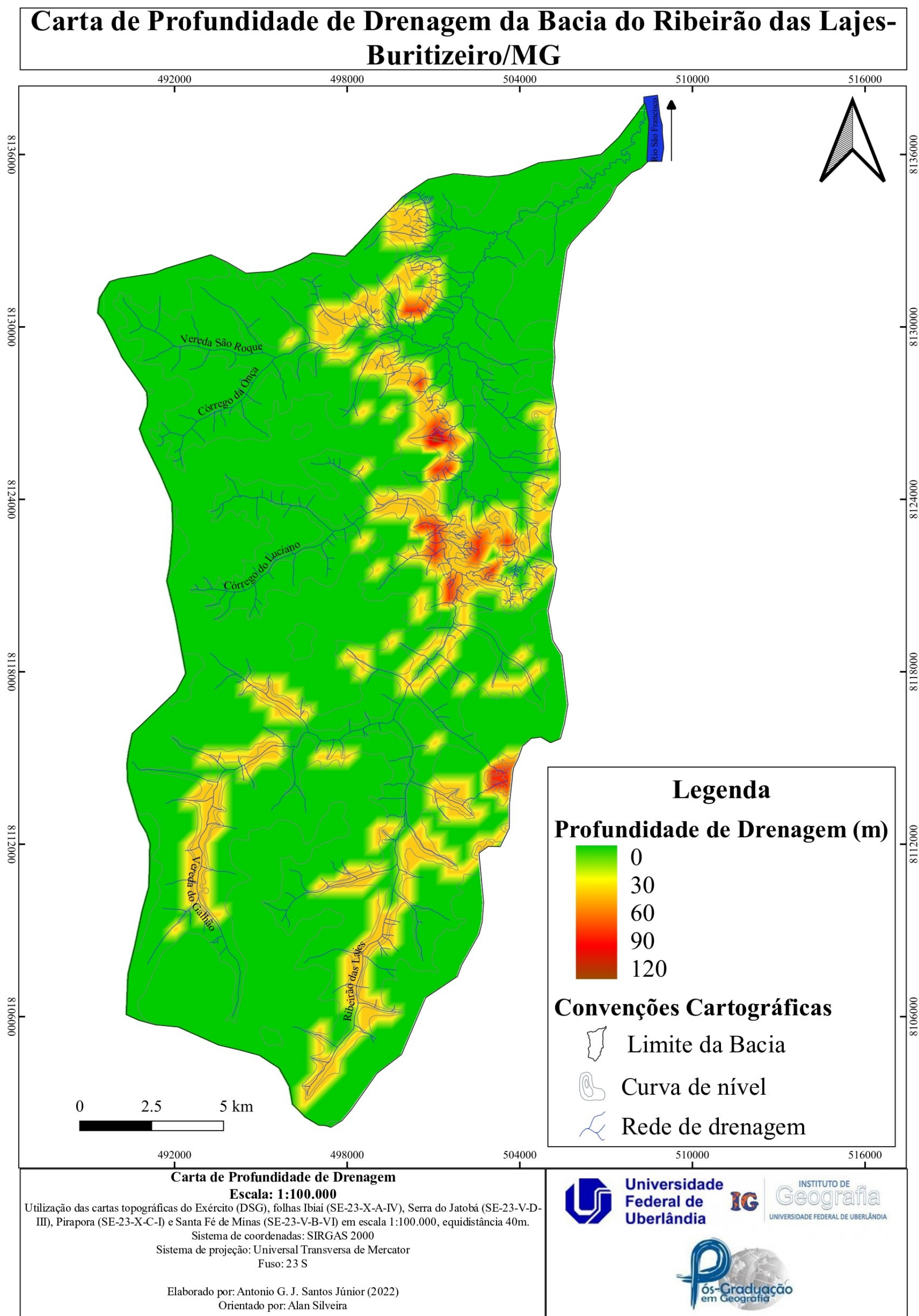


Figura 20: Carta de Profundidade de Drenagem da Bacia do Ribeirão das Lajes - Buritizeiro (MG)



Quadro 8: Síntese das informações para a compartimentação morfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes.

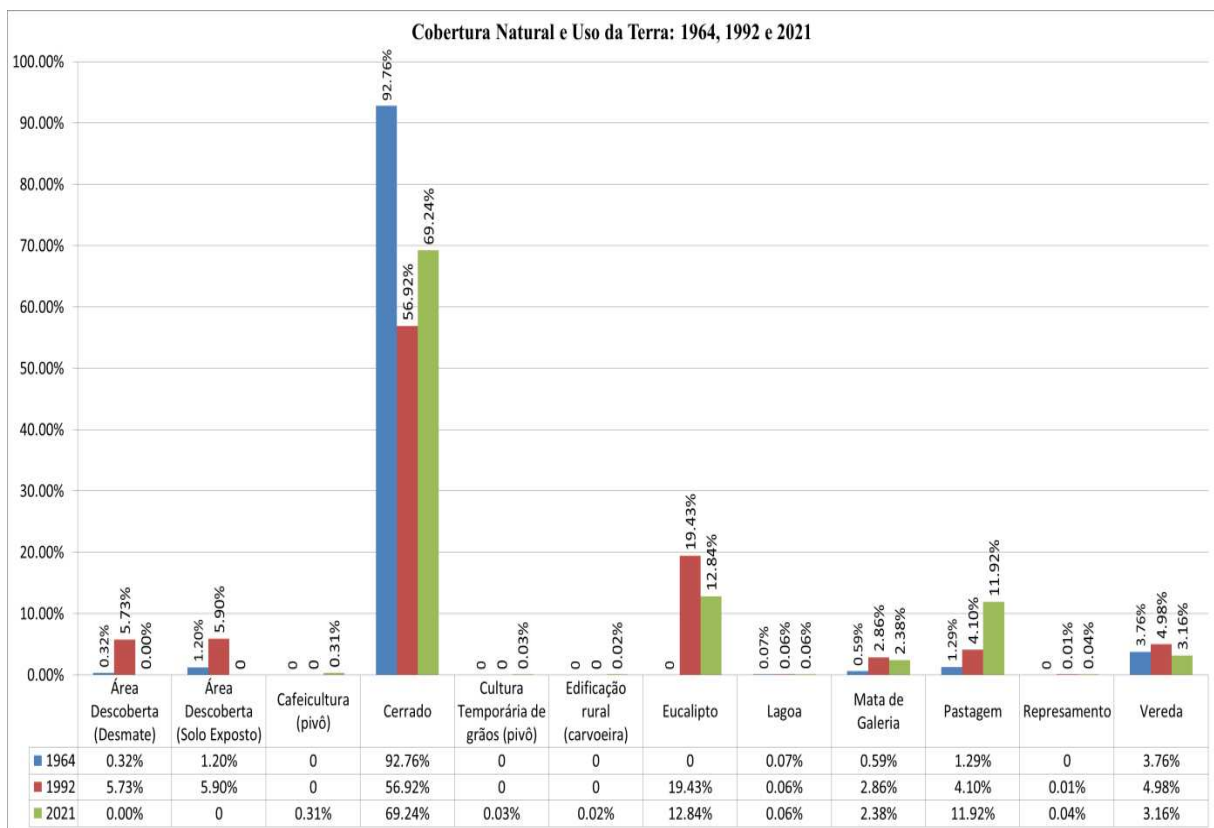
Unidade Morfoescultural	Unidade Morfológica	Tipos de Formas	Litotipos	Solos	Declividade	Hipsometria	Densidade de Drenagem	Profundidade de Drenagem
<b>Depressão Sanfranciscana</b>	Agradacional	Planície Fluvial	Depósitos aluvionares	Neossolos flúvicos	$\geq 2\%$	$\geq 480$	0.00488 (amarelo) a 0.00976 (laranja)	0 (verde)
		Terraço Fluvial	Depósitos aluvionares e Terraço	Neossolos flúvicos e Latossolo Vermelho-Amarelo	$\geq 2\%$ a $5\%$	$< 480$ -  $560$	0.00000 (verde) a 0.00976 (laranja)	0 (verde)
	Denudacional de topo convexo	Colinas	Cobertura detritica indiferenciada/ Formação Serra da Saudade	Latossolo Vermelho-Amarelo	$\leq 2\%$ a $12\%$	$480$ -  $560$	0.00000 (verde) a 0.01464 (vermelho)	0 (verde) a 30 (amarelo)
<b>Planalto do Areado</b>	Denudacional escarpado	Escarpa Erosiva	Formação Três Marias e Formação Serra da Saudade	Neossolos litólicos	$\leq 12\%$ a $30\%$	$560$ -  $640$	0.01464 (vermelho) a 0.01953 (Marrom)	30 (amarelo) a 120 (marrom)
	Denudacional de topo tabular	Planalto Tabular	Grupo Areado	Neossolos quartzarênicos	$\leq 2\%$ a $12\%$	$640$ -  $720$ e $720$ -  $800$	0.00000 (verde) a 0.00976 (laranja)	0 (verde) a 60 (laranja)
	Denudacional de topo aguçado e convexo	Planalto Residual	Formação Três Marias e Grupo Areado	Neossolos quartzarênicos	$\leq 12\%$ a $>45\%$	$640$ -  $720$ e $< 800$	0.00488 (amarelo) a 0.00976 (laranja)	30 (amarelo) a 120 (marrom)

Organização: Santos Júnior (2023)

## 4.2 Cartografia geomorfológica retrospectiva: feições geomorfológicas e a suas relações com a dinâmica do uso da terra.

Os mapeamentos de Cobertura Natural e Uso da Terra para os cenários de 1964 (Figura 21), 1992 (Figura 22) e 2021 (Figura 23) apresentaram características bastantes distintas, evidenciando a predominância do cerrado em 1964 em uma fase pré-implantação do eucalipto; a consolidação e expansão do eucalipto em 1992; e, a implantação de monocultura de café e grãos em 2021, além da expansão da pecuária, com uma pequena retração da silvicultura de eucalipto, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Percentual das classes de Cobertura Natural e Uso da Terra (1964, 1992 e 2021).



Organização: Santos Júnior (2023).

Verifica-se que em 1964 (Figura 21), as ocupações mais acentuadas ocorreram na Baixa Bacia pois apresenta um maior número de intervenções antrópicas (área de desmate, pastagens e solos expostos), com uma densidade em malhas viárias. Neste cenário, a Alta e Média Bacia apresentam grande extensão de cerrado, que evidenciam a sua utilização como “terras comuns”, regionalmente chamado por Gerais. Portanto, observa-se que a ocupação da bacia inicia-se a partir da Baixa Bacia.

Figura 21: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (1964)

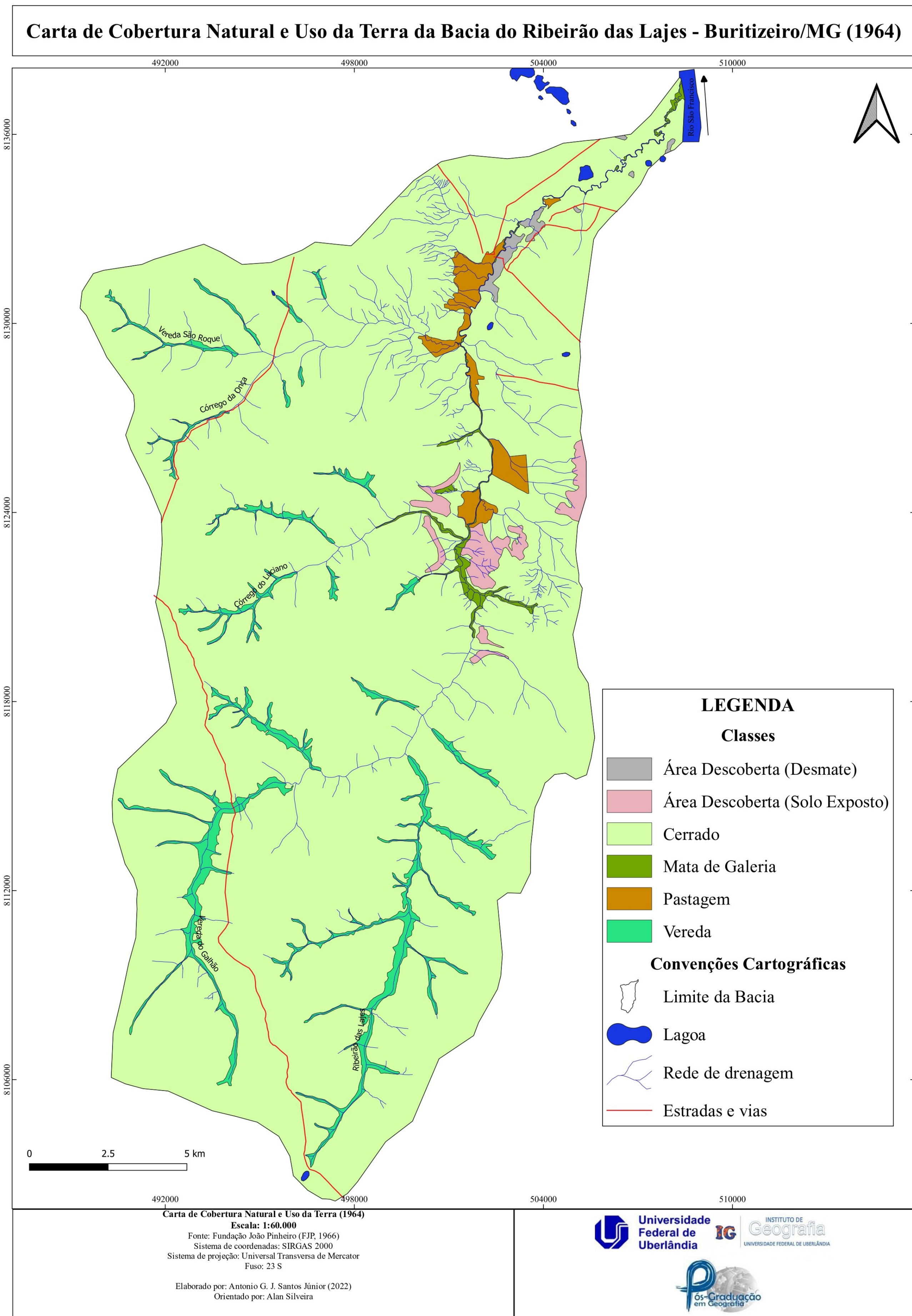


Figura 22: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (1992)

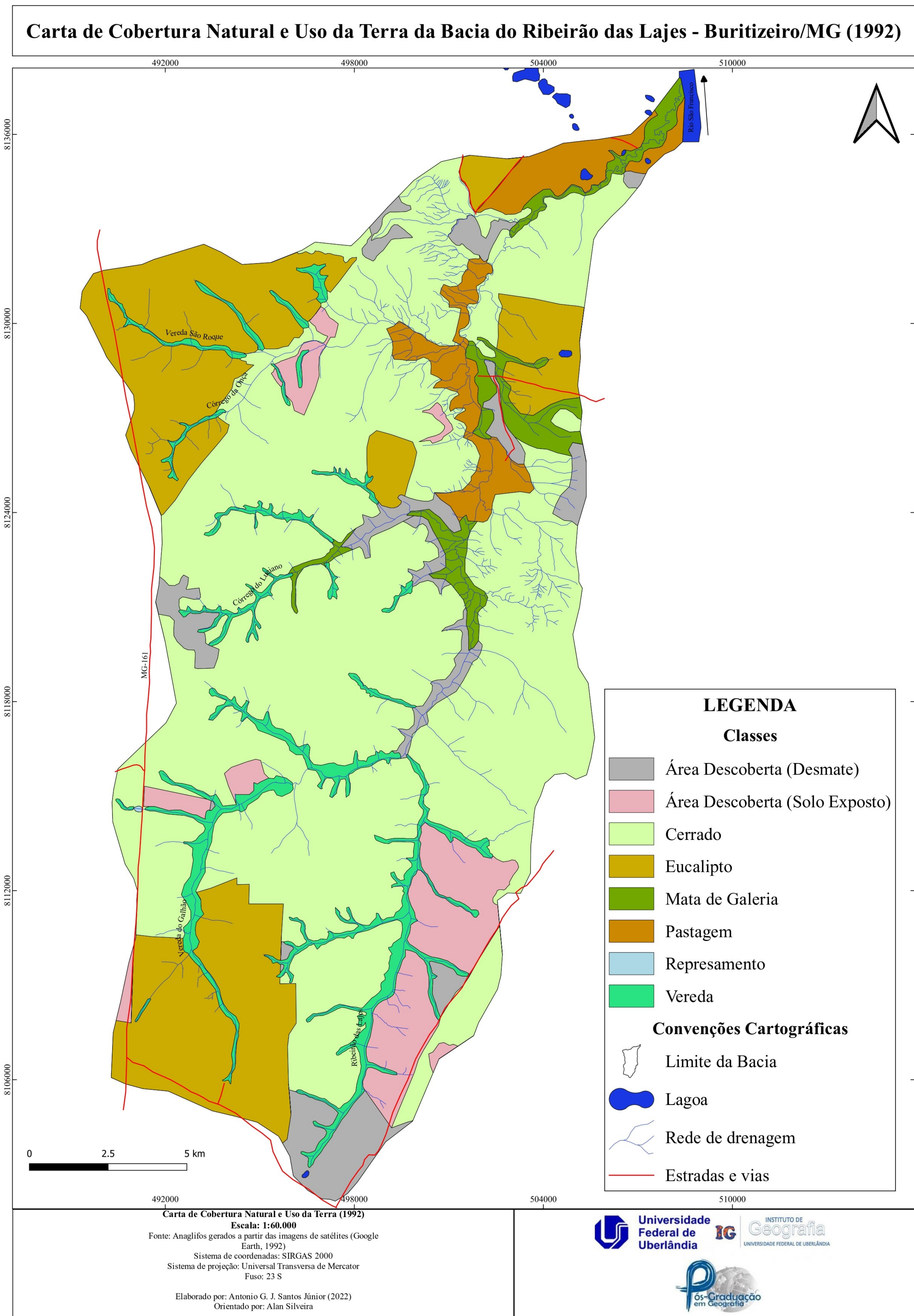
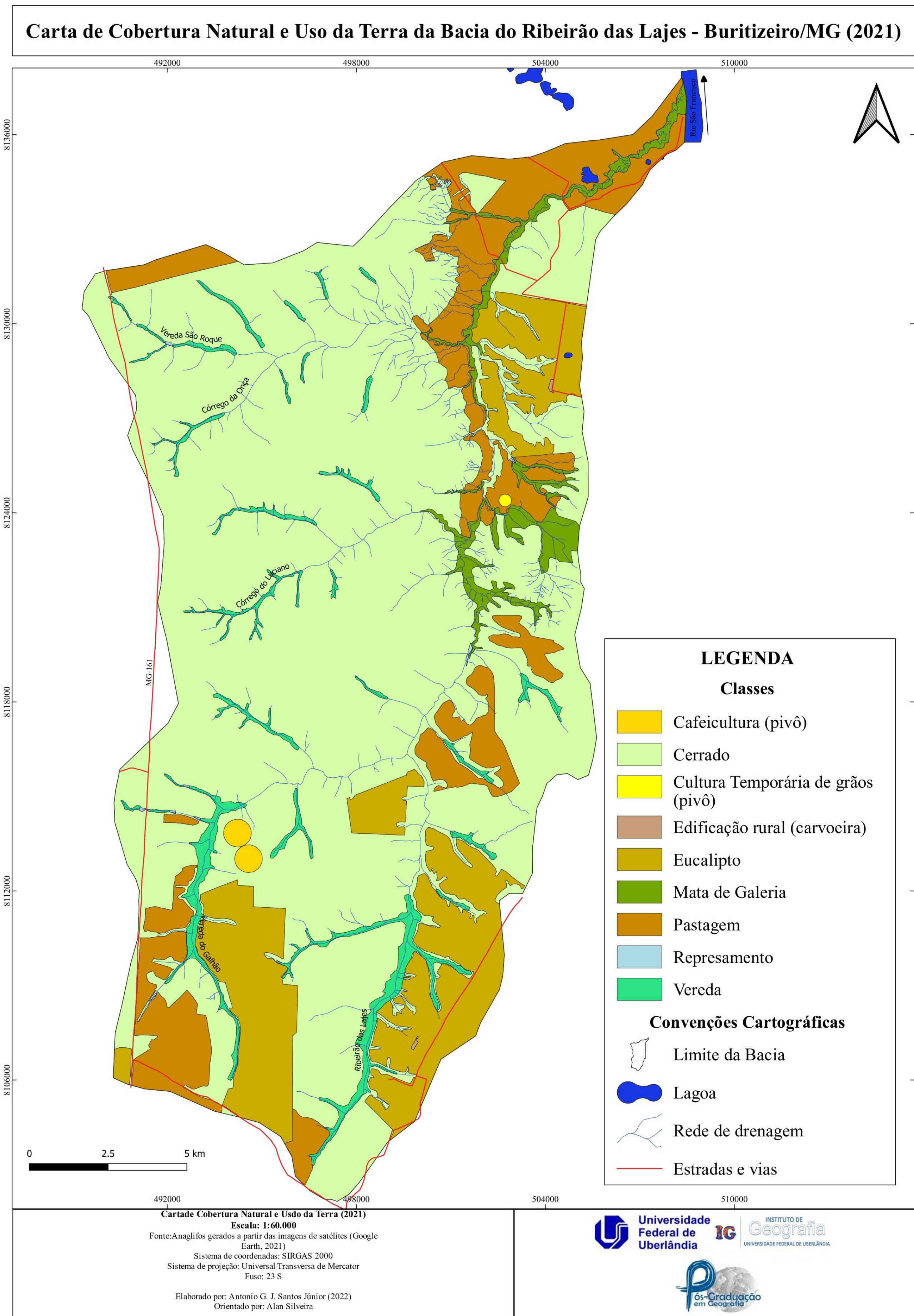




Figura 23: Carta de Cobertura Natural e Uso da Terra da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG (2021)



Em 1992 (Figura 22), é notória a consolidação do eucalipto, presente predominantemente na Alta Bacia, mas também com fragmentos na Média e Baixa. Ainda são observados o aumento de frentes de desmate e uma maior exposição dos solos as intempéries climáticas, áreas estas destinadas para futura expansão do cultivo de eucalipto.

No cenário de 2021 (Figura 23) a área de eucalipto teve uma retração, quando comparada a área cultivada de 1992, mas por outro lado houve um avanço da pecuária com o aumento de área de pastagens. Também, destaca-se o uso para as lavouras temporárias e café, culturas essas que não foram registradas nos dois cenários pretéritos.

Para os três cenários 1964 (Figura 21), 1992 (Figura 22) e 2021 (Figura 23) a cobertura predominante foi de cerrado, respectivamente com 92,76%, 56,92% e 69,24%. Entre 1964 a 1992 acusa-se uma redução do cerrado em 35,84%. Em 2021, essa cobertura apresentou um aumento, evidenciando uma regeneração da área desmatada. Nestas áreas de regeneração, em campo, verificou-se a presença de indivíduos de mesma espécie, pioneiras e pouco adensadas.

A segunda classe de Cobertura Natural e de Uso da Terra dominante na Bacia foi a silvicultura, sem cobertura para 1964 (0%), com 19,43% para 1992 e 12,84% para 2021. Pelo cenário de 1964 não possuir tal classe, nomeou-se este cenário como de pré-implantação do eucalipto. Conforme referencial bibliográfico e de relatos em campo, tal implantação ocorreu após incentivos governamentais da década de 1970.

O cenário de 1992 apresenta o avanço da silvicultura para a bacia, pois nestas áreas descobertas para este cenário, verificou-se no cenário de 2021 a implantação da silvicultura. Autores como Baggio (2008) e Melo (2008) apontam que a partir dos anos de 1990 extensas áreas de eucaliptais foram abandonadas em razão principalmente do fim dos incentivos fiscais e problemas de adaptação do eucalipto.

Conforme mencionado, em 2021 houve uma retração da área ocupada pela silvicultura, mas a pastagem atingiu 11,92% da área, em comparação com 1,29% (1964) e 4,10% (1992). Isso evidencia que o cerrado, em 1964 e 1992, era usado com pastagem natural em razão da predominância de gramíneas em sua formação vegetacional. Com a diminuição dos Gerais, pelo cercamento e apropriação dessa terra verificou-se a necessidade do cultivo e melhoramento das pastagens, fato constatado em campo.

Um fator inesperado foi a expansão da vereda para o ano 1992 (4,98%), que pode ser justificado pelo período de aquisição das imagens (mês de dezembro), que retrata o verão, período que de fato há expansão das veredas. Em contrapartida os cenários de 1964 (meses

de julho e de agosto) e 2021 (mês de junho) retratam períodos secos. Nestes períodos se verifica que o desmatamento adentrou a vegetação das veredas, pois em algumas áreas pela fotointerpretação não foi possível distinguir a área de vereda ou a plantação de eucalipto, confirmado em campo a existência de alguns pés de eucaliptos em área de influência da vereda (2023). A diminuição de área úmida, veredas, de 1964 a 2021, demonstra a redução das águas superficiais em razão do uso e ocupação, comprovado pelo aumento de represamentos e a desperenização de cursos d'águas e veredas.

Por outro lado, verifica-se que o cenário atual da vereda foi de retração com a cobertura de 3,16%. Quando comparada aos cenários de 1964 e 1992, essa diminuição é de 0,6% e 1,57%, respectivamente.

Ao ver o significado da palavra vereda, que é caminho (FERREIRA, 1999), nota-se no cenário de 1964, que muitas eram intercortadas por estradas ou muito limítrofes a estas, sendo caminho para os tropeiros em suas comitivas. Entende-se que estas estradas colaboraram para o escoamento superficial, que ocasionou o assoreamento das veredas, apresentando diversas marcas de assoreamentos ao longo destas.

Vale ressaltar que a lagoa é uma feição geomorfológica natural de áreas de várzea e terraços. No entanto, constatou-se que estas feições apresentaram uma redução ao longo do período, assim como as veredas, evidenciando uma diminuição das áreas úmidas da bacia, o que sugere uma diminuição no escoamento superficial. Fato é que em 1964 não havia nenhum represamento na Bacia, mas nos cenários de 1992 e 2021, verifica-se um aumento expressivo de barramentos. Para 1992 foi vetorizado 1 barramento (0,01%), ao passo que 2021 foram delineados outros 6 (0,04%). Salienta-se que em 2021 visualmente foram vetorizados 6 barramentos, mas há outros barramentos com dimensões menores das vetorizadas, pois tiveram representação cartográfica.

Verificou-se o aumento da Mata de Galeria, que em 1964 era de 0,59% para 2,86% em 1992, com uma pequena redução em 2021 com 2,38%. Elenca-se algumas hipóteses para este aumento, além dos períodos de aquisição das imagens. Visto que grande parte da mata ciliar e de galeria da Planície do Rio São Francisco foi utilizada como combustível para as embarcações que eram movidas a vapor na época de 1964, conforme relatos da população ribeirinha. Outra, árvores mais sombrias foram escolhidas, principalmente na criação de gado, em detrimento do adensamento da mata de galeria. Ou pela questão da reformulação da legislação florestal em 1965. Merecendo uma investigação futura aprofundada.

No cenário de 1992 se verificou uma grande extensão de áreas descobertas, desmate

com 5,73% e solos expostos com 5,90%, localizadas principalmente nas cabeceiras de vereda da Alta Bacia. Também neste cenário pode-se verificar uma maior quantidade de feições erosivas (Figura 25), principalmente ravinamentos. Essas áreas para o cenário de 2021, foram ocupadas principalmente por eucaliptais e pastagens, com algumas regenerações do cerrado. As áreas de cerrado regeneradas são pouco adensadas e predominam indivíduos da mesma espécie, em grande quantidade e constantemente sofrem com queimadas. Verificado em campo que em áreas úmidas como as veredas são impactadas pelo fogo, denotando um estresse hídrico sobre as mesmas.

Esses manejos e usos da terra acabaram provocando modificações geomorfológicas, sendo detectadas nos mapeamentos Geomorfológicos.

Os mapeamentos Geomorfológicos dos cenários de 1964 (Figura 24), 1992 (Figura 25) e de 2021 (Figura 26) permitiram constatar a alteração geomorfológica na Bacia do Ribeirão das Lajes, que sofreu grandes transformações ao longo deste período, muito em razão do uso e ocupação da bacia. Os cenários são bastante distintos, tendo em vista que em 1964 foi observado a presença de estradas e vias em construção, que são consolidadas em 1992, ao passo que para 2021 se observa um cenário de efetiva ocupação agrícola e por intensos represamentos.

Figura 24: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG - 1964

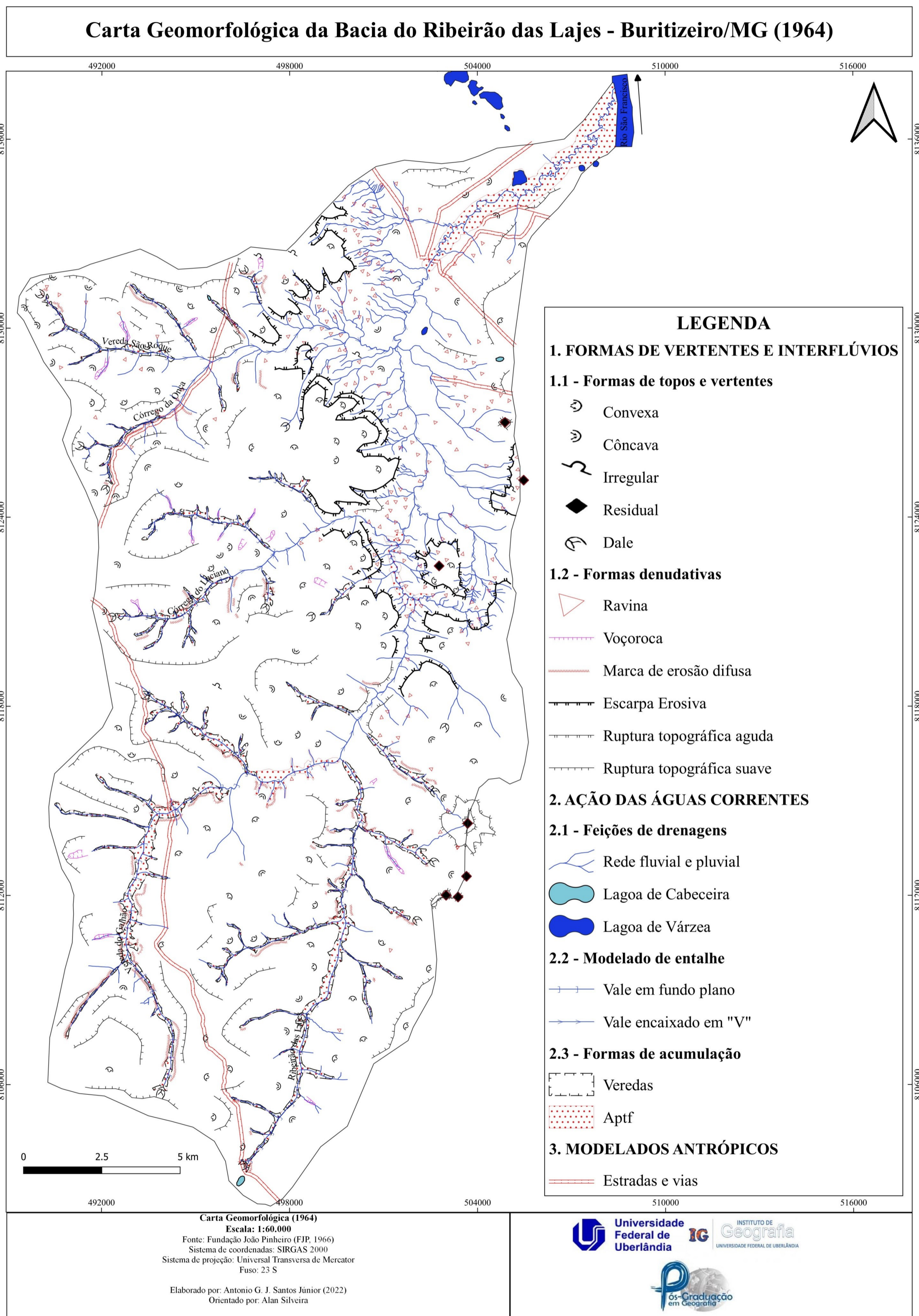


Figura 25: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG – 1992

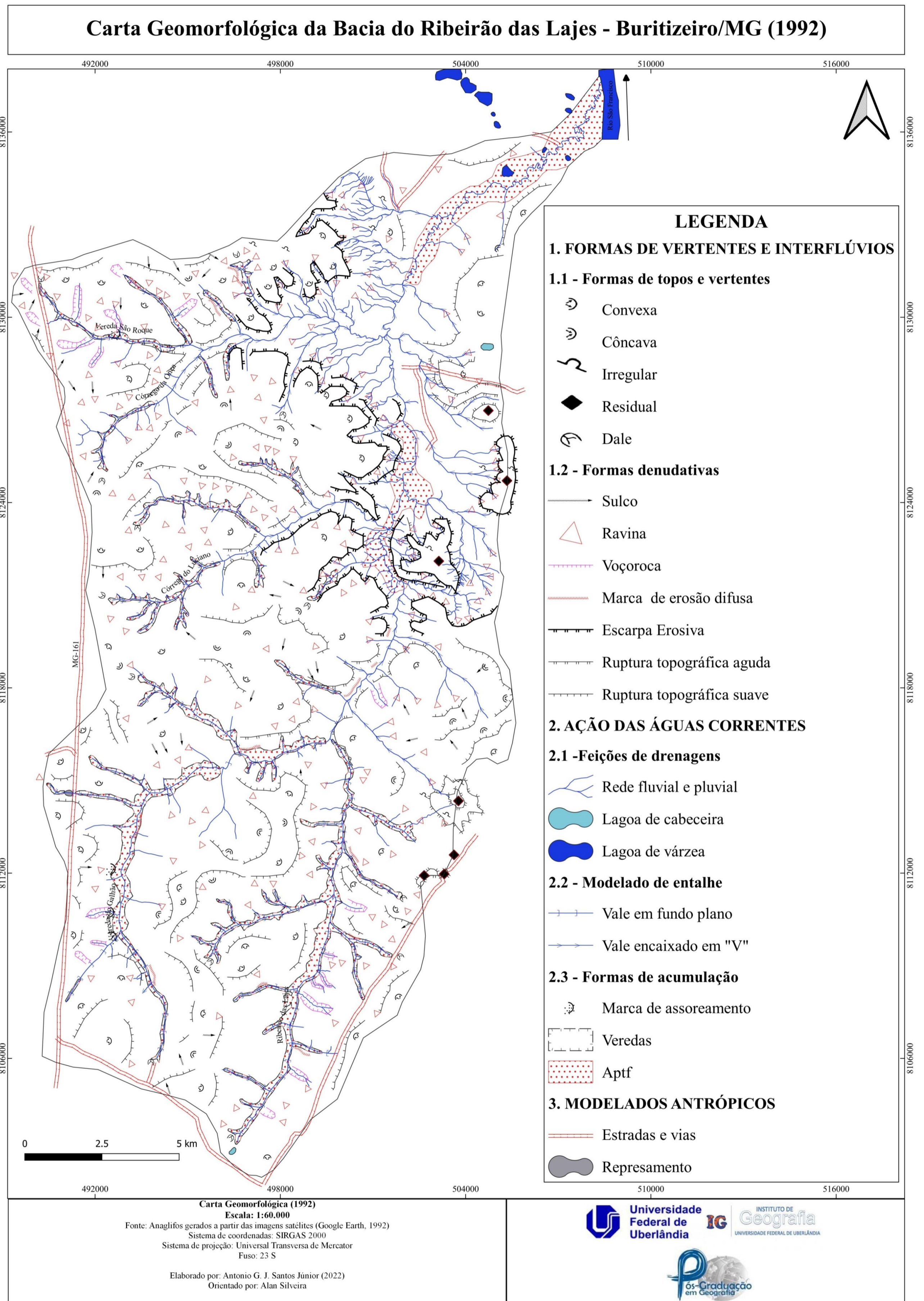
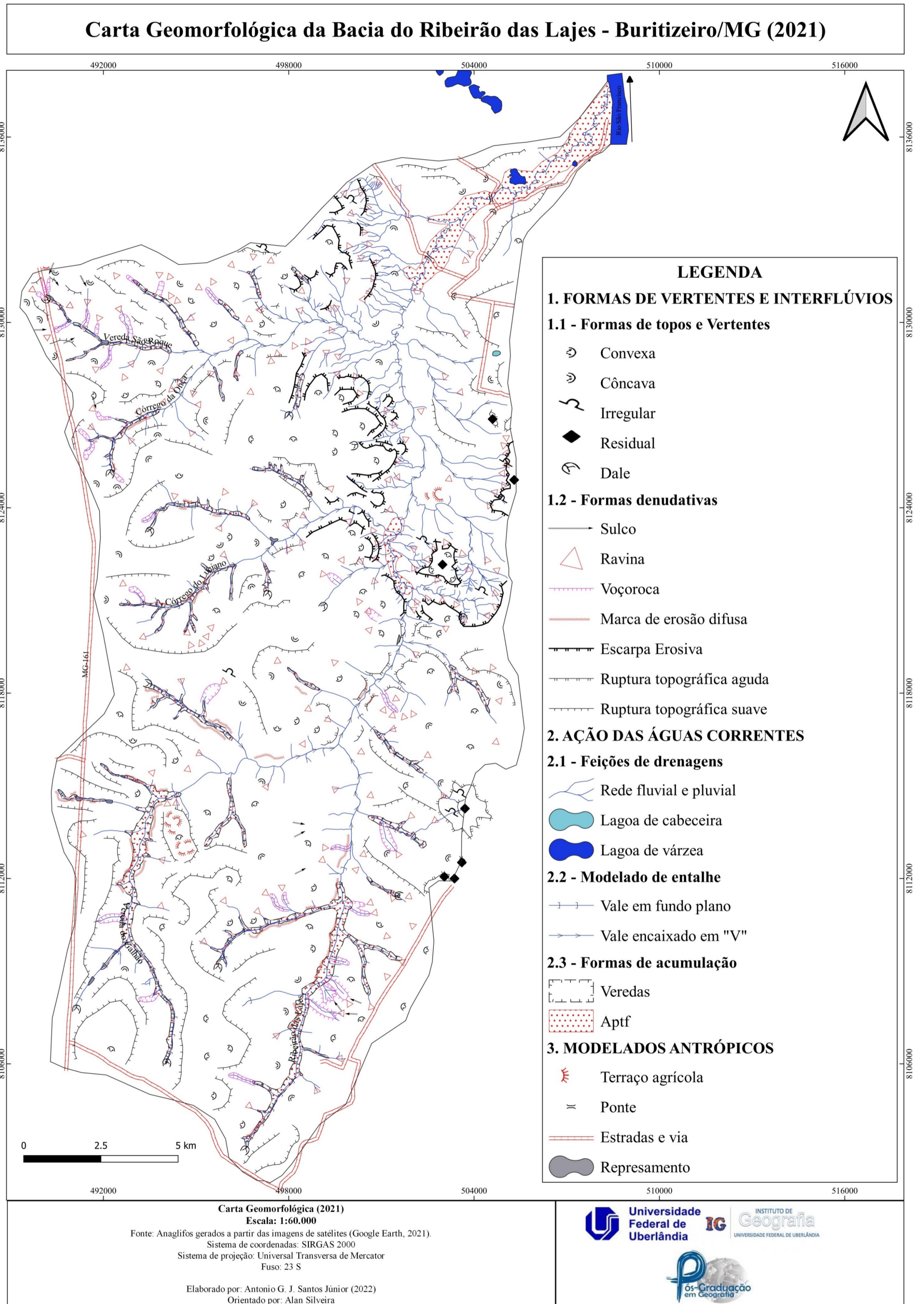


Figura 26: Carta Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro/MG – 2021.



As alterações geomorfológicas são mais perceptíveis quando se contabilizam o número de feições erosivas da área pesquisadas (Quadro 9).

Quadro 9: Feições denudativas erosivas da Bacia do Ribeirão das Lajes

<b>Ano</b>	<b>Sulcos</b>	<b>Ravinas</b>	<b>Voçorocas</b>	<b>Marca de Erosão Difusa</b>
<b>1964</b>	*	200	18	83
<b>1992</b>	37	237	19	13
<b>2021</b>	13	203	34	39

\* Em razão da qualidade das fotos aéreas de 1964 não foi possível identificar tais feições para este período. Organização: Santos Júnior (2023).

Também, averigua-se, ao comparar as cartas Geomorfológicas, que ocorreram instalações ou ampliações dos processos denudativos em diversas partes da Bacia. No cenário de 1992 foi verificado um maior número de ravinas em toda a bacia, principalmente na Alta e Média Bacia.

Em geral, a Alta Bacia apresenta feições erosivas lineares mais incisivas, com destaque aos voçorocamentos, ao longo do período pesquisado. As ravinas também são localizadas em toda a Bacia, mas de forma mais representativa na Escarpa Erosiva. As marcas de erosão difusa foram mais presentes em 1964, principalmente ao entorno das veredas. Os sulcos, feições menos incisivas, foram observados em maior número no cenário de 1992, condicionadas principalmente em áreas descobertas. Por outro lado, verifica-se uma redução dos sulcos para o cenário de 2021, que pode estar relacionado às práticas de conservação de solos, como terraceamentos nas pastagens, na cafeicultura e culturas temporárias; assim como a construção de bolsões nos carregadores dos eucaliptais e estradas que se direcionam as drenagens.

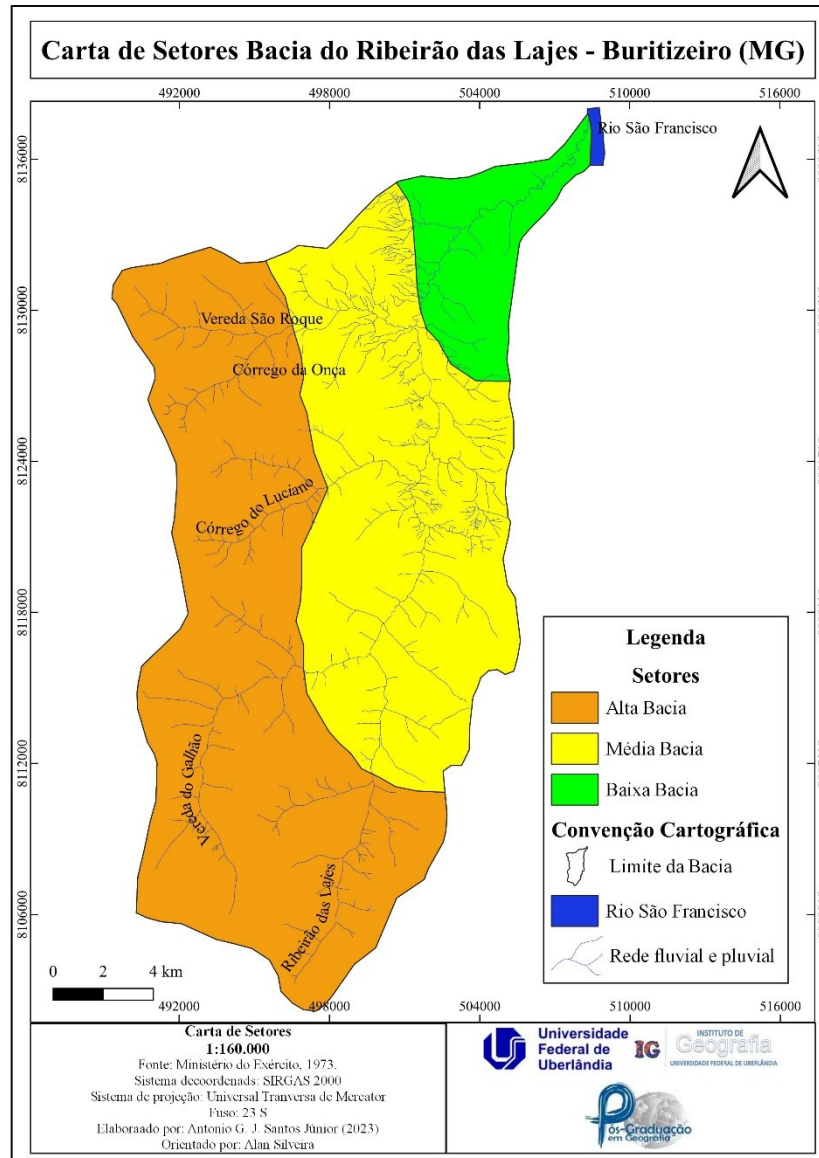
Assim, foram feitos recortes comparativos para os cenários de 1964, 1992 e 2021, com destaque à Alta Bacia, tendo em vista a presença significativa de veredas. Pode-se verificar que mesmo com uma ocupação ainda inexpressiva sobre área, os processos erosivos de 1964 são bastante atuantes, prevalecendo até os dias atuais (2021), como o surgimento de voçorocas. Vale salientar que a Alta Bacia é caracterizada pela predominância do Neossolo Quartzarênico, bastante suscetível a erosão hídrica.

Para um melhor entendimento e localização dos resultados e dos recortes, a Bacia foi dividida em três setores: Alta Bacia, Média Bacia e Baixa Bacia (Figura 27). A Alta Bacia compreende o Planalto Areado e as principais veredas da Bacia. A Média Bacia corresponde



ao setor da Escarpa Erosiva e o Planalto Residual; e, a Baixa Bacia está localizada na Depressão Sanfranciscana, agregando principalmente as áreas de Planície e Terraço Fluviais (vide Figura 14).

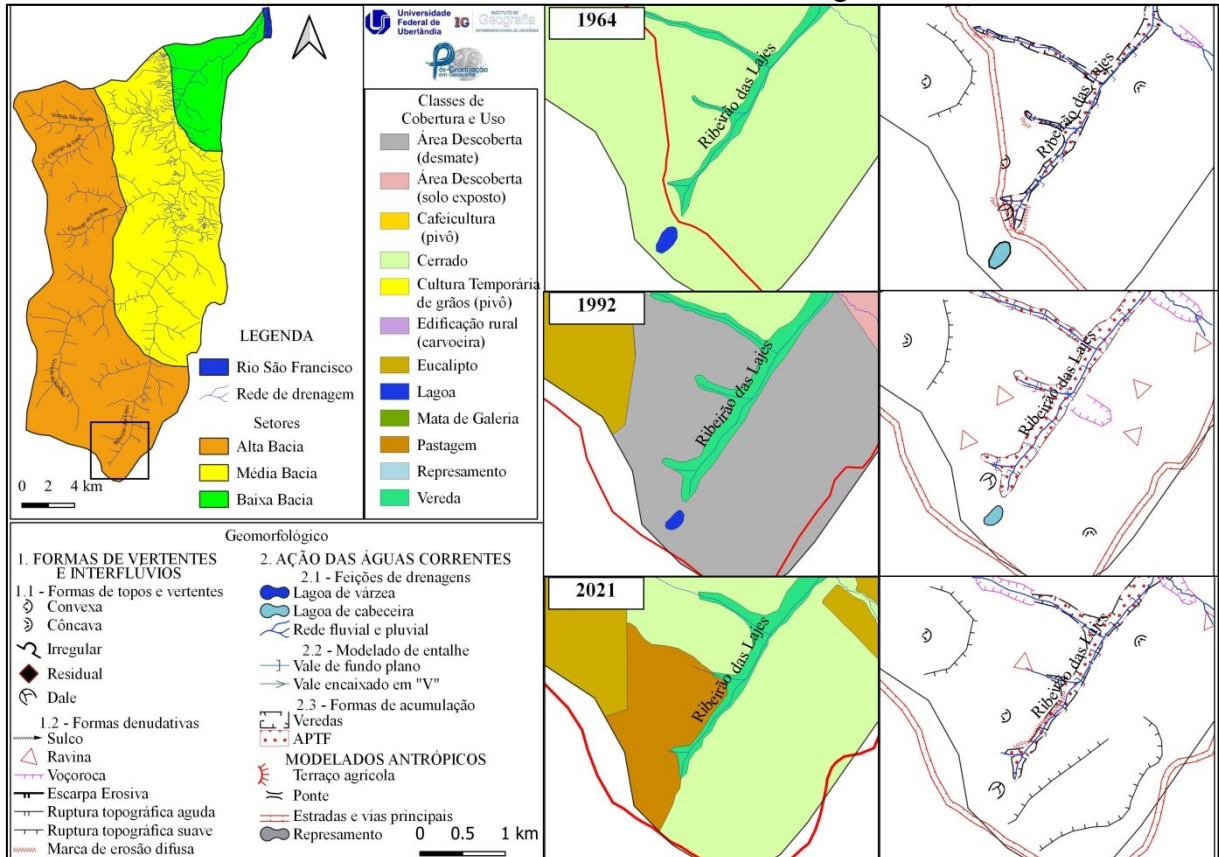
Figura 27: Setores da Bacia do Ribeirão das Lajes – Buritizeiro (MG)



Na figura 28 verifica-se no cenário de 1964 a existência de uma lagoa de cabeceira do Ribeirão das Lajes, na Alta Bacia. Em 1992 a mesma lagoa apresentou uma diminuição de sua área, a qual no cenário de 2021, não foi localizada. Averiguou-se em campo que essas cabeceiras de drenagem da Alta Bacia são marcadas por acumulações de materiais arenosos, aluvionares. Compreende-se que esta lagoa, hoje ocupada por pastagem (Figura 29), tenha sido soterrada pelos materiais erodidos das vertentes, em razão da ocupação da cabeceira da

vereda por pastagem (1992). Atualmente, parte desta área se regenerou com cerrado e outra parte ainda é utilizada como pastagem (2021).

Figura 28: Recorte comparativo entre os cenários de 1964, 1992 e 2021, alteração de cobertura natural e de Uso da Terra e Geomorfológica.



Organização: Santos Júnior (2023).

O surgimento de feições erosivas na nascente do Ribeirão das Lajes confirma o transporte de material erodido para área da vereda e da extinta lagoa, sendo mais atuante no período que o solo ficou mais exposto, no cenário de 1992, que apresenta várias ravinas ao seu entorno. Em campo, na área da lagoa se averiguou restos de tijolos e praça de uma antiga carvoeira. Também é notável a concavidade do antigo posicionamento da lagoa de cabeceira, com marcante sedimentação, e a montante desse ponto se observam os canais de primeira ordem e veredas (Figura 29).

Figura 29: Área da extinta lagoa da cabeceira do Ribeirão das Lajes.



Autor: Santos Júnior ( 2022).

Em trabalhos de campo realizados em 2022 e no início de 2023, averiguou ao longo das estradas vicinais processos de arenização das principais vias e estradas em razão do escoamento laminar, que por causa da falta de manutenção foram e são frequentemente abandonadas (Figura 30 A e B). Isso é marcante principalmente na Alta Bacia, no Planalto Tabular Areado sobre o Neossolo Quartzarênico. Muitos processos erosivos mais incisivos são condicionados as estradas abandonadas e sem a devida manutenção, que cortam ou estão paralelas às veredas.

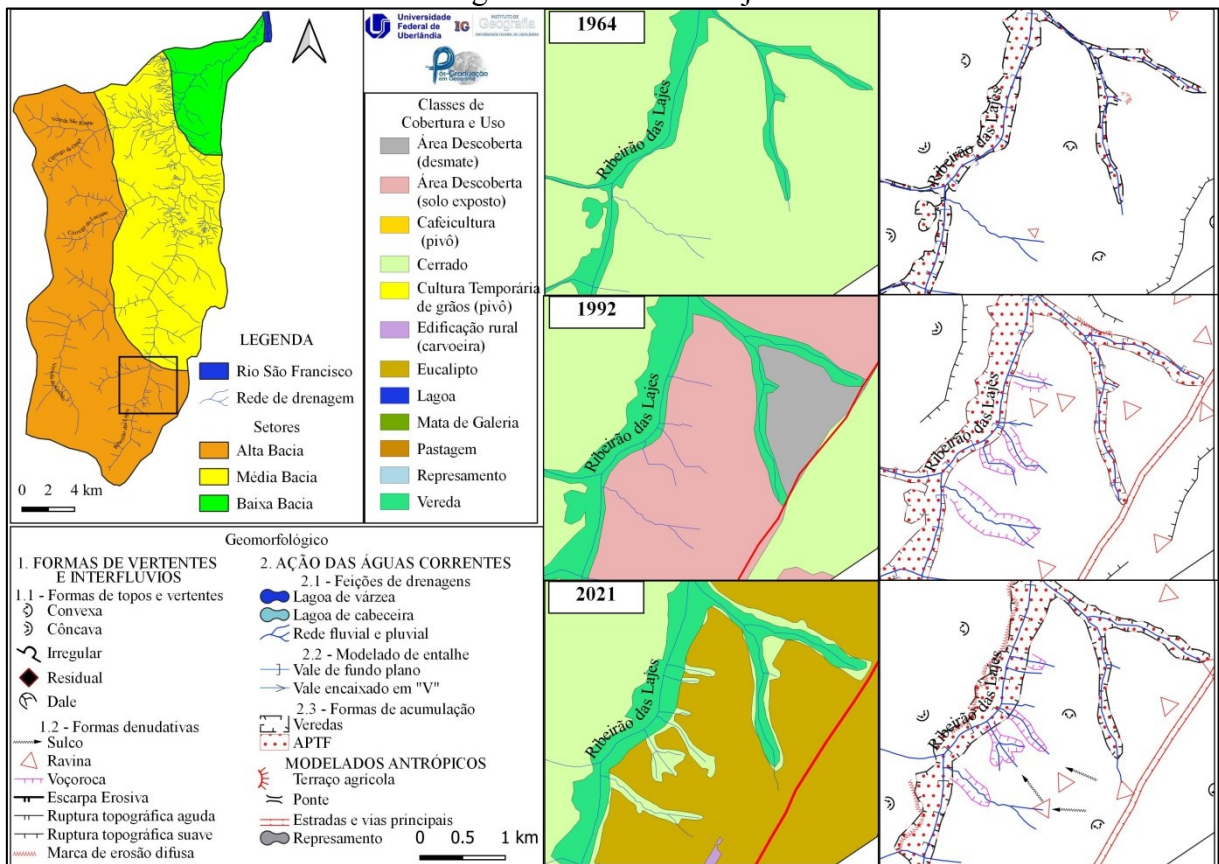
Figura 30: Processos de arenização em estradas não pavimentadas. A: Cabeceira do Ribeirão das Lajes. B: Cabeceira da Vereda do Galhão.



Autor: Santos Júnior (2023)

Constatou-se em vertentes que se dirigem ao Ribeirão das Lajes processos erosivos lineares mais representativos, conforme ilustra a Figura 31. No comparativo, registra-se a presença significativa de feições erosivas lineares no cenário de 1992 e 2021, sobretudo ravinas, quando comparada ao cenário de 1964. Nota-se que a vegetação de cerrado (1964) foi substituída por eucalipto, fato que pode ter dinamizado, pelos carregadores, o escoamento superficial, favorecendo os processos denudativos que se acentuaram no cenário de 2021. Verifica-se na Figura 31 a substituição da cobertura natural (1964) por Eucalipto (2021), processo de desmate e de solo exposto (1992), o que contribuiu para o surgimento de feições erosivas lineares, considerando a dinâmica hídrica associada à suscetibilidade do solo.

Figura 31: Recorte comparativo dos cenários de 1964, 1992 e 2021, com notáveis ravinas ao longo do Ribeirão do Lajes.



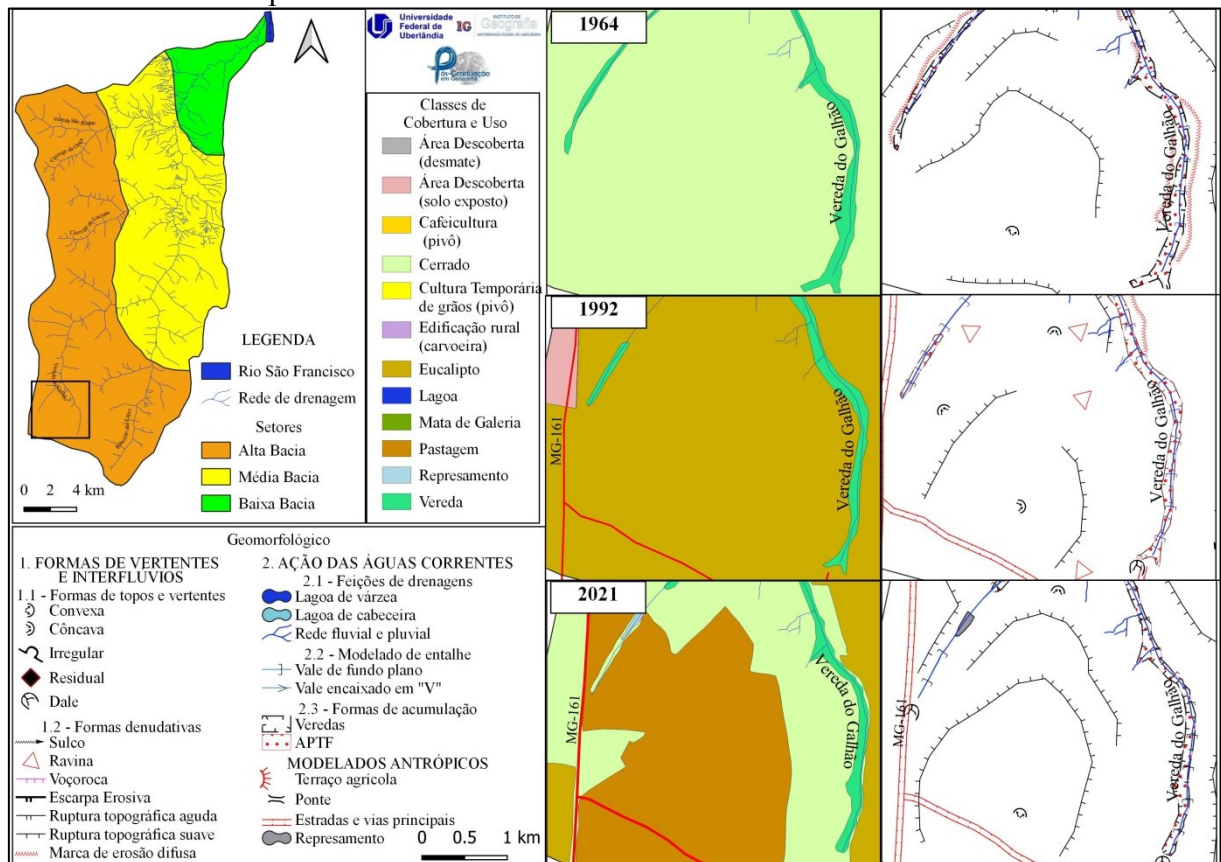
Organização: Santos Júnior (2023).

Processos de ocupação semelhantes também ocorreram em afluentes do Ribeirão das Lajes, como ilustra a Figura 32 na vereda do Galhão. É possível verificar o aumento de rupturas topográficas (Quadro 10) ao longo do período pesquisado, com destaque para o cenário de 2021, quando comparado ao de 1964, bem como a substituição de cerrado para eucalipto, estimulada pela construção da MG-161.

Em trabalho de campo realizado em junho de 2021, observou-se em área adjacente à vereda do Galhão a correção do solo, que ficou em repouso até 2022, a qual em 2023, o eucalipto está sendo implantado mais uma vez (Figura 33 A). Constata-se ainda que o plantio não é realizado em terraceamento ou seguindo a ruptura da superfície (curva de nível), o que facilita o escoamento superficial das vertentes em direção à vereda.

A correção do solo demonstra a dificuldade do cultivo agrícola nessas áreas, mesmo com relevo favorável, assim como evidencia a suscetibilidade desses solos à dinâmica do escoamento superficial. Além disso, nos trabalhos de campo foi possível verificar o represamento de veredas, fato marcante em canais de primeira ordem neste setor de Planalto Tabular.

Figura 32: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, cobertura e uso e processos atuantes na cabeceira da vereda do Galhão.



Organização: Santos Júnior (2023).

Quadro 10: Análise das rupturas topográficas agudas e suaves: 1964, 1992 e 2021

Ano	Ruptura topográfica aguda	Ruptura topográfica suave
1964	70.708,30 metros	103.593,21 metros
1992	129.345,21 metros	110.788,36 metros
2021	148.857,03 metros	160.195,68 metros

Organização: Santos Júnior (2023).

A vereda do Galhão com predomínio do cerrado (1964) foi ocupada por eucalipto (1992), invadindo até mesmo as áreas dos buritis. Parte da área ocupada pela silvicultura em 1992, para o cenário de 2021 está ocupada por pastagem (Figura 32). Verifica-se que os poucos eucaliptos sobreviventes se destacam na paisagem (Figura 33 B), demonstrando que outrora foram predominantes.

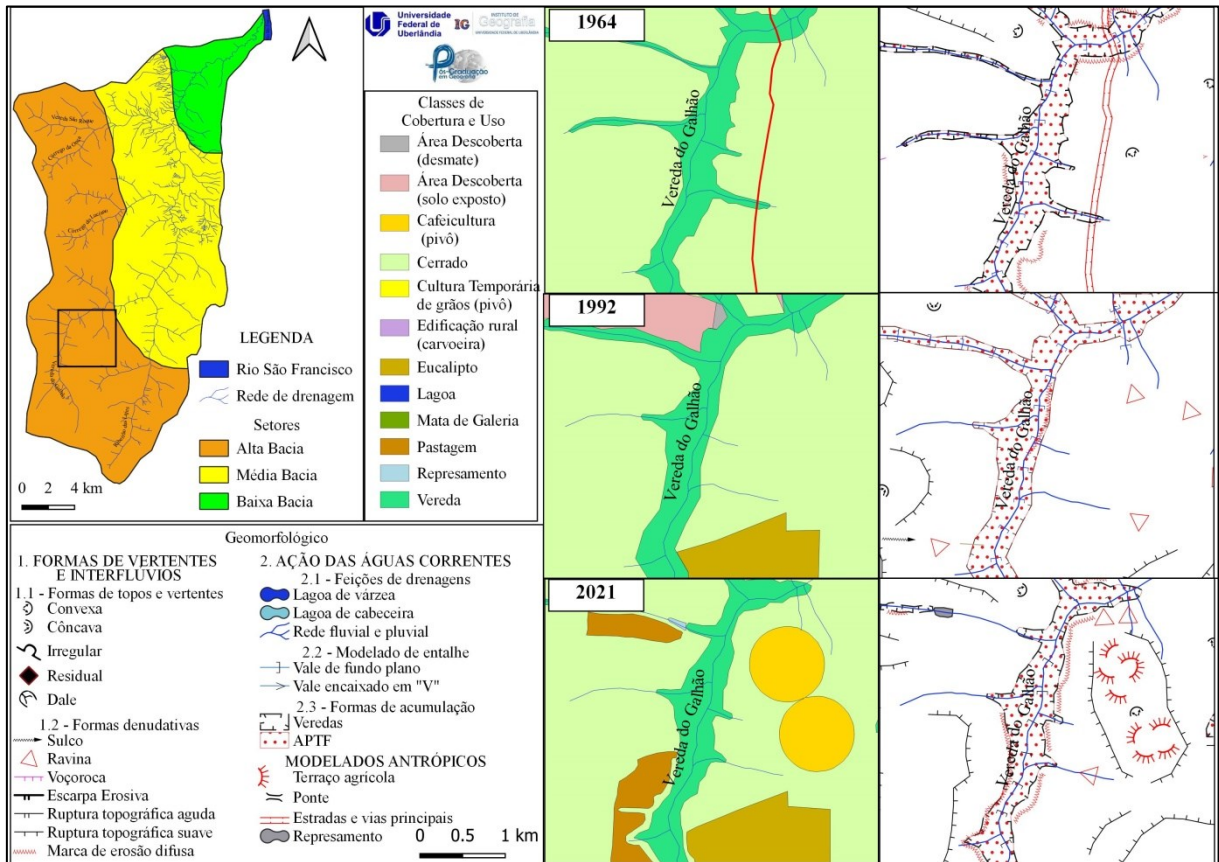
Figura 33: Cobertura e uso da Terra na vereda do Galhão. A: Plantio de eucalipto na cabeceira do Galhão (carreadores em direção à vereda). B: Substituição cerrado e eucalipto por pastagem na vereda do Galhão.



Autor: Santos Júnior (2023).

Ainda em relação à vereda do Galhão, o acesso a esta área em 1964 se dava por via vicinal que ladeava a vereda e a cabeceira do Ribeirão das Lajes. Essa vicinal, com a construção da MG-161, deixou de existir (1992) e hoje é ocupada pela cultura do café em sistema de pivôs centrais (Figura 34). Destaca-se para o cenário de 2021, a presença de terraços agrícolas e de rupturas topográficas margeando a área cultivada por café, fato que demonstra, respectivamente, medidas para contenção da erosão e a suscetibilidade à erosão.

Figura 34: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021 para a vereda do Galhão.



Organização: Santos Júnior (2023).

A vereda do Galhão teve a maior diversificação de atividades econômicas ao longo do período na Bacia, passando por pecuária extensiva, silvicultura e mais recentemente pela cafeicultura. Na Figura 35, é possível notar que a área da vereda é composta principalmente pelo Neossolo Quartzarênico em uma superfície ligeiramente convexada, o que facilita a realização de atividades agrícolas mecanizadas. Ao fundo da foto, registra-se a linha de transmissão de energia recentemente instalada na área, que restringi a ocupação sob a mesma.



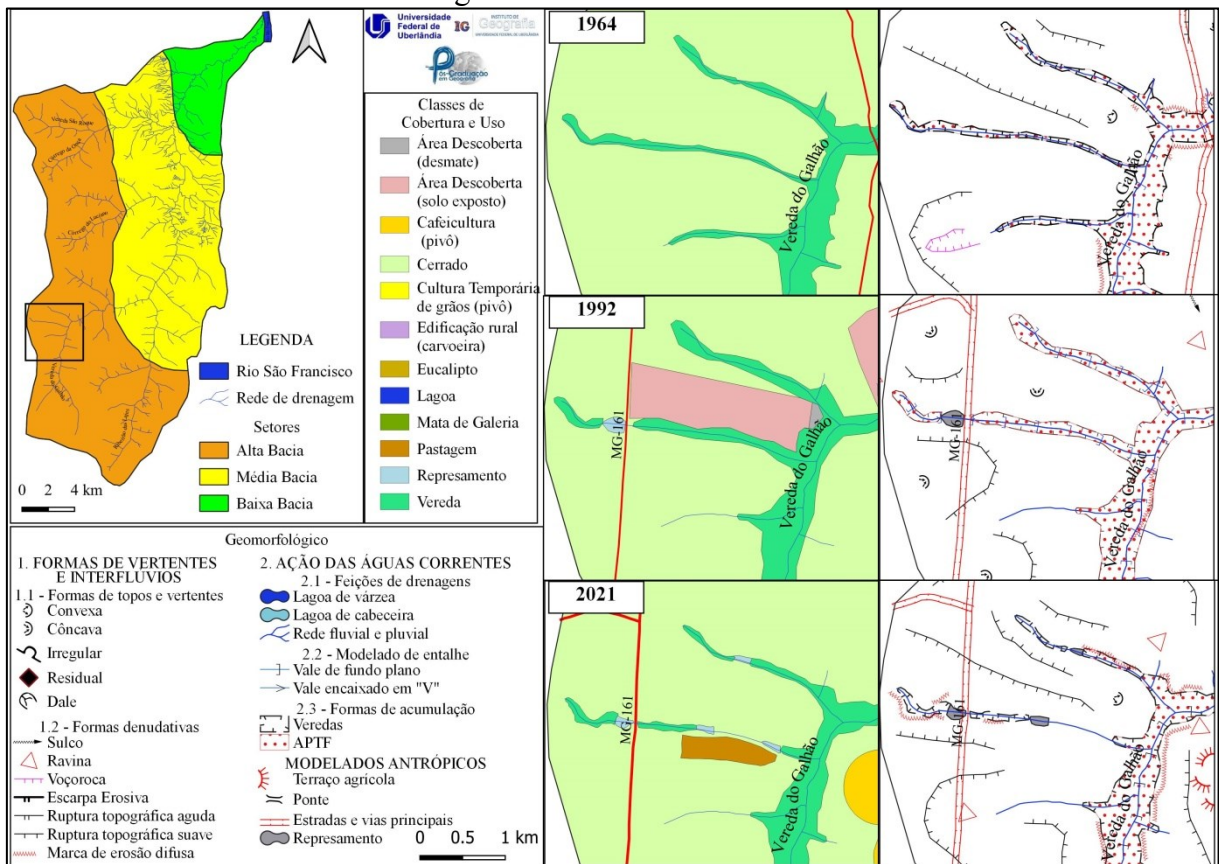
Figura 35: Vereda do Galhão em superfície tabular suavemente convexada, atualmente com implantação da silvicultura do eucalipto.



Autor: Santos Júnior (2022).

Na figura 36, é possível verificar que a abertura da MG-161 cortou um canal de primeira ordem (galho) que desagua na vereda do Galhão. Essa drenagem foi represada e tem uso destinado à criação de gado e a agricultura familiar, onde se instalaram processos erosivos regressivos de cabeceira. É válido enfatizar que regionalmente o galho é um apêndice de uma vereda maior, um afluente, que geralmente não tem um nome definido.

Figura 36: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, represamento de um galho da Vereda do Galhão.



Organização: Santos Júnior (2023).

Verifica-se nos últimos anos que tal represamento vem evidenciando a diminuição em seu volume superficial, e que já esteve totalmente sem espelho d'água. Conforme apresentado na figura 37, em 2007, o represamento tinha um bom volume de água. Em campo, em mês de estiagem de 2021, se verificou um decréscimo significativo de seu volume. Já em abril de 2022 se constatou um aumento da quantidade de água no represamento, porém, não em mesma quantidade conforme visto em 2007. Em janeiro de 2023, foi verificado que o volume desse represamento não teve aumento significativo, apresentando as mesmas características e volume de abril de 2022.

Figura 37: Represamento em decorrência da implantação da MG-161.



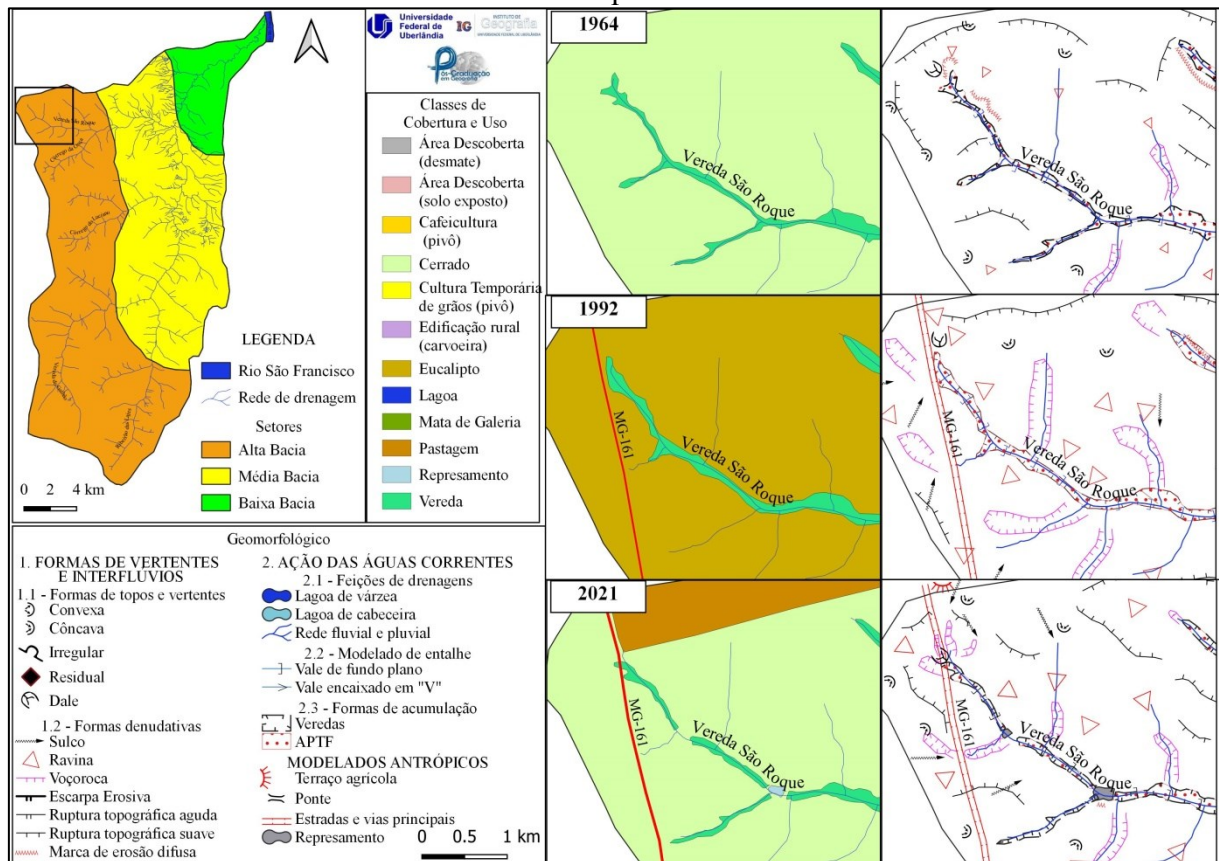
Autor: Santos Júnior (2022).

Este contexto pode estar associado à irregularidade das chuvas na região, causando a desperenização das veredas e cursos d'águas. Além disso, também se destaca o aumento significativo de uso das águas superficiais e subsuperficiais para irrigação por pivôs centrais, tanto na Alta Bacia, como na Planície e na Depressão do Rio São Francisco, demandando, portanto, um volume maior dos recursos hídricos.

Os processos erosivos já estavam presentes na vereda São Roque, situada na Alta Bacia, no cenário de 1964. Esta vereda também foi cortada pela MG-161, que estimulou a ocupação antrópica. Conforme ilustra a Figura 38, no comparativo dos cenários de 1964 e 2021 houve um significativo aumento de feições erosivas lineares, com destaque para a

ampliação e instalação de voçorocas nas cabeceiras de drenagens. O aumento das feições erosivas nesta vereda está relacionado (Figura 38) com a implantação da silvicultura, onde é perceptível que vários processos erosivos lineares foram estabelecidos nos carregadores.

Figura 38: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021 para a vereda São Roque.



Organização: Santos Júnior (2023).

A dinâmica erosiva promoveu a perda de área da vereda São Roque, que resultou na completa erosão de um dos seus galhos, conforme ilustrado na Figura 39A, em virtude da voçoroca presente sobre esse galho. Averiguou-se em campo a tentativa de controle desses processos erosivos, por fazendeiro local, como a construção de bacias de contenção de sedimentos, a fim de evitar o assoreamento do represamento a jusante da vereda (Figura 39B).

Em 2021, a área que foi ocupada por eucalipto em 1992 sofreu grandes transformações, principalmente pela regeneração do Cerrado e pela expansão da pastagem. É possível notar o uso do terraceamento na implantação da pastagem, no entanto há processos bastante ativos na área, como a formação de sulcos, ravinas e voçorocas.

Dentre as veredas da Bacia, a São Roque é a que apresenta maior intensidade de

feições erosivas, que são condicionadas pela fragilidade dos Neossolos Quartzarênicos e pela ocupação antrópica.

Figura 39: Vereda São Roque. A: Voçoroca instalada sobre a cabeceira da vereda. B: Represamento instalado na vereda São Roque, à jusante da voçoroca.



Autor: Santos Júnior (2022).

Verificou-se nas veredas da Alta Bacia, e em outras veredas do Planalto Areado que em razão da característica agradacional das veredas a acumulação de material aluvionar, mas em razão da ocupação antrópica, os processos erosivos foram acelerados ocasionando a remoção destes sedimentos (Figura 40).

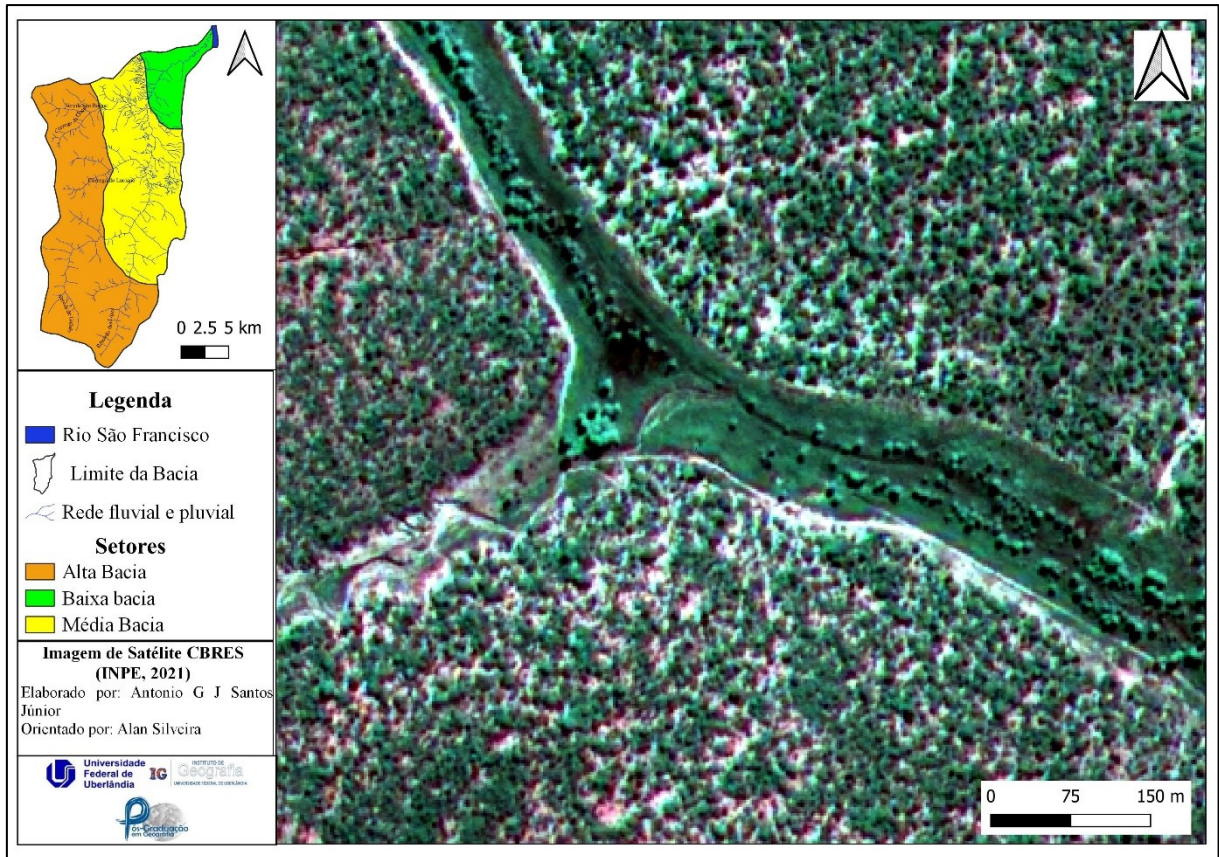
Figura 40: Entalhamento na cabeceira das veredas com remoção das coberturas aluvionares.



Autor: Santos Júnior (2019).

Em 1992, em diversos pontos da Bacia apurou-se marcas de assoreamentos nas veredas, muito em razão dos processos erosivos ao entorno das mesmas, acelerados pela ação antrópica, ocorrendo principalmente na Vereda do Galhão (Figura 25). Por outro lado, em 2021, verifica-se o entalhamento erosivos dentro das veredas (Figura 41), o que não ocorreria se tais veredas estivessem ambientalmente equilibradas. Os fluxos hídricos nas veredas ocorrem lentamente, a medida que este fluxo aumenta e fica concentrado, as mesmas gradativamente perdem suas características de acumulação (APTF): solos encharcados por afloramento rochoso em seu leito, perda do campo limpo úmido e diminuição de buritizais para cerrado típico (sentido restrito) ou mata de galeria.

Figura 41: Entalhamento de canal na vereda São Roque (2021).

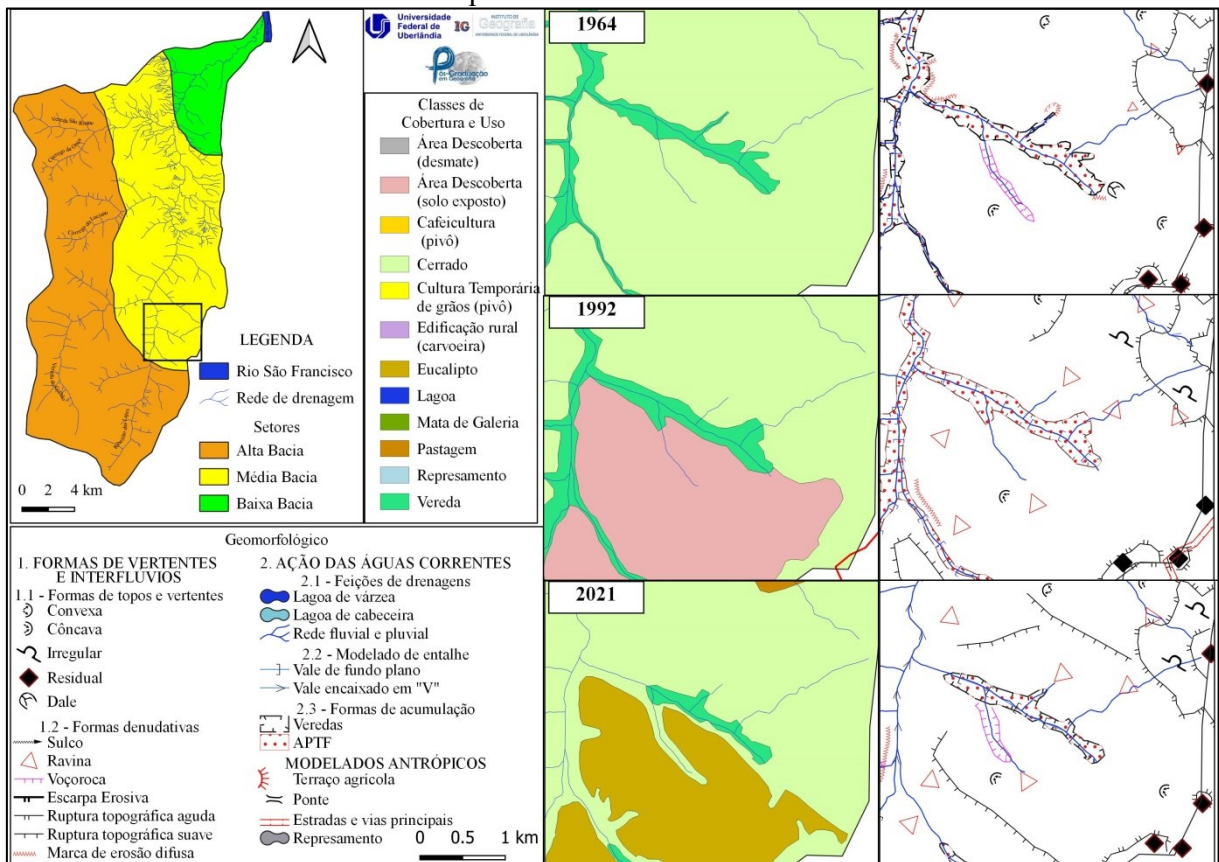


Organização: Santos Júnior (2023).

Fonte: INPE, 2021.

Na Média Bacia a superfície é marcada pela Escarpa Erosiva e pelos Planaltos Residuais, que apresentam um contexto morfogênético relevante para a área, visto que abrange as maiores amplitudes altimétricas (Figura 42). Os Planaltos Residuais sobre o Planalto Areado possuem cotas altimétricas superiores a 800 m, o que indica que a Bacia foi retrabalhada, aplainando a superfície ao redor destes, por processos de pediplanação. Melo (2008) expõe que a Depressão Sanfranciscana foi instalada a partir de grandes rios, no Pliopleistoceno, modelados por fraturas, mas com o processo erosivo no Holoceno a região está sob profunda dinâmica de dissecação fluvial.

Figura 42: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média Bacia, destaque aos Planaltos Residuais.



Organização: Santos Júnior (2023).

Nestes relevos residuais são encontrados pináculos sustentados por arenitos do Grupo Areado, em geral, possuem topos convexos (Figura 43 A e C), mas também se verificam topos aguçados (Figura 43 B), e podem ser vistos em diferentes pontos da Bacia (Figura 43 D), sendo que no seu entorno são ocupados por plantações de eucaliptos ou por Cerrado pouco adensado.

Esse pouco adensamento do cerrado, visto nas imagens, aponta que a região foi desmatada, como verificado no cenário de 1992, que até mesmo áreas úmidas sofreram cortes, causando a perda significativa da área das veredas.

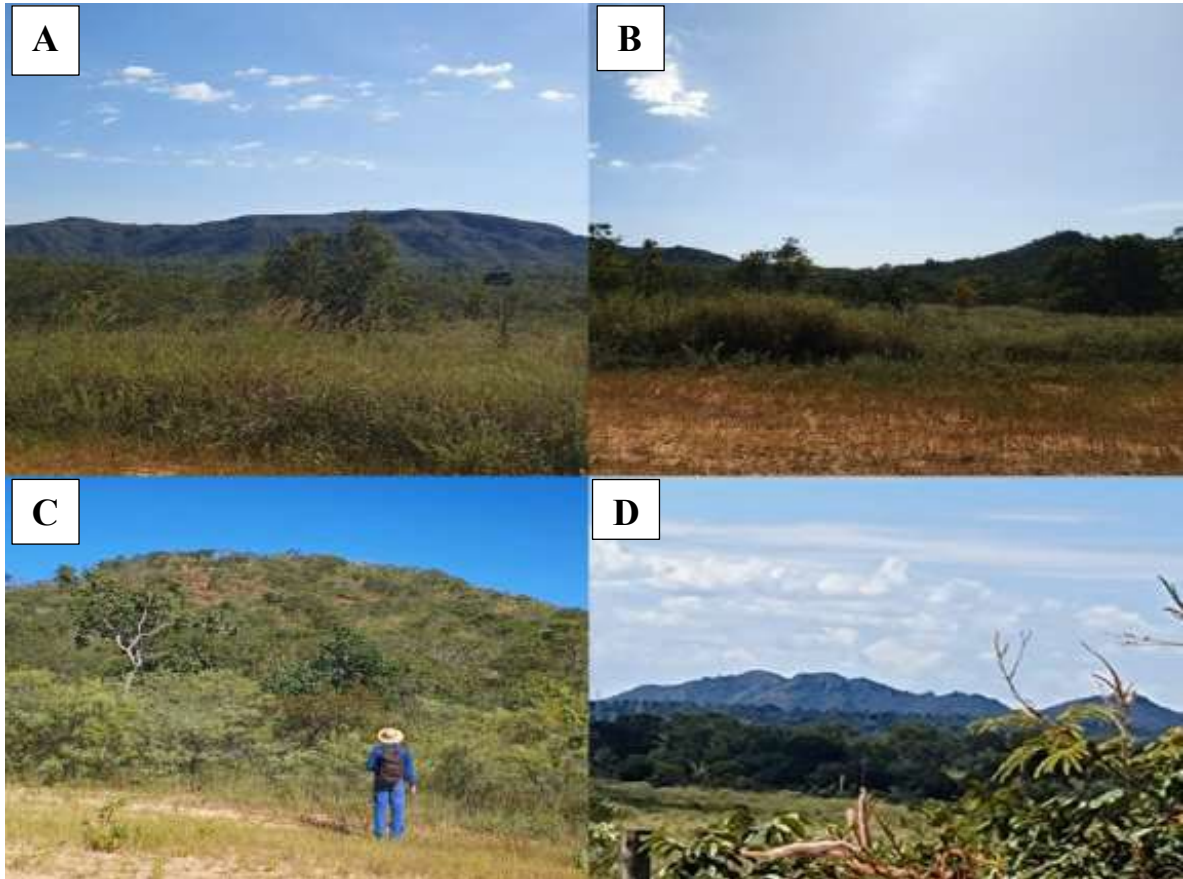
Nota-se nas áreas adjacentes aos relevos residuais acentuadas feições erosivas. Com o objetivo de controlar essas feições, foram construídos bolsões de contenção de escoamento superficial, presentes nos carregadores dos eucaliptos.

Os processos erosivos poderiam ter sido minimizados se antes da implantação da silvicultura houvesse a construção e plantação em terraceamento. Constata-se a descontinuidade da vereda e da área de planície (APTF), apresentando vegetação não



característica de área úmida, assim como o entalhamento de canais na área de influência da vereda.

Figura 43: Relevos Residuais da Média Bacia. A: Residual de topo convexado e pináculos. B: Residual de topo aguçado. C: Residual de topo convexo. D: Visão dos residuais a partir da Alta Bacia.

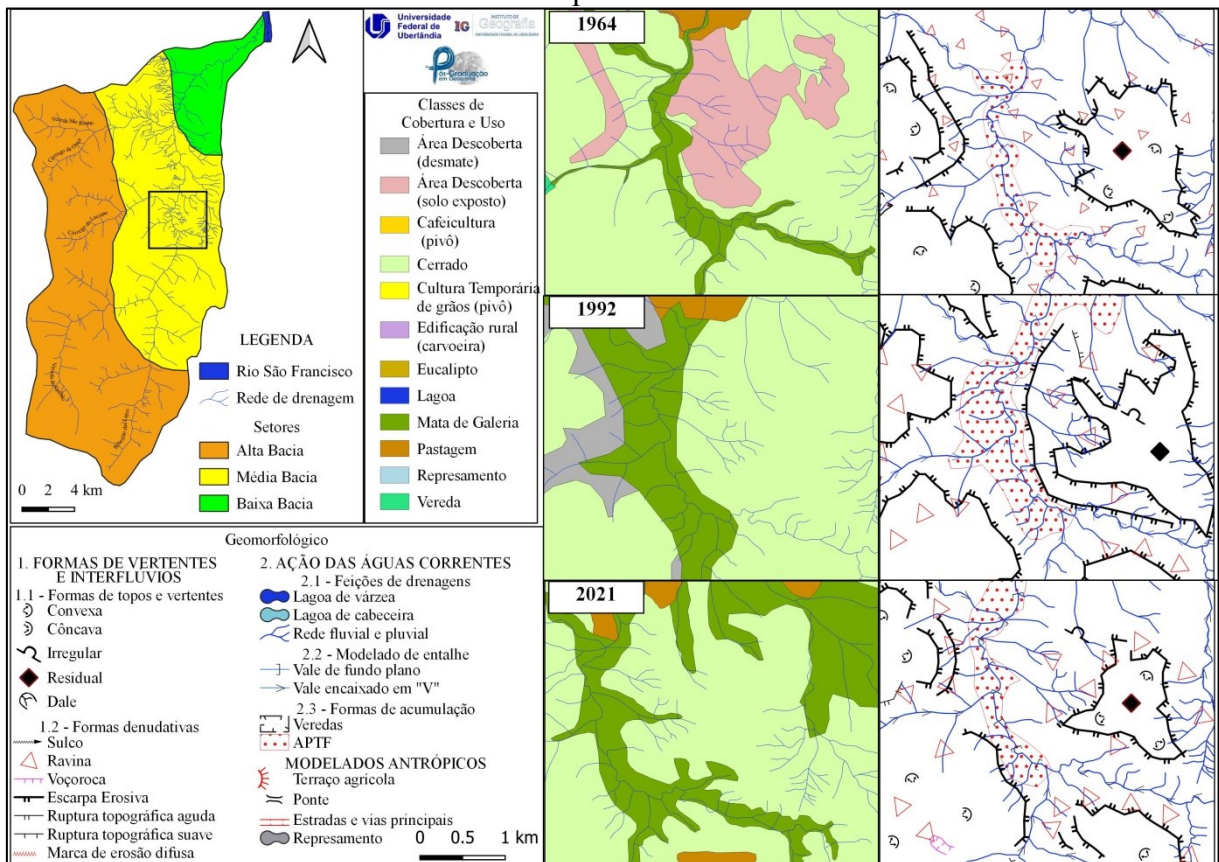


Autor: Santos Júnior (2022).

Outro destaque na Média bacia corresponde a Escarpa Erosiva, apresentando um maior número de feições erosivas, principalmente ravinas (Figura 44), visto que é uma área de contato litológico entre o Grupo Areado e o Grupo Bambuí. O grau de dissecação do relevo é bem representativo e, averíguam-se declividades e densidade e profundidade de drenagem com classes acentuadas (Figuras 17, 19 e 20).

Além disso, é importante ressaltar a existência de relevos residuais diante da escarpa, que são evidências do recuo paralelo anterior da escarpa e da atual erosão regressiva.

Figura 44: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média Bacia, Escarpa Erosiva.

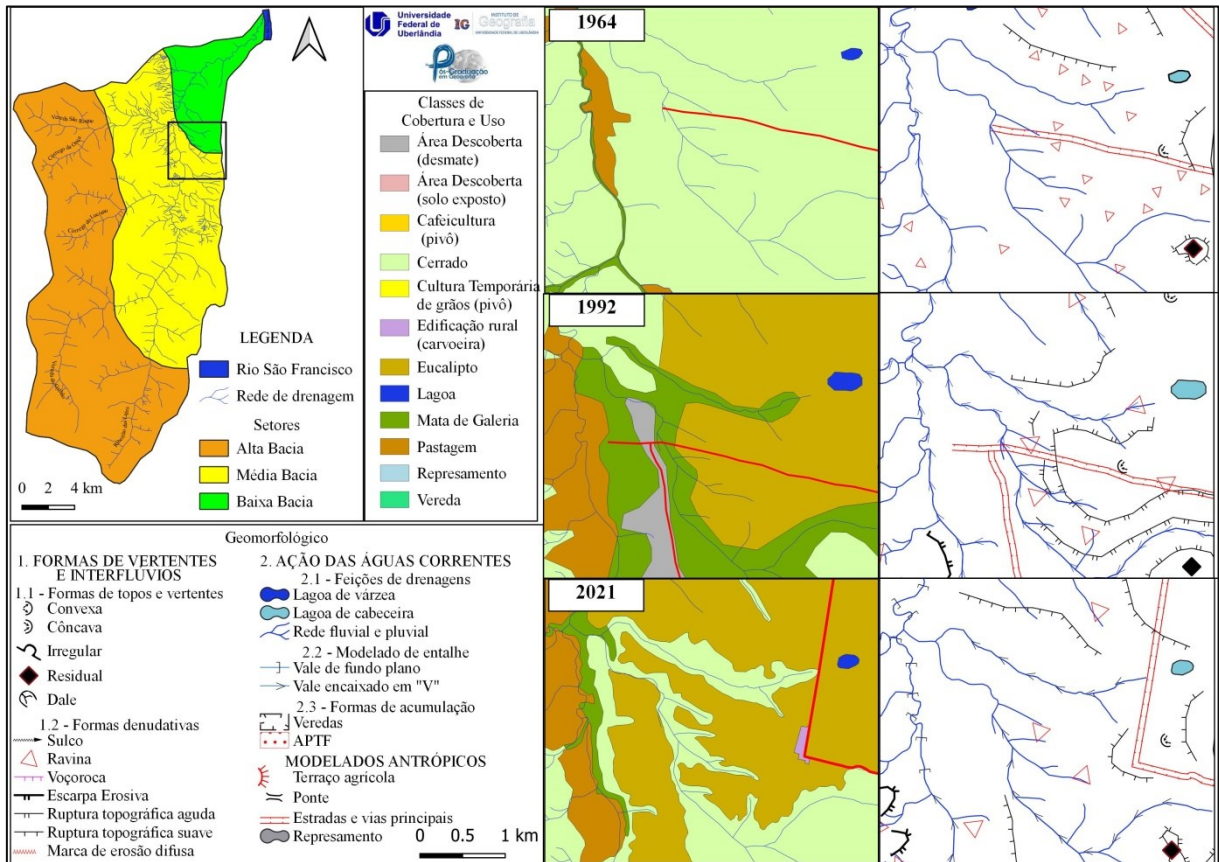


Organização: Santos Júnior (2023).

Na transição da Média para a Baixa Bacia, em área de domínio de Latossolos, Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média, verificou-se poucas feições erosivas mais incisivas (Figura 45). A diminuição nas feições erosivas de ravinamento na área após a implantação do eucalipto é evidente tanto em 1992 quanto em 2021, quando comparado a 1964.

Conforme mencionado, constatou-se que no cenário de 1992, a Mata de Galeria aumentou em relação aos cenários de 1964 e 2021, e foram consideradas algumas hipóteses para essa expansão. A regeneração de áreas desmatadas e a seleção de vegetação arbórea para o sombreamento das pastagens podem ser alguns dos fatores que contribuíram para esse avanço da Mata de Galeria.

Figura 45: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Média e Baixa Bacia.



Organização: Santos Júnior (2023).

A região de Média a Baixa Bacia é caracterizada pela predominância da atividade pecuária, embora tenha havido plantações de eucalipto no passado. Atualmente, grande parte da área anteriormente ocupada por eucalipto está em repouso.

A suscetibilidade erosiva da área não pode ser negligenciada, como ilustram as construções de bolsões de contenção ao escoamento superficial (Figura 46) em vertentes que se dirigem aos Terraços e Planícies, por mais que com a implantação da silvicultura se tenha diminuído as ravinas.

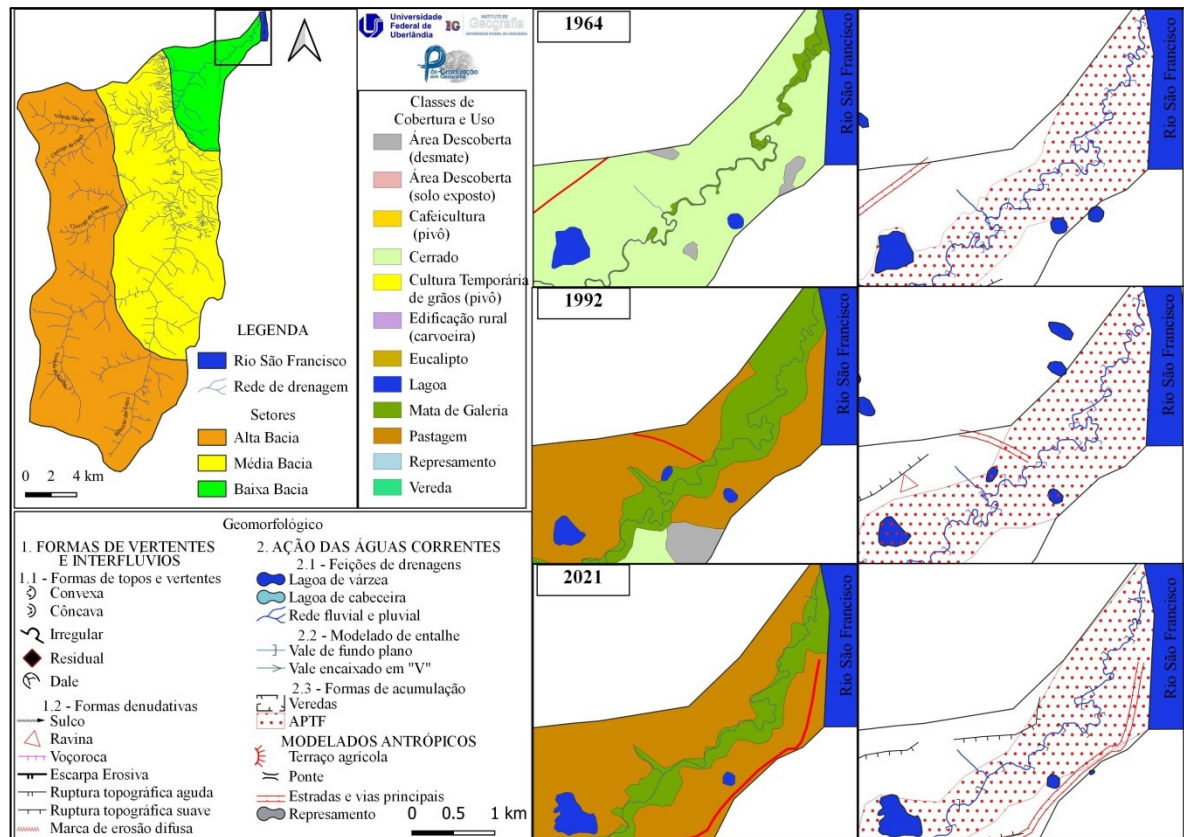
Figura 46: Estradas vicinais com bolsões para contenção de escoamento superficial, indicada pela seta.



Autor: Santos Júnior (2022).

Nota-se na Figura 47, a redução das lagoas de Planícies e Terraços Fluviais, o que pode estar associado às interferências do processo de ocupação da pecuária, acelerando os processos denudacionais em vertentes. No comparativo entre os mapeamentos de 1964 e 2021, por exemplo, é possível constatar a maior presença no último cenário de rupturas topográficas (Figura 47).

Figura 47: Recorte comparativo dos cenários de 1964, de 1992 e de 2021, Baixa Bacia.



Organização: Santos Júnior (2023).

Ressalta-se que o nível de base regional do rio São Francisco tem influência direta na dinâmica da Bacia, considerando ainda que nos últimos anos tem reduzido consideravelmente sua vazão, controlada pelo represamento de Três Marias, que fica à montante do desague do Ribeirão das Lajes. No rio São Francisco há diversos pontos de assoreamentos, formações contínuas de ilhas, o que reforça em tese a diminuição do seu volume.

Além disso, nos últimos anos em razão da irregularidade de chuvas da região do Norte de Minas Gerais, diversas cidades tiveram déficit hídrico. Em razão disso, foi construída uma adutora na cidade de Ibiaí, margem contrária da foz do Ribeirão das Lajes, para captação das águas do Velho Chico para a maior cidade do Norte de Minas Gerais, Montes Claros.

Agrega-se que ao longo da margem do rio São Francisco se constata a expansão da agricultura de precisão, seja por pivôs centrais ou por gotejamento. Certamente essas interferências no nível de base representado pelo rio São Francisco estão afetando a redução das lagoas de várzea, bem como as retomadas erosivas à montante deste ponto.

Por fim, o Quadro 11 sintetiza para os setores de Alta, Média e Baixa Bacia as informações adquiridas com a aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva.

Quadro 11: Síntese das informações de Cobertura Natural e Uso da Terra e Geomorfológica da Bacia do Ribeirão das Lajes.

Setor da Bacia	Área de interesse	Cobertura natural e uso da Terra			Geomorfológica		
		1964	1992	2021	1964	1992	2021
Alta Bacia	Lagoa de cabeceira do Ribeirão das Lajes	Cerrado/ Vereda	Área descoberta (desmate)/ Vereda	Pastagem/ Cerrado	Marcas de erosão difusa/ existência de uma Lagoa	Ravinas/ diminuição da lagoa	Soterramento da lagoa
	Vereda do Galhão	Cerrado/ Vereda	Eucalipto/ Cerrado/ Vereda	Pastagem/ Eucalipto/ Cerrado/ Cafeicultura/ Vereda	Marcas de erosão difusa/ ravinas/ voçorocas	Voçorocas/ ravinas	Represamentos/ terraços agrícolas/ aumento de rupturas topográficas suaves/ ravinas
	Vereda São Roque	Cerrado/ Vereda	Eucalipto/ Vereda	Pastagem/ Cerrado/ Vereda	Marcas de erosão difusa/ ravinas/ voçorocas	Sulcos/ ravinas/ voçorocas	Voçorocas/ represamento/ ravinas/ sulcos
Média Bacia	Planaltos Residuais	Cerrado	Cerrado	Cerrado/ Eucalipto	Poucas ravinas	Ravinas/ voçorocas	Aumento de rupturas topográficas agudas/ ravinas
	Escarpas Erosivas	Mata de Galeria/ Cerrado/ área descoberta	Pastagem/ Mata de Galeria/ áreas descobertas	Mata de Galeria/ Pastagem/ Cerrado	Ravinas/ Rupturas topográficas agudas	Ravinas/ Rupturas topográficas agudas	Ravinas/ rupturas topográficas agudas
Baixa Bacia	Depressão do São Francisco	Cerrado	Eucalipto/ Cerrado/ Mata de Galeria	Eucalipto/ Cerrado/ Pastagem	Ravinas/ estradas e vias	Ravinas/ estradas e vias	Ravinas/ estradas e vias
	Planícies e Terraços do São Francisco	Mata de Galeria/ Cerrado	Mata de Galeria/ Pastagem	Pastagem/ Mata de Galeria	APTF/ estradas e vias/ poucas feições erosivas	APTF/ estradas e vias/ poucas feições erosivas/ aumento de rupturas topográficas suaves	APTF/ estradas e vias/ poucas feições erosivas/ diminuição das lagoas de várzeas.

Organização: Santos Júnior (2023)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia do Ribeirão das Lajes apresenta características em seu quadro físico-natural que resultam em elevada suscetibilidade erosiva. Constatou-se o domínio de solos com textura arenosa, com destaque aos Neossolos Quartzarênicos posicionados principalmente na Alta Bacia em superfície aplainada (Planalto Tabular), derivados de arenitos da Formação Três Marias e do Grupo Areado.

Essa suscetibilidade erosiva também foi constatada na Unidade Morfológica da Escarpa Erosiva, que delimita o Planalto Tabular com as Colinas da Depressão do São Francisco. O contexto denota o recuo da escarpa, que é marcada por variação litológica, com a geração de relevos residuais (Planaltos Residuais), que são encontrados tanto em frente ao *front* escarpado, quanto no interior do Planalto Tabular. É neste Planalto Tabular que se concentram as veredas em Aptf.

A ocupação deste meio físico-natural foi proporcionada por políticas públicas de incentivos fiscais e econômicos da década de 1970, voltadas para o setor agrário com a implantação de silvicultura, de modo a atender a demanda de mercado vinculada ao fornecimento de madeira e carvão para as indústrias da microrregião de Pirapora e região Central de Minas Gerais. Foi com essa política de Estado que os compartimentos de relevo reconhecidos na carta de Unidades Morfológicas (Figura 14) passaram a ser ocupados pela implantação do eucalipto, com predominância no Planalto Tabular.

Por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva (Figuras 24, 25 e 26), juntamente com os mapeamentos de Cobertura Natural e Uso da Terra (Figuras 21, 22 e 23), se avaliaram cenários pré-implantação (1964), de implantação (1992) e pós-implantação (2021) do eucalipto na bacia do Ribeirão das Lajes. Com isso, foi possível averiguar o histórico de interferências promovidas, bem como as consequências derivadas das ações antropogênicas refletidas nas feições geomorfológicas da bacia do Ribeirão das Lajes

A partir das intervenções antrópicas no meio físico-natural, com a substituição do cerrado pelo eucalipto, constatou-se que grande parte das feições geomorfológicas, como ravinas e voçorocas estão condicionadas por essas ações na bacia do Ribeirão das Lajes. No cenário de 1992 (Figuras 22 e 25) as intervenções antrópicas foram mais representativas, enquanto no cenário de 2021 (Figuras 23 e 26) verificou-se a consolidação e ampliação de diversos processos geomorfológicos associados ao uso e ocupação da bacia.

Foi constatada a concentração do escoamento superficial, a formação de leques arenosos, o aumento do número de feições erosivas lineares, bem como a ampliação de muitas destas feições nos cenários avaliados. Destacam-se para as áreas de eucaliptais e pastagens, as mudanças na dimensão e distribuição espacial das ravinas e voçorocas, o que denota as interferências das atividades antropogênicas na dinâmica geomorfológica da bacia.

No que diz respeito às veredas, constatou-se a diminuição das suas áreas úmidas, com recuo erosivo de cabeceira, com clara redução das águas superficiais, associada a uma demanda maior das águas da bacia para irrigação, assim como aumento significativo de represamentos ao longo de todo o ribeirão Lajes. Verificou-se que as veredas foram erodidas ou soterradas, apresentando ao longo destas, entalhamento de canais, refletindo na perda da característica agradacional. Isso decorre das intervenções antrópicas, principalmente com a implantação do eucalipto, que não respeitou as suas áreas úmidas, assim como pela abertura de estradas que as cortaram, condicionando processos erosivos, que foram acelerados e direcionados para as veredas.

Portanto, a influência humana é representada majoritariamente pela instalação da silvicultura, pecuária e malha viária, sendo responsáveis pelo aceleração dos processos erosivos existentes e na interferência da dinâmica natural da bacia do ribeirão das Lajes, visto que as características naturais da bacia favorecem o desencadeamento de processos geomorfológicos, mas que foram acentuados e dinamizados pela ação antrópica.

A cartografia geomorfológica retrospectiva permitiu a constatação das mudanças geomorfológicas condicionadas pela ação antrópica no meio rural, e com auxílio das cartas de Cobertura Natural e de Uso da Terra, possibilitaram a identificação das alterações que ocorreram nos cenários de 1964, 1992 e 2021 na bacia. Tais constatações contribuem com o entendimento que às atividades agropecuárias interferem na dinâmica geomorfológica, destacando, portanto, que o meio rural possui elementos antrópicos responsáveis pelo aparecimento, aceleração ou modificação na morfologia do relevo.

Reitera-se que as características físico-naturais impõem limitações e/ou demandam manejo ao uso destinado às Unidades Morfológicas, mas que nem sempre são observadas antes da instalação dessas atividades econômicas, afetando de maneira expressiva as bacias as quais estão inseridas.

Dessa forma, a aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva permitiu a verificação dos padrões de organização espacial decorrentes da relação entre o sistema físico-natural e o sistema antrópico, em meio rural com a marcante presença de veredas. Foram



apresentados resultados que subsidiam o planejamento ambiental e o manejo e conservação da área, e que também colaboram para a interpretação da dinâmica de bacias hidrográficas para a região de Buritizeiro, sobretudo para bacias com a presença de veredas posicionadas no Planalto Tabular.

Nesse sentido, para futuros estudos, compreende-se que seja importante aprofundar o conhecimento sobre a dinâmica subsuperficial das veredas, pois influenciam diretamente as águas superficiais, sendo necessário estudar esses processos para entender melhor o funcionamento do sistema em associação com as interferências antrópicas sobre o meio físico.

Ainda, nesta pesquisa foram identificadas cinco Unidades Morfológicas, entre as quais se destaca a Denudacional de Topo Aguçado e Convexo, retratada como Planalto Residual. Tal Unidade despertou atenção, considerando a sua presença no interior do Planalto Tabular e em frente ao *front* escarpado. Com isso, seria interessante compreender o seu contexto genético na evolução do relevo regional.

Por fim, destaca-se a atenção para os impactos ambientais da agricultura em desenvolvimento nas nascentes de veredas, sobretudo na Depressão Sanfranciscana.

## 6 REFERÊNCIAS

- AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistema ambientais. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia: v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG134116613>
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; MELO, D. R. de; ARANHA, P. R. A. Aspectos geomorfológicos de Veredas: um ecossistema no bioma Cerrado, Brasil. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**: v. 10, nº 1, 2009. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v10i1.123>
- BAGGIO FILHO, H. **Contribuições naturais e antropogênicas para concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro - MG**. 2008. xiv 216 f., enc. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências.
- BAPTISTA, M. C.; SILVA, S. F.; DANTAS, M. E.; DUARTE, K. S.; ALMEIDA, B. F.; MURICY FILHO, A. F.; COUTINHO, C. I.; PEDROSA, L. Aspectos gerais do meio físico. IN.: MACHADO, MF; SILVA, SF (orgs.) **Geodiversidade do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2010.
- BARBOSA, G.V.; SILVA, T.C.; NATALI FILHO, T.; DEL'ARCO, D.M.; COSTA, R.C.R. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do RADAMBRASIL. **Boletim Técnico, Série Geomorfologia**, Rio de Janeiro, p. 3-26, 1984.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **RA'E GA**. Editora UFPR, Curitiba: n. 8, p. 141-152, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>
- BONZANINI, H. L.; LUPINACCI, C. M.; SANCHES, R. M. Análise Morfométrica e Feições Erosivas na Bacia Hidrográfica do Rio Taturi (PR). In. **Geografia**, Londrina: 31(1), 237-257, 2022. ISSN 2447-1747. DOI: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2022v31n1p237>
- BRASIL. [Código Florestal (2012)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm).
- BRASIL. [Lei Lehmann (1979)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, [1979]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm)
- CASSETI, V. Geomorfologia. Goiânia: [S.I.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 19 mar. 2021.
- CHRISTOFOLETTI, A. Significância da teoria de sistemas em Geografia física. In. **Boletim de Geografia Teórica**: 16-17 (31-34), 119-128, 1986-1987.
- CODEMIG. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. Carta Geológica Folha Ibiaí (**SE-23-X-B-VI**). Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 2013a. Escala 1:100.000.

CODEMIG. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico. Carta Geológica, Folha Pirapora (SE-23-X-C-I). Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 2013b. Escala 1:100.000.

COSTA, C. W.; MOSCHINI, L. E.; LORANDI, R. Aquisição de dados geográficos em plataformas livres para estudos ambientais em bacias hidrográficas. In. MORAES, M. E. B. d., LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, 2016. ISBN 978-85-7455-443-3. E-book. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788574554433.0002>

COSTA, L. R. F. Considerações sobre as macrounidades geomorfológicas do estado de Minas Gerais – Brasil. In. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**: v.2, n.1, 23 de abril de 2021, p. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v2n1.2021.109>

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos. Carta Geológica Folha Serra do Jatobá (SE-23-V.B.III). Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2002b. Escala 1:100.000.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos. Carta Geológica: Folha Santa Fé de Minas (SE-23-V-B-VI). Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2002a. Escala 1:100.000.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; CODEMIG. Mapa geológico do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM 2014. Escala 1:1.000.000. 1 mapa, color.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto São Francisco. Província mineral Bambuí. Mapeamento geológico, avaliação de recursos minerais e avaliação de recursos hídricos da Bacia do São Francisco em Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 1999.

CUNHA, C. M. L.; QUEIROZ, D.S. A Cartografia Geomorfológica de Detalhe: Uma Proposta visando a Multidisciplinaridade. **Revista CLIMEP**. Rio Claro, vol. 7, nº. 1-2, p. 22, 2012.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 45-60, 1992. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0004>

DE BIASI, M. **Cartas de declividade**: confecção e utilização. Geomorfologia. São Paulo: n. 21, p. 8-13, 1970.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia. In. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 29 (3): 409-421 set/dez/2017. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v29n3-2017-4>

DURIGAN, G.; MUNHOZ, C.B.; ZAKIA, M. J. B.; OLIVEIRA, R. S.; PILON, N. A.; DO VALLE, R. S. T.; POTT, A. Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. **Perspect Ecol Conserv**: 2022 1:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.06.002>

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2018. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Norte de Minas Gerais; área de atuação da SUDENE**, por P.K.T. Jacomine, A.C. Cavalcanti, R.A. Formiga, F.B.R. Silva, N. Burgos, L.A.R. Medeiros, O.P. Lopes, H.F.R. Meio Filho, S.G.P. Pessoa e P.C. Lima, Recife, EMBRAPA/SN LCS—SUDENE/DRN, 1979.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Mapa de solos de Minas Gerais: legenda expandida**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente/UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010. 49 p.

FEITOSA, A. M. A.; ZUBA, J. A. G.; LESSA, T. L. Degradação das veredas do Sertão das Gerais: breves considerações. In. **Revista Cerrados**, Montes Claros: v.2, n.1, 2004

FELDS, E. Geomorfologia Antropogenética. Boletim Geográfico v.16 n.144, p. 352-357. Rio de Janeiro, 1958. Disponível em: <https://bibliotecadigital.seade.gov.br/view/singlepage/index.php?pubcod=10020439&parte=1>. Acesso em: 03/01/2023.

FELLIPE, M. F.; SOUZA, T. A. R. A Biogeografia do Cerrado em concomitância com sua história econômica e suas perspectivas para o futuro. In. **Enciclopédia Biosfera**: n 01. março, 2006.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio Século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. Nova Fronteira: Rio de Janeiro, 1999, 3ª ed.

FJP, FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Fotografias Aéreas. Voo AST10 da USAF. Buritizeiro, 1966. Escala 1:60.000.

FLAUZINO, F.S.; SILVA, M.K.A.; NISHIYAMA, L.; ROSA, R. Geotecnologias Aplicadas à Gestão dos Recursos Naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 22 (1), p.75-91, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132010000100006>

FRAGOSO, D. G. C.; UHLEIN, A.; SANGLARD, J. C. D.; SUCKAU, G. L., GUERZONI, H. T. G.; FARIA, P. H. Geologia dos grupos Bambuí, Areado E Mata da Corda na Folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: Registro deposicional do Neoproterozóico ao Neocretáceo da Bacia do São Francisco. **GEONOMOS**: [Belo Horizonte] vol. 19, nº 1, p. 28 – 38, 2011.

FRANÇA JÚNIOR, P. PELOGGIA, A. U. G. Os conceitos de antropoceno e tecnógeno e o estudo da humanidade como agente geomorfológico. In: FRANÇA JÚNIOR, P. (org.). **Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno**: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambiente urbanos. Ituiutaba: Barlavento, 2020, 426 p.

FREITAS, M. M.; LEÃO, O. M. R.; ALBUQUERQUE FILHO, G. C. C. Geomorfologia da percepção: espaço, ambiente e forma. In: GUERRA, A. J. I.; LOUREIRO, H. A. S.(orgs). **Paisagens da geomorfologia**: temas e conceitos no século XXI. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. Iv. (Serie de Publicações Técnicas, 10.)

GAMA, M. G. C. C. **Água, vereda, veredeiro**: um estudo sobre as agriculturas camponesa e comercial, nas cabeceiras do rio Formoso, em Buritizeiro-MG. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2006, 115f.

GOUDIE, Andrew. The human impact on the natural environment : past, present and future. Wiley-Blackwell: 2013.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia e Planejamento Ambiental – Conceitos e Aplicações. In. **Revista de Geografia**, Recife: V. 35, No. 4 (especial XII SINAGEO), 2018. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.238227>

GUERRA, Antônio T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 7ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

HUBP, J. I. L. **Elementos de Geomorfologia Aplicada (Metodos Cartograficos)**. México D.F.: Universidad Nacional Autonoma de México, 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª ed., IBGE, Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia /IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: 2ª ed. IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5)

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Adamantina, São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2021. 1 imagem de satélite, color. Satélite CBERS 4A. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>>. Acesso em: 11/06/2021.

LOUREIRO, H. A. S.; GUERRA, A. J. I. Grandes temas e conceitos da paisagem geomorfológicas à luz do século XXI. In: GUERRA, A. J. I.; LOUREIRO, H. A. S.(orgs). **Paisagens da geomorfologia**: temas e conceitos no século XXI. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022.

MELO, D. R. **Evolução das Veredas sob Impactos Ambientais nos Geossistemas Planaltos de Buritizeiro/MG**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2008.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO Diretoria de Serviços Geográficos Cartas Topográficas: Folhas Ibiáí (**SE-23-X-A-IV**), Serra do Jatobá (**SE-23-V-D-III**), Pirapora (**SE-23-X-C-I**) e Santa Fé de Minas (**SE-23-V-B-VI**) Departamento de Serviço Geográfico, Belo Horizonte, 1973. Escala 1:100.000.

MIYAZAKI, P. L. C.; PENNA, M. C. M. A utilização do mapeamento geomorfológico como instrumento de identificação e caracterização Morfoescultural na Bacia Hidrográfica do Córrego do Carmo – Ituiutaba/MG. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, p. 1-20, 2016.

MORIN, Edgar. **O Método I**: a natureza da natureza. 2ª ed. Tradução: M. G. de Bragança. Portugal, Europa – América, 1977.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2015. 120 p.

MURRAY, A. Brad et al. Geomorphology, complexity, and the emerging science of the Earth's surface. **Geomorphology**, v. 103, n. 3, p. 496-505, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.08.013>

NIR, D. **Man, a Geomorphological Agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.

NOGUEIRA, T.; JUNIOR, J. F. P.; RODRIGUES, S. C. Compartimentação morfológica com base em dados SRTM: estudo de caso bacia do rio Uberabinha, Uberlândia-MG. In. **Rev. Geogr. Acadêmica**: v.2, n.2, pp. 154-169, 2008.

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. **Quaternário do Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto: 2010, p 368-378.

OLIVEIRA, M. D. N. **Susceptibilidade potencial à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia – Buritizeiro, MG** [manuscrito]: uma análise geográfica com ênfase na geomorfologia. Montes Claros, 2018.

PASCHOAL, L. G.; RAMOS, A. M.; CUNHA, L. J. S.; CUNHA, C. M. L. Estudos geomorfológicos em área de mineração em Portugal: cartografia geomorfológica para análise do impacto sobre o relevo. In. **Revista Brasileira de Geomorfologia**: v. 17, nº 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v17i1.497>

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C.C. Ação Antrópica sobre as Escala Temporais dos Fenômenos Geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.3, p.83-90, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v12i0.261>

PORTO, M. F. A.; PORTO; R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. In. **Estudos Avançados**: 22 (63), 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F (Ed. Técnicos). **Cerrado: ecologia e flora**. Embrapa Cerrado; Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 1º volume, 2008.

ROCHA, A. A. M. Caminhos para emancipações: distritos e aglomerados rurais de Buritizeiro. In. FERREIRA, G. H. C. (org.). **Geografia agrária**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019 [recurso eletrônico]. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.3681925065>

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. In. **Revista do Departamento de Geografia**: V. 14, p 69-77, 2001. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2001.0014.0007>

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In. **Geografias de São Paulo**: Representações e crise da metrópole, vol.1: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org), Ed. Contexto, São Paulo, p. 89-114. 2004.

RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**: n. 17, São Paulo, p.101-111. 2005. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a questão da Taxonomia do Relevô. **Revista do Departamento de Geografia**, - FFLCH-USP, São Paulo, n.6, 1992. p. 17-29. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

SILVA, B.F.; SOUZA, G.F.; LUPINACCI, C.M. Construção dos símbolos geomorfológicos para cartografia de detalhe em SIG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v23i4.2201>

SILVA, I. A. S. Natureza em movimento: investigações desenvolvidas por Dirce Suertegaray para estudos sobre arenização. In. **Revista Cerrados**, Montes Claros – MG: v. 18, n. 1, p. 331-351, jan./jun.-2020. DOI: <https://doi.org/10.46551/rc24482692202004>

SILVA, M. L. Mapeamento de superfícies aplainadas no norte de Minas Gerais. In. **Revista Brasileira de Geografia Física**: V. 09, N. 02, p 526-545, 2016. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.2.p526-545>

SILVA, M. M.; LUPINACCI, C. M. Análise das alterações antropogeomorfológicas na Bacia do Rio Cabeça (SP) a partir do uso de geoindicadores. In. **Revista GEOgrafias**: v.29, n.1, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2021.25303>

SILVA, M. M.; LUPINACCI, C. M. Análise de variáveis morfométricas da Alta Bacia do Ribeirão da Boa Vista- Corumbataí (SP): subsídios ao planejamento ambiental de paisagem rural em escala de detalhe. In. **Geografia**, Rio Claros - SP: v.46, n.1, 2021b. ISSN: 1983-8700. DOI: <https://doi.org/10.5016/geografia.v46i1.15451>

SILVEIRA, A.; CUNHA, C. M. L. Cartografia geomorfológica como subsídio para a análise das interferências do uso da terra no desencadeamento dos processos erosivos: um estudo em área canavieira. In. **RA'EGA**, Curitiba: 21, p. 365-391. 2010. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v21i0.16739>

SILVEIRA, A.; CUNHA, C. M. L. Contribuições da cartografia geomorfológica de detalhe para o planejamento urbano In: SIMON. A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Orgs.). **A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento**. Pelotas, Ed. da UFPel, 2019. 172 p.: il.

SILVEIRA, A.; SILVEIRA, P. B.; LUPINACCI, C. M. Análise morfométrica em bacia hidrográfica: instrumento para o planejamento ambiental. In: **Governança da água: das políticas públicas à gestão de conflitos**. 1ed. Campina Grande: EPTEC, v. 1, p. 76-88, 2020.

SOARES, F. M. A Paisagem como Campo de Estudo Geográfico. In: **Revista Cadernos do Logepa** - Série Pesquisa, ano 02, n. 03, p. 47-54, 2004. João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB - <http://www.geociencias.ufpb.br/logepa/revistas>.

SOUZA, F. C. R. Condicionantes naturais e antropogênicas dos processos erosivos na bacia do rio do Formoso em Buritizeiro (MG). In. **Revista Cerrados**, Montes Claros: v. 7, n.1, 2009.

SOUZA, S.G.; SOUZA, A.F.G. a comunidade de Capão Selado – Buritizeiro MG e as transformações sócio-espaciais. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína (TO), Ano 07, n.13, agost./dez. de 2018.

SOUZA, T.A.; ANDRADE, R.V.; LUPINACCI, C.M. Análise Geomorfológica da Transição Cuestas-Depressão Periférica: A Alta Bacia do Rio Passa Cinco (SP) como estudo de caso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.02, 465-486, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p465-486>

SPERA, S. T.; REATTO, A.; MARTINS, E. D. S.; CORREIA, J. R.; CUNHA, T. J. F. **Solos areno-quartzosos no cerrado**: características, problemas e limitações ao uso. Planaltina: Embrapa Cerrado, 1999.

STEFANUTO, E. B.; LUPIINACCI, C. M. Características morfoestruturais do relevo em setor de cuestas: um estudo em Analândia (SP) In. **Revista Brasileira de Geografia Física**: V. 09, n. 04, 2016, p 1197-1211.

STEFANUTO, Estêvão Botura. **Morfoestruturas e processos evolutivos na faixa de transição cuesta-depressão periférica - Região de Analândia (SP)**. 2016. 49 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/156053>>.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In. SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (Ed.). **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man-made Landforms**. Springer: 2010, p. 3-12. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0_1)

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Masson et Cie, 1965. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-196510000-00015>

TRINDADE, W. M. **Concentração e distribuição de metais pesados em sedimentos do Rio São Francisco entre Três Marias e Pirapora/MG**: fatores naturais e antrópicos. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010. 111 f.

TRINDADE, W. M. **Condicionantes litoestruturais da origem e desenvolvimento de processos erosivos e arenização na bacia do Rio do Formoso – Buritizeiro/MG**. Monografia (Conclusão de Curso) Universidade Estadual de Montes Claros. Curso de Geografia. Pirapora, 2007.

TRINDADE, W. M.; RIBEIRO, E. V.; HORN, A. H. **Mapeamento geoambiental aplicado a estudo dos processos erosivos na Bacia do Córrego Paulo Geraldo no município de Buritizeiro-MG/BR**. 2009. In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), Viçosa, UFV, 2009.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. In. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 05, número 10, 2006.



VALE, C. C. Teoria Geral do Sistema: histórico e correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. In. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, ano 3, n.6, p 85-108, 2. semestre de 2012.

VENTURI, L. A. B. Técnicas e a observação na pesquisa. In. VENTURI, L. A. B. (org). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

VERSTAPEN, H.T.; ZUIDAM, R.A. ITC System of geomorphological survey. Netherlands, Manuel ITC Textbook, Vol. VII, Chapter VII, 1975.

VIANA, V. M. F. C. **Estudo geológico ambiental das veredas do Rio do Formoso no município de Buritizeiro, Minas Gerais** [manuscrito]. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2006.

ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. Correlação entre uso da terra e feições geomorfológicas: uma proposta de análise a partir da cartografia retrospectiva. In. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG: v.32, p.494-512, 2020. ISSN 1982-4513. DOI <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55730>