

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**JULIANA MENDES FRECHIANI**

**ANTROPOGÊNESE DO RELEVO POR MINERAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
VOLTADA PARA O DIAGNÓSTICO DE SEUS EFEITOS A PARTIR DO ESTUDO  
DE ITAOCA (ES)**

**VITÓRIA  
2021**

**JULIANA MENDES FRECHIANI**

**ANTROPOGÊNESE DO RELEVO POR MINERAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
VOLTADA PARA O DIAGNÓSTICO DE SEUS EFEITOS A PARTIR DO ESTUDO  
DE ITAOCA (ES)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia na área de Dinâmica dos Territórios e da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Eberval Marchioro.

**VITÓRIA**

**2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

F851a Frechiani, Juliana Mendes, 1990-  
Antropogênese do relevo por mineração : uma abordagem voltada para o diagnóstico de seus efeitos a partir do estudo de Itaoca (ES) / Juliana Mendes Frechiani. - 2021.  
147 f. : il.

Orientador: Eberval Marchioro.  
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Mapeamento Geomorfológico. 2. Rochas Ornamentais. 3. Geomorfologia. I. Marchioro, Eberval. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. III. Título.

CDU: 91

---

**JULIANA MENDES FRECHIANI**

**ANTROPOGÊNESE DO RELEVO POR MINERAÇÃO: UMA ABORDAGEM  
VOLTADA PARA O DIAGNÓSTICO DE SEUS EFEITOS A PARTIR DO ESTUDO  
DE ITAOCA (ES)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia na área de Dinâmica dos Territórios e da Natureza.

Aprovado em 30 de agosto de 2021.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Eberval Marchioro (UFES)**

Presidente da Comissão e Orientador

  
**Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho (UFES)**

Examinador interno

  
**Profª Drª Cenira Maria Lupinacci da Cunha (UNESP)**

Examinadora externa



Aos cientistas do país, fonte de força e  
inspiração.

Às vítimas da covid-19, em memória de suas  
vidas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por não me deixar desistir! Foi um período exaustivo e de grande reflexão, e se não fosse a fé e perseverança por dias melhores, os resultados não estariam aqui de forma tão satisfatória.

Em seguida, agradeço aos meus pais pelo incentivo e por me darem todo o suporte para a realização de mais esta etapa na minha vida. Espero que estejam felizes com mais essa conquista!

Ao meu noivo, Rodrigo, que esteve comigo em todas as ocasiões, me fortalecendo e alegrando nos momentos de desespero e angústia. Você e meus pais foram fundamentais! Amo vocês!

Ao meu sobrinho Lorenzo, que irradiou nossas vidas desde que chegou ao mundo! Quando eu me sentia cansada, seu sorriso era o que me movia. Lembre-se sempre que meu amor por você é infinito.

Aos meus amigos que sempre entenderam minha ausência em prol do estudo.

Ao meu professor/orientador, Eberval Marchioro, que me acompanha desde a graduação, meu máximo respeito e admiração.

Aos meus colegas de Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Ambientais (LAMOSA), especificamente ao Gabriel Nogueira pela ajuda, conselho, brincadeiras e conversas.

Ao professor Wimerson Bazan, por toda ajuda na construção desta pesquisa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo – FAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao PPGG (Programa de Pós-Graduação em Geografia) pelo compromisso e oportunidade.

E por fim, a todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

*Você é a árvore, você tem raízes fortes!  
Você sabe quem você é! Então, agora só  
precisa visualizar como quer que seu futuro  
seja e depois fazer acontecer.*

— Cobra Kai

## RESUMO

A presente pesquisa tem por finalidade analisar e comparar as mudanças morfológicas do relevo advindas de interferências antrópicas. Optou-se pela escolha do distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim, no Estado do Espírito Santo-Brasil, pois se encontra impactado pela extração de rochas ornamentais a fim de atender ao mercado internacional. O estudo resultou na aplicação do mapeamento geomorfológico retrospectivo na comprovação da transformação da paisagem, como alteração na hidrografia e formação das lagoas antrópicas, para o período entre 1970 a 2012/15. Para o desenvolvimento das análises, foram consideradas alterações no uso e cobertura da terra nos anos de 1970, 2007/08, 2012/15 e 2019, apontando nas relações das atividades econômicas, principalmente de exploração e beneficiamento de rochas ornamentais, as alterações da morfologia. As mudanças na hidrografia foram descritas por parâmetros morfométricos no intuito de correlacionar as implicações das ações humanas sobre os processos naturais, permitindo comprovar e dimensionar tais alterações sobre o meio físico. Num primeiro momento, foi realizado o levantamento bibliográfico e cartográfico. Posteriormente, realizaram-se análises de fotointerpretação e elaboração do mapeamento geomorfológico baseado nas propostas de Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975), Simon (2007), Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990), Florenzano (2008) adaptado de Dent e Young (1981), Paschoal, Conceição e Cunha (2010), Valeriano e Albuquerque (2010) e Paschoal (2011, 2014). Como resultado, verificou-se a expansão da classe de mineração entre 1970 a 2012/15 na porção nordeste, impactando diretamente o relevo e concretizando o surgimento de morfologias antropogênicas, como a expansão das lagoas antrópicas. Os canais fluviais foram reduzidos no que se refere ao comprimento do rio principal, comprimento total dos canais e densidade de drenagem. Além disso, observou-se a diminuição das ordens hierárquicas entre 1970 a 2012/15, num intervalo de cinquenta anos. O mapeamento geomorfológico na escala 1:10.000 demonstrou que a ação do homem sobre a morfologia foi determinante para a criação de novos padrões de fluxos, influenciando diretamente na deposição na área de acumulação da planície fluvial. As escavações acarretaram a descaracterização de interflúvios arredondados e a criação de superfícies retilizadas, provocando o predomínio de formas de vertentes côncava e retilínea planar. Desta forma, foi possível constatar o homem como agente geomorfológico e a cartografia geomorfológica como importante instrumento no fornecimento de informações, subsidiando o planejamento das ações humanas sobre o meio físico que se desenvolve.

**Palavras-chave:** Antropogeomorfologia. Mapeamento Geomorfológico. Rochas Ornamentais. Geomorfologia.

## ABSTRACT

This research aimed to investigate and compare the morphological changes in the landscape caused by anthropic interference. The district of Itaoca, city of Cachoeiro de Itapemirim, in the state of Espírito Santo/Brazil was chosen because its morphology and impact by the extraction and processing of stone (quarrying) in order to attend the demands of the international market. The research is based on the application of retrospective geomorphological mapping for the proof of landscape transformations, such as changes in hydrography and the shaping of anthropogenic lagoons for the period 1970s to 2012/15. For this analysis, we considered the changes in land use and land cover in the years 1970, 2007/08, 2012/15 and 2019, pointing out the relations of economic activities, mainly exploration and processing of stones, and how it changed the morphology. The changes in the hydrography were described by morphometric parameters in order to correlate the implications of human actions on the natural processes, to prove and also to dimension the changes on the physical environment. In the first moment, a bibliographic and cartographic survey were carried out. Subsequently, photointerpretation analyses were conducted and geomorphological mapping based on the proposals of Tricart (1965), Verstappen and Zuidam (1975), Simon (2007), Valeriano (2008) adaptations of Dikau (1990), Florenzano (2008) adaptations of Dent and Young (1981) Paschoal, Conceição and Cunha (2010), Valeriano and Albuquerque (2010) and Paschoal (2011, 2014). As a result, there was observed an expansion of the mining class between 1970s and 2012/15 in the northeastern side. There was a direct impact on the relief that promoted the development of anthropogenic morphology, such as the expansion of anthropogenic lagoons. In terms of main river length, total stream length and drainage density, the stream channels have been reduced. In addition, the decrease in the hierarchical orders of streams were observed from 1970 to 2012/15 over a fifty-year interval. The geomorphological mapping on the scale 1:10,000 showed that the human actions on the morphology were decisive for shaping new flow patterns, directly influencing the depositions in the plain area alluvial accumulation. The excavations resulted in the disfiguration of rounded interfluves and created rectilinear surfaces, causing the predominance of concave and rectilinear planar slope forms. In this way, it was possible to verify the human being as a geomorphological agent, and the geomorphological cartography as an important instrument in the supply of information, subsidizing the planning of human actions that are developed on the physical environment.

**Keywords:** Anthropogeomorphology. Mapping Geomorphological. Ornamental Rock. Geomorphology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronologia tempo histórico da Antropogeomorfologia a nível mundial e no Brasil .....	30
Figura 2 – Evolução do mapeamento geomorfológico a nível mundial e no Brasil ...	34
Figura 3 – Análise geossistêmica de Bertrand (1971).....	40
Figura 4 – Impactos de atividades antropogênicas de Kerényi (2007) e analisada por Szabó <i>et al.</i> (2010).....	41
Figura 5 – Principais municípios exportadores de mármore e granito no estado do Espírito Santo.....	44
Figura 6 – Variedade cromática de granitos encontrada no Espírito Santo .....	45
Figura 7 – Variedade Cromática de mármore encontrada no Espírito Santo .....	45
Figura 8 – Reconstrução automática de um ortofotomosaico .....	53
Figura 9 – Carregamento das fotos.....	54
Figura 10 – Exemplo de ponto de controle.....	54
Figura 11 – Orientação e oposição da câmera.....	55
Figura 12 – Densificação de pontos .....	55
Figura 13 – Modelo tridimensional .....	56
Figura 14 – Amarração do modelo tridimensional com a ortofoto .....	56
Figura 15 – Hipsometria do distrito de Itaoca.....	57
Figura 16 – Resultado da construção das curvas de nível.....	57
Figura 17 – Geração da ortofoto .....	58
Figura 18 – Identificação da Sub-bacia .....	60
Figura 19 – Diferentes colorações de lagoas antrópicas no distrito de Itaoca .....	61
Figura 20 – Cálculos morfométricos a partir do <i>software ArcGis TM 10.5</i> .....	62
Figura 21 – Utilização da ferramenta <i>Calculate Geometry</i> .....	62
Figura 22 – Utilização da ferramenta <i>Identify</i> para informações altimétricas .....	63
Figura 23 – Combinação de Curvaturas Horizontal e Vertical.....	65
Figura 24 – Localização geográfica do distrito de Itaoca em relação ao município de Cachoeiro de Itapemirim e ao Espírito Santo.....	68
Figura 25 – Série Histórica (1984-2013) de Precipitação Mensal na Estação Meteorológica de Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba).....	69
Figura 26 – Série Histórica (1982-2013) de Distribuição Mensal de Temperatura da Estação Meteorológica de Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba).....	70
Figura 27 – Mapa Geológico do distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES .....	73

Figura 28 – Mapa de Substâncias Minerais encontradas no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES .....	76
Figura 29 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de Itaoca (1970 a 2007/08) .....	82
Figura 30 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de Itaoca (2007/08 a 2012/15) .....	86
Figura 31 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de Itaoca (2012/15 a 2019) .....	88
Figura 32 – Hierarquia Fluvial da sub-bacia entre 1970 a 2012/15 .....	92
Figura 33 – Redução das cabeceiras de drenagem da sub-bacia .....	93
Figura 34 – Perfil Topográfico da sub-bacia entre 1970 a 2012/15 .....	94
Figura 35 – Evolução das lagoas antrópicas na sub-bacia entre 1970 a 2012/15 ....	96
Figura 36 – Diferentes colorações de lagoa antrópicas em áreas de mineração no distrito de Itaoca .....	99
Figura 37 – Variação de área e perímetro entre 2007/08 e 2012/15 de algumas lagoas antrópicas .....	100
Figura 38 – Influência do uso e cobertura da terra na preservação de formas de vertentes e interflúvios arredondados .....	102
Figura 39 – Criação de superfície côncava planar em áreas de mineração.....	104
Figura 40 – Área de acumulação de planície fluvial da sub-bacia em 1970.....	106
Figura 41 – Presença de meandros abandonados na área de acumulação de planície fluvial em 1970.....	107
Figura 42 – Surgimento de lagoas antrópicas ocasionadas pelas mudanças na direção do escoamento e retilinização do relevo.....	109
Figura 43 – Criação de patamares antropogênicos em 2007/08.....	110
Figura 44 – Poeira branca devido à extração de rochas ornamentais em Itaoca....	111
Figura 45 – Expansão do canal sob influência antrópica em áreas de mineração..	112
Figura 46 – Surgimento de área de acumulação de planície e terraço fluvial sob influência antrópica em 2007/08.....	114
Figura 47 – Indicação de fluxos através das formas de terreno .....	115
Figura 48 – Expansão de morfologias antropogênicas oriundas das escavações em 2012/15 .....	117
Figura 49 – Patamares em cavas de mineração .....	119

Figura 50 – Aumento dos patamares em cavas de mineração entre 2007/08 e 2012/15 .....	120
Figura 51 – Colinas residuais suaves derivadas da mineração preservadas no comparativo com o ano de 2019 .....	121
Figura 52 – Criação de formas retilizadas em 2012/15 .....	122
Figura 53 – Avanço de voçorocas em 2012/15 .....	124



## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Extração de rochas ornamentais no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim - ES.....	78
Fotografia 2 – Extração de rochas ornamentais e calcário no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim - ES .....	78
Fotografia 3 – Vista da sede da Vila de Itaoca no ano de 1986 .....	80
Fotografia 4 – Vista parcial de jazidas de mármore localizadas na Vila de Itaoca no ano de 1985 .....	80
Fotografia 5 – Solo exposto vinculado à expansão da exploração de rochas ornamentais.....	83
Fotografia 6 – Solo exposto atrelado à mineração e a abertura de estradas para transporte das rochas.....	83
Fotografia 7 – Exploração de rochas ornamentais .....	84
Fotografia 8 – Lagoas antrópicas em áreas de mineração .....	85
Fotografia 9 – Permanência de lagoas antrópicas em 2012/15 .....	116
Fotografia 10 – Predomínio de formas de vertentes retilíneas e côncavas em áreas de mineração de rochas ornamentais .....	122

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Exportação de rochas dos estados brasileiros, abril 2020.....	42
Gráfico 2 – Principais importadores de rochas do mercado capixaba.....	43
Gráfico 3 – Principais municípios capixabas exportadores de rochas.....	43

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Principais bases de dados cartográficos levantados para a realização da pesquisa.....	52
Quadro 2 – Legenda utilizada para o mapeamento geomorfológico .....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Forças motrizes de impacto humano na superfície terrestre nos últimos séculos .....	23-24
Tabela 2 – Exemplos de impactos sobre o relevo resultantes das ações antrópicas	28
Tabela 3 – Evolução do mapeamento geomorfológico .....	33
Tabela 4 – Classificação e caracterização do uso e cobertura da terra .....	59
Tabela 5 – Principais substâncias minerais do distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES.....	75
Tabela 6 – Classes de uso e cobertura da terra do ano de 1970, 2007/08, 2012/15 e 2019 com suas respectivas áreas em km <sup>2</sup> e as porcentagens em relação à área total. ....	79
Tabela 7 – Parâmetros Morfométricos da sub-bacia.....	89
Tabela 8 – Lagoas antrópicas em 1970 .....	95
Tabela 9 – Lagoas Antrópicas em 2007/08.....	96-97
Tabela 10 – Lagoas Antrópicas de 2012/15.....	97-99
Tabela 11 – Voçorocas em 2007/08.....	123
Tabela 12 – Voçorocas em 2012/15.....	123

## **LISTA DE SIGLAS**

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais

ANM – Agência Nacional de Mineração

APF – Área Plana Resultante de Acumulação Fluvial

CENTROROCHAS – Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais

CF – Constituição Federal

CFEM – Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais

CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DPI – Pontos Por Polegada

EHIS – Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ES – Espírito Santo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

ITC – Instituto Internacional de Pesquisa Aérea e Ciências da Terra

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDS – Modelo Digital de Superfície

MG – Minas Gerais

PIB – Produto Interno Bruto

PIN – Plano de Integração Nacional

RETAP – Relatório Técnico Ambiental Prévio

SIGMINE – Sistema de Informações Geográficas da Mineração

SLAP – Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras ou Degradadoras do Meio Ambiente

SINDIROCHAS – Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo

SP – São Paulo

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UGB – União da Geomorfologia Brasileira

UGI – Congresso Internacional da União Geográfica Internacional

UP – Unidade de Planejamento dos Recursos Hídricos

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>22</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>23</b>
3.1 HISTÓRICO DA ANTROPOGEOMORFOLOGIA: O HOMEM COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO.....	23
3.2 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: BREVE RESGATE TEÓRICO .....	31
3.3 TEORIA GERAL DE SISTEMAS.....	38
3.4 ESPÍRITO SANTO: DO DESTAQUE NACIONAL A REFERÊNCIA MUNDIAL NA EXPORTAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS.....	42
3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA ATIVIDADE MINERÁRIA.....	45
<b>3.5.1 Lei Estadual.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5.2 Lei Municipal de Cachoeiro de Itapemirim .....</b>	<b>50</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
4.1 USO E COBERTURA DA TERRA .....	58
4.2 RECONSTRUÇÃO DA HIDROGRAFIA E ANÁLISE RETROSPECTIVA DE LAGOAS ANTRÓPICAS .....	60
4.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO .....	63
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>67</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
6.1 EVOLUÇÃO OU TRANSFORMAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA DO DISTRITO DE ITAOCA.....	79
6.2 DAS ALTERAÇÕES NA HIDROGRAFIA.....	89
6.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO: UMA ANÁLISE RETROSPECTIVA.....	101
<b>6.3.1 Mapeamento Geomorfológico de 1970 .....</b>	<b>101</b>

6.3.2 Mapeamento Geomorfológico em 2007/08 .....	107
6.3.3 Mapeamento geomorfológico 2012/15 .....	116
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	125
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	127
APÊNDICES.....	140
APÊNDICE A – Mapa Comparativo (1970 e 2007/08) do Uso e Cobertura da Terra do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (ES).....	141
APÊNDICE Aa – Mapa Comparativo (2012/15 e 2019) do Uso e Cobertura da Terra do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (ES) .....	142
APÊNDICE B – Mapa da Hidrografia do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (1970, 2007/08 e 2012/15).....	143
APÊNDICE C – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 1970	144
APÊNDICE D – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 2007/08 .....	145
APÊNDICE E – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 2012/15 .....	146



## 1. INTRODUÇÃO

---

Historicamente, a relação do homem com os sistemas naturais se deu, num primeiro momento, pela evolução das ferramentas úteis para caça e processamento de alimentos do *Homo erectus* (HOOKE, 1994), que transformou a ação antrópica sobre o meio físico no período do Paleolítico. A intensificação desta se deu posteriormente, através da sedentarização e fixação do homem sobre o ambiente e através da criação dos primeiros espaços agrícolas, convertendo-se definitivamente como agente geológico-geomorfológico na Idade Média (NETO, 2008).

Após o Renascimento e a descoberta do “Novo Mundo”, as alterações antrópicas se intensificaram a partir do século XVIII, pós Revolução Industrial, movidas pelo crescimento acelerado da população e apropriação dos recursos naturais para diferentes fins (NIR, 1983). A ação humana sobre a morfologia, por exemplo, permitiu a criação de relevos antropogênicos, assim como de novas dinâmicas dos sistemas naturais na paisagem.

Estas ações são estudadas na Geografia como Antropogeomorfologia, ou Geomorfologia Antrópica/Antropogênica, nas quais se considera o homem como agente geomorfológico, esculpidor do relevo e transformador do sistema morfológico em diferentes análises de escalas espaçotemporais (NIR, 1983).

De acordo com Nir (1983), a Geomorfologia Antrópica é um ramo da Geografia Física que aborda as ações antrópicas ao longo do tempo sobre o relevo terrestre. Para Szabó *et al.* (2010), a Geomorfologia Antropogênica é o estudo do papel dos seres humanos na criação de formas de relevo e na modificação da operação de processos geomorfológicos como intemperismo, erosão, transporte e deposição. Diante das transformações e potencializações de processos naturais, os geólogos indagaram a respeito de um novo período geológico denominado Antropoceno, Quinário ou Tecnógeno.

Dentre as diversas atividades de alterações do meio físico, a mineração é uma das atividades mais eficazes na criação de formas de relevo e na modificação de processos geomorfológicos, influenciando diretamente o equilíbrio e as relações de fluxo e matéria dos sistemas ambientais (SILVA; VALADÃO, 2016). Para Dulias (2016), essa ação humana na transformação e apropriação do meio físico faz com

que esta decida sobre a localização dessas feições, seu tamanho, forma e tempo de construção, por exemplo.

Em 2018, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS), o Brasil exportou para mais de 120 países, sendo o estado do Espírito Santo o responsável por quase 80% do faturamento, e o Porto de Vitória (ES) o maior em volume de exportação. Além disso, foi encarregado, no ano de 2019, por 10% do PIB capixaba, conforme o SINDIROCHAS (Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo). Nesse contexto, Cachoeiro de Itapemirim é um dos principais municípios em exploração de rochas ornamentais no país, tanto em blocos como em chapas, possuindo o encargo de 18,9% das exportações do estado, de acordo com o CENTROROCHAS (Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais, 2020), no qual Itaoca é contribuidor, uma vez que sua principal atividade comercial está ligada à exploração e beneficiamento das mesmas.

Diante do exposto, o estudo inédito pretende demonstrar através do mapeamento geomorfológico a validação de morfogênese antrópica provenientes da mineração, utilizando-se da Teoria Geral dos Sistemas e definindo o impacto da mineração na paisagem baseada em três fases principais (RODRIGUES, 2005): a análise pré-mineração (pré-intervenção), a mineração ativa com a ação antrópica e a pós-mineração, contribuindo assim para o entendimento peculiar da evolução da morfologia antropogênica quando comparada a morfologia original.

## **2. OBJETIVOS**

---

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar a evolução espaço-temporal a morfologia do relevo e distinguir as formas antropogênicas criadas às atividades de mineração nos anos de 1970, 2007/08, 2012/15.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra no distrito de Itaoca para os anos de 1970, 2007/08, 2012/15 e 2019;
- Verificar, mensurar e discriminar o efeito da mineração sobre a rede de drenagem fluvial;
- Identificar e demonstrar o surgimento das lagoas antrópicas ao longo dos anos de 1970, 2007/08, 2012/2015;
- Distinguir as formas de relevo antropogênicas de 1970, 2007/08 e 2012/2015.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

---

#### 3.1 HISTÓRICO DA ANTROPOGEOLOGIA: O HOMEM COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO

A abordagem científica da interferência do homem em “esculpir” a paisagem na concepção geomorfológica é recente, em torno de 50 anos (BROWN, 1970; NIR, 1983; GOUDIE, 1993; SZABÓ *et al.*, 2010; GOUDIE; VILES, 2016; DULIAS, 2016), sendo denominada como Antropogeomorfologia ou Geomorfologia Antropogênica ou Antrópica. Isso se deve, principalmente, às consequências pós Revolução Industrial, que promoveu o aumento expressivo da população e apropriação do espaço geográfico pelo homem (NIR, 1983), demandando mudanças no uso e cobertura da terra, que por sua vez interferirá em novos regimes de fluxos e matéria, provocando, assim, uma nova dinâmica no sistema.

Para Neto (2008), o homem se converte definitivamente como agente geológico-geomorfológico na Idade do Bronze, no entanto, Goudie (1993) apontou que os primeiros geomorfologistas, historiadores naturais e geógrafos, não tinham conhecimento do poder dos seres humanos como agentes geomorfológicos. Goudie e Viles (2016) enfatizaram que o impacto humano no meio ambiente e no sistema terrestre tem aumentado significativamente nos últimos séculos e que os humanos são agora uma força geomorfológica como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 – Forças motrizes de impacto humano na superfície terrestre nos últimos séculos

(continua)

Anos antes do presente	Força Motriz
100	A grande aceleração Motor de combustão interna Revolução Industrial
	Colonização Européia na América, Austrália, etc.
1.000	Povoamento da Nova Zelândia, Madagascar, Oceania, etc

(continuação)



Fonte: Goudie e Viles (2016), tradução nossa.

Ainda de acordo com Goudie e Viles (2016), a Antropogeomorfologia foi um termo proposto no século XX por Golomb e Eder (1964), sendo considerada como o estudo do papel humano na criação de formas de relevo e na modificação da operação de processos geomorfológicos. Szabó *et al.* (2010) abordam uma visão geral dos impactos da maioria dos tipos de atividade humana e defendem que a Geomorfologia Antropogênica é o estudo do papel dos seres humanos na criação das formas de relevo e na modificação da operação de processos geomorfológicos, como intemperismo, erosão, transporte e sedimentação.

De acordo com Nir (1983), o primeiro autor a evidenciar, ainda que de forma secundária, o papel do homem como agente geológico e não apenas como sujeito pertencente à natureza foi Marsh (1864), com a obra *Man and Nature*, embora sua visão fosse mais biológica. Goudie (1993) aborda que o foco do trabalho de Marsh foi a percepção do efeito dos assentamentos e o desenvolvimento europeu sobre a América do Norte.

*Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature*, estudo de Robert Lionel Sherlock (1922), é considerado como uma das obras mais importantes

na Antropogeomorfologia. De acordo com o autor, a ação do homem sobre a natureza é contemplada por dois aspectos conectados: o geológico e o biológico, pois o homem aprendeu de maneira gradual a vantagem de moldar a superfície para sua conveniência, assemelhando a ação antrópica à de agentes naturais, porém em escalas de tempo e geológicas diferentes.

Em 1970, Brown sublinha que o homem é considerado como um elemento geomorfológico, criando formas de relevo de duas maneiras distintas: primeiro, através da ação direta e, segundo, pela influência desta em outras áreas geográficas, encerrando a concepção de estudos do homem como agente geológico e biológico.

O trabalho de Dov Nir, *Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology* (1983), é um marco importante na Geomorfologia Antropogênica, uma vez que, pela primeira vez, considera a ação humana um agente geomorfológico independente, e não apenas como elemento e fator geológico, (MARSH, 1864; SHERLOCK, 1922; BROWN, 1970) como dito anteriormente. Para Nir (1983), a Geomorfologia Antrópica depende de aspectos sociais, demográficos e econômicos da humanidade. Além disso, existiria uma fase pré-intervenção (estado de equilíbrio) e pós-intervenção humana (perturbação ao equilíbrio natural).

No final do século XX, ocorreu a expansão da Geomorfologia Antropogênica mundialmente, destacando-se especialmente os trabalhos de Summerfield (1991), Goudie (1993), Cooke e Doornkamp (1994) e Panizza (1996). Em 2001, Haff destacou a importância da geomorfologia, especificamente das mudanças ocasionadas pela ação humana, identificando e denominando este novo ramo de “Neogeomorfologia”, que utiliza a união da base das forças físicas naturais (processos endógenos e exógenos) que alteram a paisagem, mas também considera aspectos sociais e econômicos, representando assim a força antrópica. Posteriormente, Gregory (2010), Szabó *et al.* (2010), Goudie e Viles (2016) e Dulias (2016) publicaram importantes trabalhos referentes ao tema.

No Brasil, o primeiro trabalho a ser publicado sobre Geomorfologia Antropogênica foi desenvolvido por Felds, em 1958, no Boletim Geográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para Felds (1958), a comparação de formas criadas

pelo homem e as naturais não devem proceder, uma vez que estão em escalas temporais diferentes. No mesmo período, de acordo com Santos (2018), a publicação de Ab'Saber em 1957, e Christofolletti em 1969, já consideravam a inserção do homem nas análises das pesquisas geomorfológicas.

Na década de 1990 e início do século XXI, surgiram publicações de autores importantes para a difusão sobre a Antropogeomorfologia no Brasil, principalmente Rodrigues (1997, 1999, 2004, 2005, 2011), que avaliou tanto ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre, e Peloggia (1996, 1997, 1998, 1999, 2003, 2005), que salientou que a ação humana produz efeitos geológicos/geomorfológicos, determinando um novo período geológico para caracterizar o mesmo: Quinário ou Tecnógeno.

Crutzen e Stoemer (2000) foram os responsáveis pelo surgimento do conceito Antropoceno e chamaram a atenção para os efeitos das ações antrópicas sobre os sistemas naturais, considerando-os como a grande força geológica por milênios. Ponte e Szlafsztein (2019) demonstraram a concepção geográfica na análise do Antropoceno, pois, de acordo com os mesmos,

[...] o princípio do Antropoceno está atrelado aos fatores antropogênicos, a relação entre Natureza e Homem é a base de qualquer análise na perspectiva antropocênica, a qual, no caso da Geografia, considera também a sua espacialização. (p. 349)

Peloggia (1997) enfatizou a ação humana sobre a natureza, a qual produz efeitos geológicos-geomorfológicos iguais quando comparados a agentes naturais que modelam a superfície. Para o autor, a ação humana sobre a natureza tem consequências em três níveis de análise: 1) relevos tecnogênicos (ação do homem); 2) alterações da fisiologia das paisagens que influenciam a dinâmica externa; 3) criação de depósitos superficiais correlativos (depósitos correlativos), ou seja, formação de marcos estratigráficos.

Suertegaray (2002) abordou dentro da Geomorfologia a concepção de escala geológica e a compreensão da morfogênese através da análise do tempo profundo e do tempo curto, contemplando a ação humana neste último. Em 2005, Cleide Rodrigues, baseada na proposta de Nir (1983), definiu a morfologia original como o meio físico que não sofreu alterações significativas sob ação antrópica, e a morfologia antropogênica (pós intervenção antrópica) é aquela relacionada à ação

humana sobre o meio físico, com perturbação ao equilíbrio natural, sendo estas plausíveis de serem identificadas, mensuradas e avaliadas.

As orientações de Rodrigues (1999, 2005) são de grande relevância no estudo de Antropogeomorfologia, sendo estas:

- a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- d) empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f) explorar a abordagem sistêmica;
- g) usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- h) dar ênfase à análise integrada de sistemas geomorfológicos;
- i) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;
- j) ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Simon (2007) partiu da interferência antrópica sobre o sistema ambiental, diferenciando-a através de impactos diretos e indiretos, principalmente entre as alterações na dinâmica fluvial, da morfologia e cobertura vegetal. Os trabalhos de Paschoal (2011, 2012) são de grande destaque na temática sobre relevo antropogênico frente à atividade de mineração.

Paschoal (2014), a partir de Szabó *et al.* (2010), dividiu a ação antrópica de maneira direta e indireta com impactos qualitativos e quantitativos (Tabela 2) baseada nos principais autores sobre Geomorfologia Antropogênica, como demonstrado abaixo:



Tabela 2 – Exemplos de impactos sobre o relevo resultantes das ações antrópicas

IMPACTOS SOBRE O RELEVO RESULTANTES DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS					
TIPO DE INTERVENÇÃO	TIPO DE PROCESSO*	DIRETO		INDIRETO	
		PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	QUALITATIVO	QUANTITATIVO
MATERIAL DE SUPERFÍCIE	E	-	Mina a céu aberto	Subsidência Acumulação em Minas Criação de saliências no entorno	Formas de relevo fluvial causado pelo fluxo de água no interior das minas
	P	-	Vales cheio de resíduos		
	A	-	Aterros de resíduos		
ORIGEM NATURAL	E	Bacias de lagos de refrigeração	Suporte para planação	Movimentos de massa em locais de deposição de matérias-primas industriais	Erosão acelerada causada pelo fluxo de esgoto
	P	Parques Industriais	Reservatórios de chorume		
	A	Usinas Eólicas	Resíduos em locais de deposição		
ORIGEM URBANA	E	Cavernas	Poços de barro	Áreas de desmoronamento	Erosão causada pelo escoamento de águas pluviais sob superfícies saturadas
	P	Planação para construções	Locais de eliminação do lixo		
	A	Cemitérios em vertentes	Colinas de detritos		
TRÁFEGO	E	Cortes de Estradas	Estradas de Rodagens	Quedas em aterros	Aumento de Erosão Acúmulo de sedimentos em bueiros
	P	Aeroportos	Remoção de Colinas		
GESTÃO DE ÁGUA	A	Aterro	Acumulação em beira de estrada	Erosão devido à represamentos	Rápidas incisões Sedimentação em barragens
	E	Canais Artificiais	Escavação de cavas e buracos		
	P	Criação de diques	Cortes		
	A	Barragens	Supressão de canais de drenagem		
ORIGEM AGRÁRIA	E	Poços d'água	Escavação de poços	Rápido desbarrancamento Fluxo Laminar Leques Aluviais	Formas de deflação Dispersão de sedimentos Expansão de deltas
	P	Terraços	Pseudo terraços		
	A	-	Cristas/cumes de pedras		
GUERRA	E	Fossas	Crateras de bombas	Avalanches causadas por explosões	Erosão em cursos d'água modificados para fins de defesa
	P	Aeroportos	Destruição de assentamentos		
	A	Terraplanagem	Destruição de Colinas		
TURISMO E ESPORTE	E	Recreação em lagoas	Campos de esportes (motocross)	Erosão ao longo das margens de lagos de recreação	Erosão acelerada ao longo de trilhas para caminhadas
	P	Faixas Esportivas	Alteração da paisagem		
	A	Rampas de salto de ski	-		
E - Processos de Denudação / P - Processos de Planação / A - Processos de Acumulação					

Fonte: Szabó *et al.* (2010), traduzido e organizado por Paschoal, L. G. (2014).

Mais recentemente, Rodrigues *et al.* (2019) abordaram o papel da Geomorfologia no Antropoceno com a reunião de estudos sobre o tema, como o uso de geoindicadores para mensurar transformações antrópicas sobre a superfície terrestre e marcadores de influência antrópica. Para estes autores, os estudos da Antropogeomorfologia estão divididos em três grupos distintos: 1) estudos focados em modalidades de intervenção e sistemas morfológicos; 2) estudos dedicados à questão da natureza metodológica, conceituais, terminológicas e sistemas morfológicos; 3) técnicas analíticas e de representação, buscando acurácia e adequação à classificação das superfícies e de seus níveis de mudança, derivação ou perturbação antrópica.

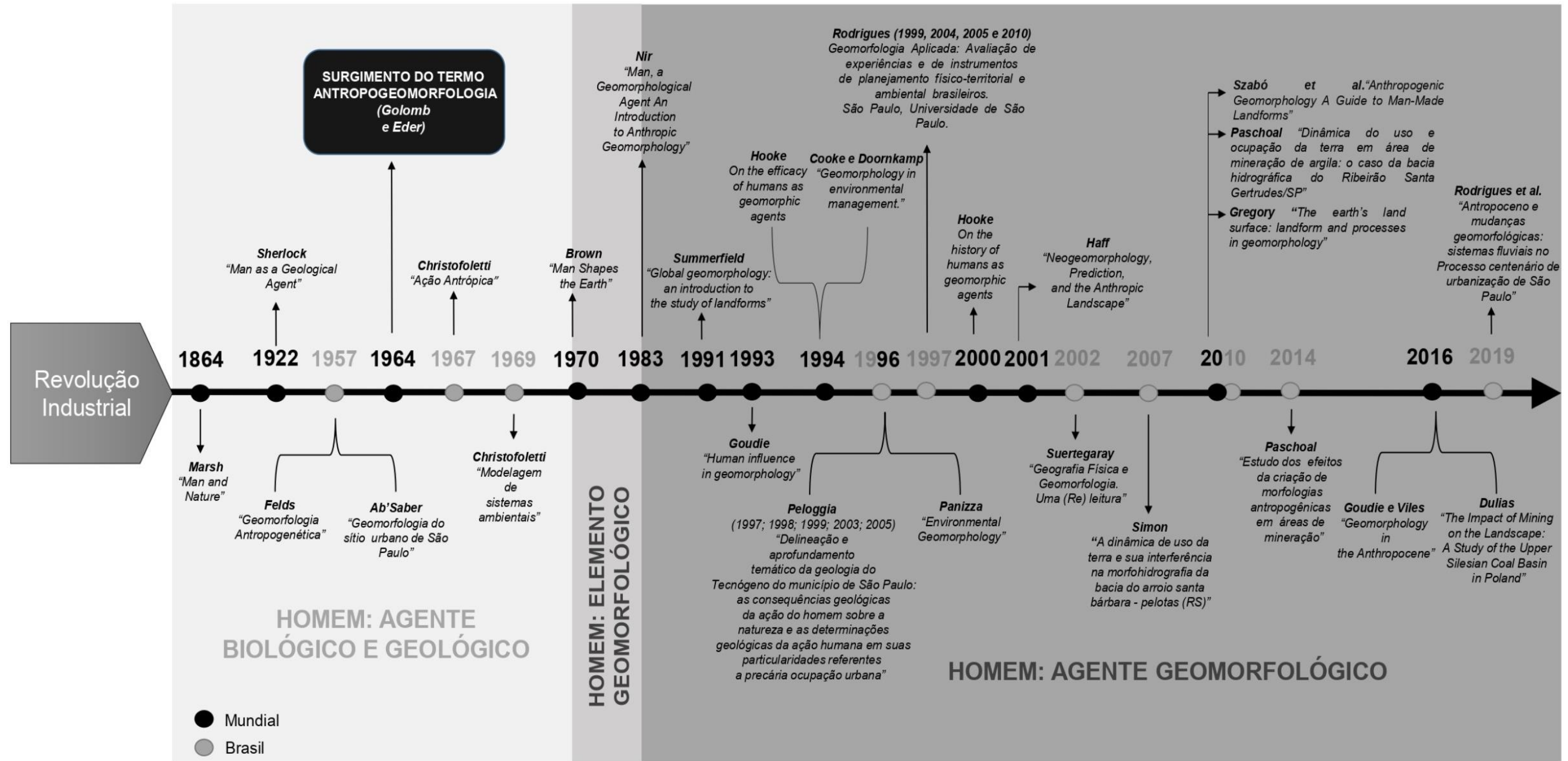
Além disso, Simon e Lupinacci (2019) enfatizam que o relevo se encontra em constante processo evolutivo de ordem natural. Contudo, a ação humana permanente estabelece uma nova dinâmica a essa evolução, perturbando de forma significativa a escala temporal da mesma.

Em relação ao impacto da mineração sobre a geomorfologia, os primeiros relatos podem ser encontrados nas obras de Marsh (1864), Sherlock (1922), Nir (1983), e, mais recentemente, Dulias (2016) e Goudie (2016), em que

A intensidade do impacto da mineração na paisagem é determinada por vários fatores. O primeiro grupo inclui fatores geológicos relacionados ao depósito, como o tipo de matéria-prima, a profundidade de sua ocorrência, recursos, disponibilidade etc. O segundo grupo inclui fatores associados aos trabalhos de mineração: o método de extração, o tamanho do mineral e a extração de rochas residuais, produção de resíduos e período de extração, etc. O terceiro grupo inclui fatores relacionados às características da paisagem afetadas pela mineração: inclinação de taludes, intensidade de relevo, altitudes relativas, etc (DULIAS, 2016, p. 5-6).

De maneira simplificada, observou-se que os estudos referentes à Antropogeomorfologia intensificaram-se em nível mundial na segunda metade do século XX, entretanto, as publicações brasileiras sobre a temática se desenvolveram apenas a partir da década de 1990, demonstradas na Figura 1. Sendo assim, a Geomorfologia ainda carece de autores e pesquisas que enfatizam esta ciência, especialmente quando associadas à mineração, necessitando, assim, de maior difusão e aceitação de geomorfólogos.

Figura 1 – Cronologia tempo histórico da Antropogeomorfologia a nível mundial e no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 3.2 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: BREVE RESGATE TEÓRICO

A compreensão de transformações antrópicas provenientes da mineração será realizada neste trabalho com o mapeamento geomorfológico evolutivo, ou seja, uma cartografia abrangente de múltiplos aspectos analisados. Cunha *et al.* (2003) ressaltam que uma cartografia geomorfológica eficiente deve indicar todos os elementos levantados como essenciais para o entendimento do relevo.

Segundo Casetti (2005), a Cartografia Geomorfológica se constitui em importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades. Smith *et al.* (2011) enfatizaram que o mapeamento geomorfológico surgiu da necessidade de uma abordagem mais analítica para a interpretação de formas de relevo.

Os primeiros mapas geomorfológicos foram apresentados por Passarge (1912) e Gehne (1912), porém, somente após a Segunda Guerra Mundial e início da Guerra Fria ocorreu amplo desenvolvimento, principalmente para utilização de planejamento e orientação de tropas (GUSTAVSSON, 2006). Em 1956, no Rio de Janeiro, foi realizado o 18º Congresso Internacional da União Geográfica Internacional (UGI), na tentativa de introduzir metodologias e simbologias de mapeamento geomorfológico a partir de países e autores renomados, a fim de adotar um sistema unificado.

De acordo com Coltrinari (2011), em 1956, ocorreu o 19º Congresso da União Geográfica Internacional (UGI), com demonstração maior de conteúdo e formas na cartografia geomorfológica e participação de países como França, a extinta URSS, Suíça, Japão, Polônia e Portugal. Neste evento, houve a tentativa de unificar o sistema de mapeamento geomorfológico, com desenvolvimento de metodologia e aplicações.

Gustavsson (2006) salienta que no mesmo período, no final da década de 1960, Verstappen e Van Zuidam (1968) publicaram uma pesquisa acerca do mapeamento geomorfológico através do Instituto Internacional de Pesquisa Aérea e Ciências da Terra (ITC), que utilizou como base as unidades geomorfológicas, destacando para

cada uma delas o processo morfogenético dominante, aplicando-se as diferentes escalas.

Em 1965, Tricart abordou que o mapa geomorfológico de detalhe é complexo, demonstrando as relações no espaço e no tempo das unidades que representa e deve fornecer uma descrição fundamentada de todos os elementos do relevo na região que se insere.

Na elaboração do mapeamento geomorfológico, Tricart (1965) evidenciou quatro informações importantes não encontradas em mapas topográficos:

- 1) **Morfometria:** refere-se aos aspectos quantitativos do relevo, como as variáveis relacionadas a: medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, altura absoluta e relativa, inclinação (declividade), curvatura, orientação, densidade e frequência de suas formas.
- 2) **Morfografia:** refere-se aos processos atuais (ativos), endógenos e exógenos que atuam nas formas de relevo.
- 3) **Morfogênese:** origem e desenvolvimento das formas de relevo, as quais são decorrentes de processos endógenos e exógenos, considerando neste último o homem como agente modelador da superfície da Terra.
- 4) **Cronologia:** refere-se à idade, absoluta e relativa, das formas de relevo e aos processos a elas relacionados (FLORENZANO, 2008).

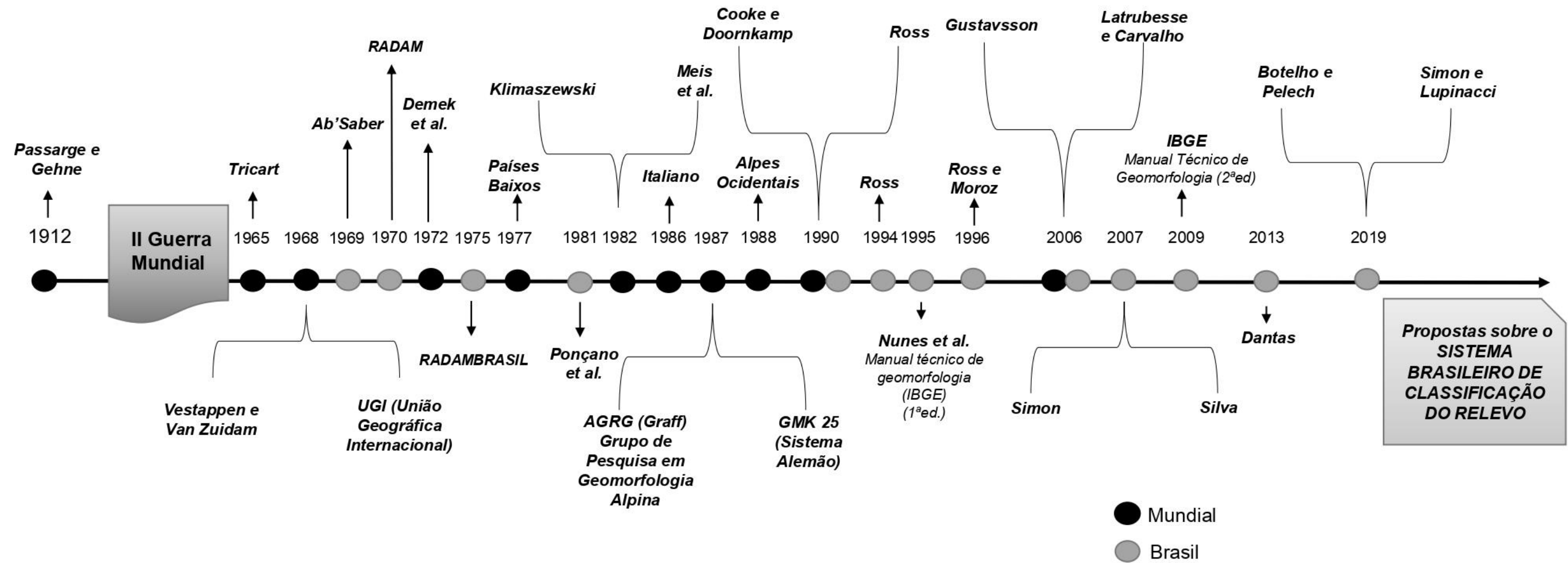
A evolução do mapeamento geomorfológico e suas metodologias distintas entre cada país ou o autor são vistas na Tabela 3 elaborada por Gustavsson (2006) e Figura 2:

Tabela 3 – Evolução do mapeamento geomorfológico

SISTEMAS DE MAPEAMENTO	MORFOMETRIA/MORFOGRAFIA	HIDROGRAFIA	LITOLOGIA	ESTRUTURA	PROCESSOS/GÊNESE	IDADE
UGI -1968	Linhas de contorno e símbolos	Linhas e símbolos em azul	Não indicado	Não indicado	Cores, padrões, linhas e símbolos	Código da letra
ITC (Verstappen e Zuidam) - 1968	Linhas de contorno, símbolos e linhas	Hatching, linhas e símbolos em azul	Padrões, linhas e símbolos	Não indicado	Cores e símbolos	Cores em mapa separado
Países Baixos (Maarleveld et al.)-1977	Linhas de contorno, intensidade e código de cores	Linhas, áreas e símbolos em azul	Não indicado	Parcialmente na legenda	Código, legenda	Código/legenda
GMK 25 (Barch et al.)-1987	Linhas de contorno e sombreamento cinza	Símbolos e linhas azuis	Padrão vermelho e mapa separado	Não indicado	Símbolos de cores, vermelho e preto	Cor
AGRG (De Graff et al.) - 1987	Linhas de contorno cinza, símbolos para intervalos, etc., setas e figuras para inclinação	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul	Mapas transparentes separados, com base nos mapas geológicos existentes	Não indicado	Cores, símbolos	Idade relativa de acordo com o processo mais jovem
Alpes Ocidentais (Nicod) -1988	Linhas de contorno pretas	Símbolos e linhas azuis	Sombreamento amarelo para rocha consolidada	Linhas pretas, linhas amarelas e símbolos	Linhas coloridas e símbolos	Parcialmente incluído na litologia das rochas
Italiano (Bartolini et al.)-1986	Linhas de contorno cinza, hachura. Símbolos de linha para escarpas erosivas	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul (e preto)	Cor, sombreamento. Texto para perfis	Símbolos e linhas marrons, Mapa e perfis separados	Símbolos e sombreamento coloridos	Intensidade de sombreamento e símbolos.
Novo Sistema (Gustavsson et al.) 2006	Linhas de contorno na cor cinza, símbolos para intervalos, etc., setas e figuras para inclinações	Linhas, áreas, símbolos e padrões em azul	Símbolos para código não consolidado / de letras para materiais consolidados	Linhas vermelhas e símbolos	Símbolos coloridos, cores	Mapa separado por Código de letras coloridas para rocha consolidada

Fonte: Gustavsson (2006), tradução nossa.

Figura 2 – Evolução do mapeamento geomorfológico a nível mundial e no Brasil



No Brasil, nos anos 60, a bibliografia sobre o tema ainda era restrita, ainda assim, o trabalho de Aziz Ab'Saber, *Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário* (1969), é considerado um marco teórico e metodológico (ABREU, 1986), distinguindo a análise em três níveis, sendo elas: 1) compartimentação da topografia regional, com caracterização e descrição das formas de relevo e dos compartimentos; 2) a estrutura superficial da paisagem, referente a todos os compartimentos e formas do relevo estudados com observação antiga e recente através da análise de processos que o influenciam; 3) por último, a fisiologia da paisagem, no intuito de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos em sua funcionalidade atual e global.

Ainda em 1969, Moreira estendeu-se acerca do mapeamento geomorfológico, uma inovadora ferramenta, não apenas focada na descrição, mas na explicação a partir da gênese, intensidade e cronologia do entendimento da dinâmica dos processos que são determinantes para a formação/alteração da morfologia.

Na década de 70, foi criado o projeto RADAM a partir de imagens de radar, organizado pelo Ministério de Minas e Energia através do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, com recursos do Plano de Integração Nacional – PIN. Este projeto tinha por finalidade a coleta de dados sobre recursos minerais, solos, vegetação, uso da terra e cartografia da Amazônia e áreas adjacentes da região Nordeste (CPRM, 2020). Em 1975, o RADAM é expandido para todo o território nacional devido aos bons resultados, transformando-se em RADAMBRASIL, com produtos finais na escala de 1:250.000 (ESCOBAR *et al.*, 2005).

Posteriormente, em 1981, Ponçano *et al.* elaboraram o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, através do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) utilizando-se da fotointerpretação em imagens de LANDSAT na escala de 1:250.000 e 1:500.000, além de imagens de radar na escala de 1:250.000 e cartas topográficas na escala de 1:50.000.

No ano de 1982, Meis *et al.* propuseram uma metodologia sem ser meramente descritiva, anexando elementos e reconhecendo a geodinâmica na elaboração do



mapa de compartimentação topográfica através do desnivelamento e altitude para determinação de domínios geomorfológicos.

Em 1974, o projeto RADAMBRASIL evoluiu o mapeamento geomorfológico sistemático no país utilizando-se da interpretação de mosaicos de imagens de radar na escala 1:250.000 auxiliadas por fotografias aéreas convencionais infravermelhas e imagens LANDSAT, obtendo amplo volume de informações nos campos da Geomorfologia, Geologia, Pedologia e Vegetação. As unidades taxonômicas foram agrupadas em ordem de grandeza em quatro grupos principais: Domínios Morfoestruturais → Regiões Geomorfológicas → Unidades Geomorfológicas → Tipos de Modelado.

Jurandyr Ross (2011) apresentou as formas de relevo como cartografáveis, tornando o mapeamento geomorfológico um importante instrumento de análise, com o estabelecimento de uma organização referente aos diferentes tamanhos das formas e gêneses do relevo terrestre. Para tal, foi criada as Unidades Taxonômicas, divididas em seis tópicos que serão influenciados pela escala e seu objeto de análise:

1º Táxon: Morfoestrutura

2º Táxon: Morfoescultura

3º Táxon: Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes

4º Táxon: Formas de Relevo

5º Táxon: Tipos de Vertentes

6º Táxon: Pequenas formas desenvolvidas na atualidade

Nunes *et al.* (1995) elaboraram o Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE), com as formas e os processos geradores do relevo, sintetizando a metodologia e procedimentos técnicos utilizados para o mapeamento geomorfológico durante o período do Projeto RADAMBRASIL, consolidando a classificação geomorfológica através de uma taxonomia de relevo (BOTELHO; PELECH, 2019).

Ross e Moroz (1996) elaboraram o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala de 1:500.000 através da fotointerpretação de imagens de radar na escala 1:250.000 e de cartas topográficas na escala 1:100.000, além de análise de cartas

geológicas. Propuseram a taxonomia da seguinte maneira (SILVA, 2007): Unidades Morfoestruturais (cinturões orogênicos, bacias sedimentares, depressões tectônicas); Unidades Morfoesculturais (planalto, planícies e depressões periféricas); Formas de Relevo (feições morfológicas locais).

Latrubesse e Carvalho (2006) publicaram *Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*, com mapa geomorfológico na escala de 1:500.000, com a finalidade de entendimento e interpretação da paisagem, possuindo pressupostos da Teoria Geral de Sistemas. A classificação está organizada em vários níveis e é aberta para novas incorporações, sendo as categorias dominantes a de Sistemas Agradacionais e as de Sistemas Denudacionais, sendo subdivididas em níveis.

Dantas (2013) propôs o mapeamento geomorfológico rápido de padrões de relevo (análise morfológica) baseado em outras variáveis de análise dinâmica para entendimento da paisagem, tais como: avaliação do contexto geomorfológico regional, com base na análise da evolução geológica dos terrenos e de seus condicionantes litoestruturais e na formação das superfícies regionais de aplainamento, assim como no entendimento das províncias geológicas (ou unidades morfoestruturais) e de seus correspondentes domínios geomorfológicos (ou unidades morfoesculturais). A classificação ficou dividida em cinco tópicos principais: 1) Domínio das Unidades Agradacionais; 2) Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares pouco Litificadas; 3) Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Sedimentares Litificadas; 4) Domínio das Unidades de Aplainamento; 5) Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares.

Mais recentemente, em 2019, Botelho e Pelech propuseram o primeiro passo para a padronização de mapeamentos geomorfológicos no Brasil, abordando os desafios atuais como unificação de metodologias considerando a escala, por exemplo, e as possibilidades futuras de construção de padrões regulares de mapeamento. Ainda, segundo palestras<sup>1</sup> da União da Geomorfologia Brasileira sobre a temática

---

<sup>1</sup> UGB – União da Geomorfologia Brasileira. Avanços no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. Youtube. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Tm\\_BzCo0YNk&t=2479s](https://www.youtube.com/watch?v=Tm_BzCo0YNk&t=2479s)>. Acesso em: 08 jul. 2021. UGB – União da Geomorfologia Brasileira. Classificação do Relevo no Brasil: demandas, desafios, ações e proposições. Youtube. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=lejD6r9jHPU&ab\\_channel=Uni%C3%A3odaGeomorfologiaBrasileira](https://www.youtube.com/watch?v=lejD6r9jHPU&ab_channel=Uni%C3%A3odaGeomorfologiaBrasileira)>. Acesso em: 08 jul. 2021.

(informação verbal), o relevo antropogênico será anexado, porém, ainda são vagas as formas que este será representado.

Por fim, embora seja considerado, na Geomorfologia, uma potencial ferramenta na representação cartográfica da paisagem, uma vez que tenta integrar todos os elementos que a compõem, atualmente, ainda há ausência de unificação de conteúdos que resguardem a mesma área e acabam por dificultar a comparabilidade (GUSTAVSSON; KOLSTRUP, 2009), devido às inúmeras metodologias e simbologias empregadas por autores e países.

### 3.3 TEORIA GERAL DE SISTEMAS NA GEOMORFOLOGIA

Nir (1983) afirma que “[...] toda mudança na natureza ou mesmo na intensidade de um processo específico, afeta o sistema e, em condições críticas ou limitantes, pode alterar radicalmente todo o sistema ou até destruí-lo” (p. 10). Ao analisar a paisagem, é importante refletir sobre a interação e a interligação dos diferentes elementos que a compõem, constituindo um único sistema, principalmente após a Revolução Industrial, em um mundo cada vez mais subdividido e com a crescente exploração do meio natural, onde se desencadeia uma expressiva degradação ambiental, tornando-se necessário na Geografia o estudo integrado dos fenômenos.

A Geografia Física é uma parte desta, e que estuda, de acordo com Nascimento e Sampaio (2004-2005), a organização espacial dos geossistemas, ou seja, aponta a distribuição e arranjo dos elementos que compõem um único sistema e que estão interligados. A Geomorfologia é importante no contexto da ciência geográfica, pois aborda interações na paisagem, uma vez que os processos físicos são, em parte, responsáveis pela dinâmica do espaço (PEDROSA, 2014).

De acordo com Marçal e Guerra (2012), a Geomorfologia é o “[...] estudo das formas de relevo, levando-se em conta a sua natureza, origem, desenvolvimento de processos e a composição dos materiais envolvidos” (p. 17). Para Simon e Lupinacci (2019), o relevo é determinante na explicação das formas e a construção do conhecimento geomorfológico, sendo suporte para a humanidade.

Para Ross:

A Geomorfologia é a disciplina das ciências da Terra mais diretamente utilizada e proporciona suporte absoluto às atividades humanas. Nesse

sentido, destaca-se que o relevo da superfície terrestre é o “piso”, o “chão”, onde a humanidade constrói e desenvolve suas atividades, produz, organiza e reorganiza seus espaços territoriais. (ROSS, 2006, p. 9).

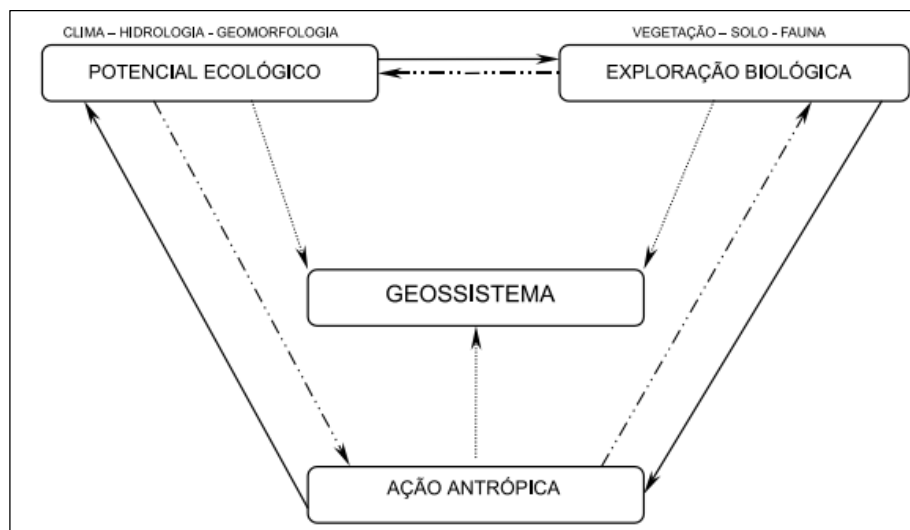
O relevo é dinâmico, sendo resultado da troca de fluxos internos e externos de energia e matéria resultando em um novo modelado (WARNAVIN; ARAUJO, 2016), seja de gênese natural ou antrópica. Para entender este funcionamento, utilizou-se a Teoria Geral dos Sistemas desenvolvida pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) no século XX, onde definiu seu objeto de estudo como “[...] a formulação de princípios válidos para os “sistemas” em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou “forças” existentes entre eles” (BERTALANFFY, 2008, p. 62).

A Teoria Geral dos Sistemas propagou-se entre diversos campos de outras ciências, porém, embora tenha sido utilizada pela Geografia por geomorfólogos importantes como Davis e King, por exemplo, sofreu grande crítica ao não considerar o fator escala como determinante na análise da paisagem, e também por não abordar fenômenos naturais e humanos, analisando somente biológicos.

Já Richard Chorley, em 1962, com a obra *Geomorphology and general system theory*, reafirmou a visão sistêmica na Geomorfologia e do equilíbrio dinâmico, analisando na perspectiva de sistemas abertos. No entanto, a linha teórica geossistêmica da pesquisa será baseada na desenvolvida e resgatada por Bertrand e Bertrand, que afirmam:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (2007, p. 7).

A abordagem geossistêmica auxiliaria o entendimento das interrelações entre elementos em diferentes escalas na análise do espaço geográfico. A fim de explicá-las, Bertrand (1971) desenvolveu o diagrama representando a definição teórica dos mesmos e de acordo com o autor, o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica englobam a dinâmica e análise do geossistema (Figura 3).



Fonte: Bertrand e Bertrand (2007).

No Brasil, Christofolletti (1969, 1980, 1999) foi o principal precursor da Teoria Geral dos Sistemas aplicado à Geografia, com *Análise Morfométrica de Bacias Hidrográficas* e o livro *Geomorfologia* (1969), além de outras obras do mesmo autor e de outros.

A classificação de sistemas foi proposta por Chorley e Keneddy (1971) em onze tipos, porém, quatro destes foram incorporados a Geografia Física por Christofolletti devido sua abordagem estrutural, sendo eles:

- a) sistemas morfológicos: são compostos somente pela associação de propriedades físicas dos sistemas e de seus elementos componentes, ligados com os aspectos geométricos e de composição, constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem às formas, sobre as quais se podem escolher variáveis a serem medidas;
- b) sistemas em sequência ou encadeantes: são compostos por cadeia de subsistemas, possuindo tanto grandeza como localização espacial, que são dinamicamente relacionados por uma cascata de matéria e energia;
- c) sistemas de processos-respostas: são formados pela combinação de sistemas morfológicos e sistemas em sequência. Este último, indica o processo, enquanto o morfológico representa a forma, a resposta a determinado funcionamento;
- d) sistemas Controlados: são aqueles que apresentam atuação do homem sobre os sistemas processo-reposta. A complexidade é aumentada pela intervenção humana (1999, p. 6).

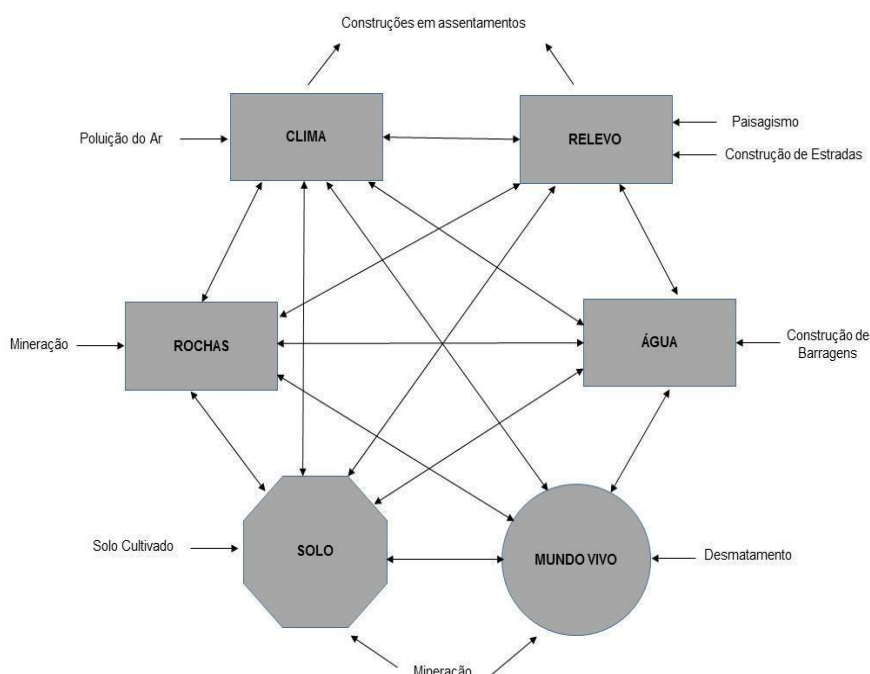
Mais recentemente, Szabó *et al.* (2010), a partir de Kerényi, desenvolveram o esquema apresentado na Figura 4, que pretende demonstrar a interligação de elementos dos sistemas geográficos físicos, trazendo as atividades antrópicas sob grande influência ao meio numa visão sistêmica. Para o autor, retângulos representam os elementos naturais predominantemente inorgânicos; um círculo

indica o mundo dos vivos e um polígono marca os solos, que são intermediários entre orgânico e inorgânico.

De acordo com Szabó *et al.* (2010), ao explicar as inter-relações do esquema, o impacto de um elemento sob outro é caracterizado de maneira direta e indireta, como por exemplo, os solos são entrelaçados pelo sistema radicular da vegetação superior; a vegetação e os solos são indispensáveis entre si: a vegetação recebe água e nutrientes necessários para o seu sustento, enquanto a remoção da vegetação resulta em perda de solo (erosão acelerada).

Ao abordar influências antrópicas na visão sistêmica, Szabó *et al.* (2010) mencionam que qualquer intervenção, por menor que seja, influencia em danos diretos ao ambiente natural, o grau de mudanças depende da intensidade da intervenção humana, bem como da suscetibilidade do sistema físico, como, por exemplo, a mineração, que gera transformação geomorfológica com impacto direto sobre o escoamento superficial, alterando ângulos de inclinação.

Figura 4 – Impactos de atividades antropogênicas de Kerényi (2007) e analisada por Szabó *et al.* (2010)



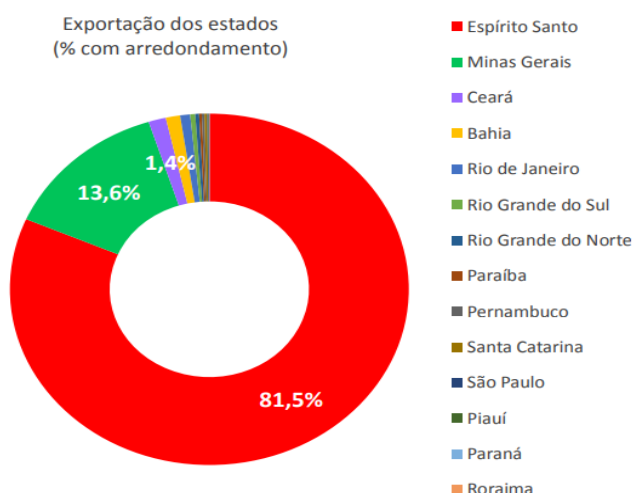
Fonte: Szabó *et al.* (2010), adaptado de Kerényi 2007.

### 3.4 ESPÍRITO SANTO: DO DESTAQUE NACIONAL A REFERÊNCIA MUNDIAL NA EXPORTAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

O estado do Espírito Santo é o principal polo produtor e exportador de rochas, possuindo centenas de unidades de beneficiamento de altíssima produtividade. Esta posição de destaque é consequência de um conjunto de fatores, tais como: infraestrutura portuária e ferroviária, proximidade com os grandes centros consumidores do país, incentivo fiscal, oferta de mão-de-obra, aglomeração espontânea de empresas do setor, etc. Estas variáveis contribuíram sobremaneira para consolidar a posição do estado como referência mundial na produção e comercialização de rochas ornamentais. (CPRM, 2013).

De acordo com o Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo (SINDIROCHAS), no início de 2020, o estado do Espírito Santo manteve a hegemonia de maior exportador de rochas no Brasil (Gráfico 1) e principal produtor, processador e exportador de rochas ornamentais do Brasil, com destaque para a produção de calcário, granito e mármore, sendo a cadeia produtiva da atividade a responsável por 10% do PIB capixaba no ano de 2019. Notoriamente, esta atividade movimentava milhões na economia, onde anualmente ocorre a *Vitória Stone Fair | Marmomac Latin*<sup>2</sup> que reúne a cadeia produtiva das pedras ornamentais como mármore e granitos, e compradores do mercado interno e especialmente externo.

Gráfico 1 – Exportação de rochas dos estados brasileiros, abril 2020

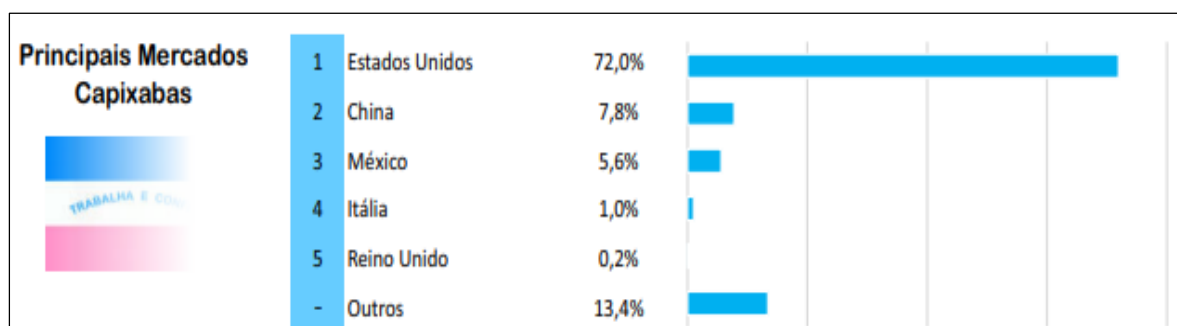


Fonte: Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo (SINDIROCHAS, 2020).

<sup>2</sup> A *Vitória Stone Fair | Marmomac Latin* é considerada uma das três maiores feiras do setor de rochas ornamentais no mundo, com mais 240 marcas expositoras. Na última edição, no ano de 2020, atraiu mais de 13 mil visitantes de 52 países.

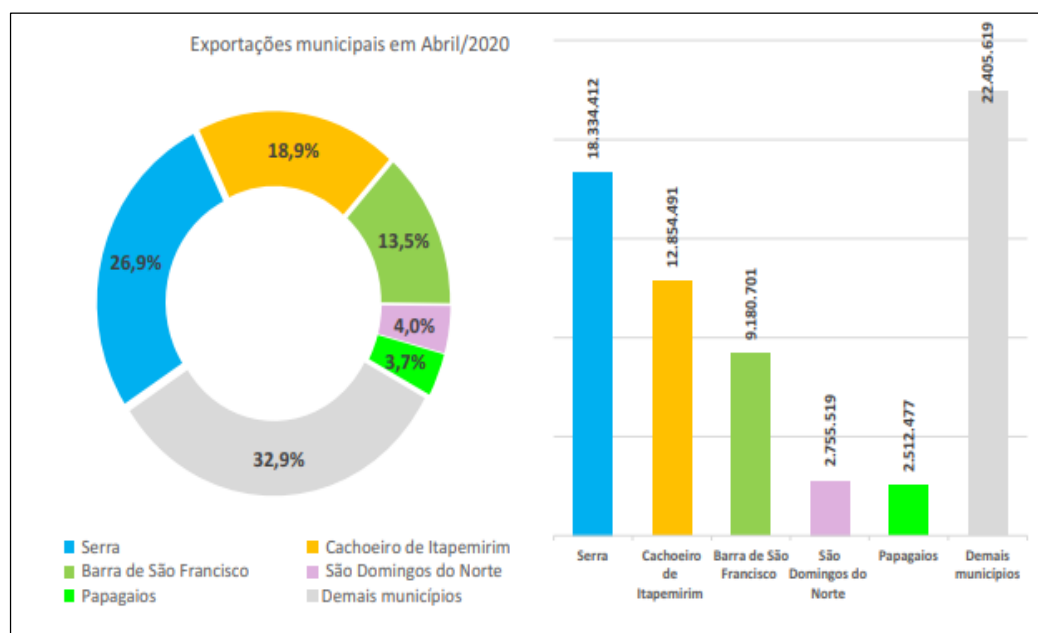
No que diz respeito ao mercado mundial, os principais importadores (Gráfico 2) são Estados Unidos, China e México, conforme o Informativo Mensal de Exportações de Rochas (abril, 2020) no SINDIROCHAS. Nas exportações de rochas em blocos e chapas, o estado detém a liderança e o município de Cachoeiro de Itapemirim é o segundo maior, perdendo apenas para o município de Serra, que detém a liderança devido à realização de obras de logística, principalmente o contorno do Mestre Álvaro (Gráfico 3) e de incentivos fiscais. Além disso, o estado possui importantes rodovias federais (BR 101, BR 262 e BR 259) e estaduais (ES 381, ES 482 e ES 164), e o Porto de Vitória, principal exportador nacional (Figura 5).

Gráfico 2 – Principais importadores de rochas do mercado capixaba



Fonte: SINDIROCHAS (Boletim Abril 2020).

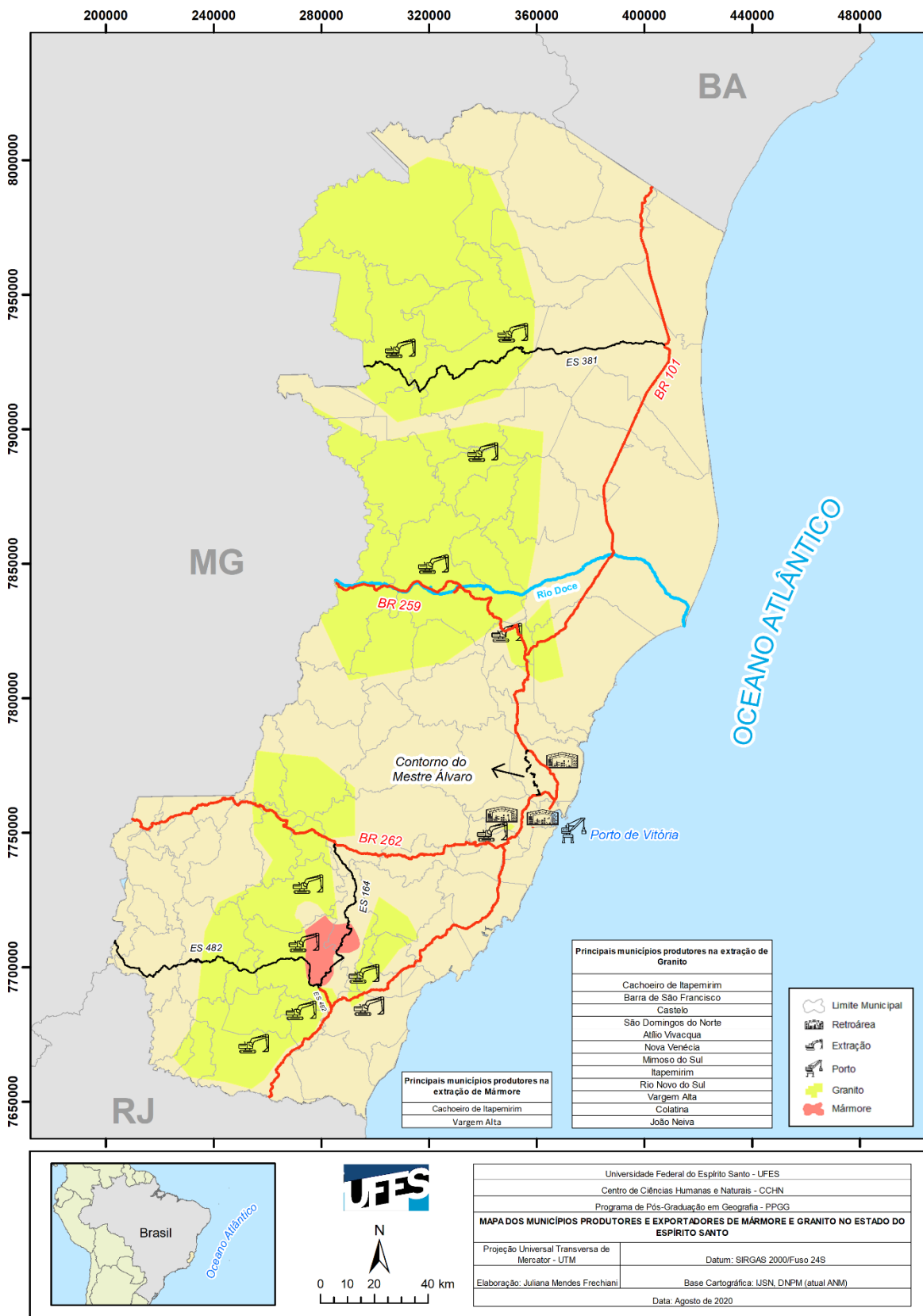
Gráfico 3 – Principais municípios capixabas exportadores de rochas



Fonte: SINDIROCHAS (Boletim Abril 2020).



Figura 5 – Principais municípios exportadores de mármore e granito no estado do Espírito Santo



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A respeito da variedade cromática de granitos, o Espírito Santo possui ocorrência, em sua maioria, nas cores amarela e branca, conforme a Figura 6. Por sua vez, a ocorrência de mármore se configura majoritariamente nos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, considerada “capital nacional do mármore”, e Vargem Alta, nas variações azul, branco, cinza, marrom e verde (Figura 7):

Figura 6 – Variedade cromática de granitos encontrada no Espírito Santo

	Amarelo	Azul	Bege	Branco	Cinza	Marrom	Preto	Rosa	Verde
Afonso Cláudio									
Água Doce do Norte									
Águia Branca									
Alegre									
Aracruz									
Baixo Guandu									
Barra de São Francisco									
Boa Esperança									
Cachoeiro do Itapemirim									
Castelo									
Colatina									
Ecoporanga									
Governador Lindemberg									
Ibiraçu									
Iconha									
Itaguaçu									
Iuna									
João Neiva									
Linhares									
Mimoso do Sul									
Muniz Freire									
Nova Venécia									
Pancas									
Ponto Belo									
Rio Novo do Sul									
São Roque do Canaã									
Sooretama									
Vargem Alta									
Venda Nova do Imigrante									
Vila Pavão									

Fonte: Atlas de Rochas Ornamentais do estado do Espírito Santo (CPRM, 2013).

Figura 7 – Variedade Cromática de mármore encontrada no Espírito Santo

Município / Cor	Azul	Branco	Cinza	Marrom	Verde
<b>Cachoeiro do Itapemirim</b>					
<b>Vargem Alta</b>					

Fonte: Atlas de Rochas Ornamentais do estado do Espírito Santo (CPRM, 2013).

### 3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA ATIVIDADE MINERÁRIA

Ao tratar de mineração, é relevante salientar os mecanismos legais que a permite ser exercida, antes, durante e depois da atividade de extração mineral. De acordo com Silva e Valadão (2016), a Constituição de 1934 representou um marco para a

atividade minerária no Brasil ao abordar um código de mineração considerado bastante avançado para a época, quando foi desvinculado, juridicamente, o solo do subsolo brasileiro; além disso, foi criado nesta época o extinto Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Após este, obteve atualização na Constituição de 1937 e no novo Código de Minas em 1940.

A Constituição Federal Brasileira de 1988 afirma que o Estado detém o domínio e o controle sobre os recursos minerais e concede sua exploração ao proprietário particular interessado por tempo determinado. Os direitos minerários a serem exercidos pelo particular são a pesquisa pelo recurso mineral e lavrar a jazida desejada em determinada área, porém, para que esta autorização seja dada, o interessado deve seguir todos os requisitos jurídicos, técnicos e econômicos previstos na legislação.

O direito minerário encontra-se expresso na Constituição Federal Brasileira de 1988, possuindo registros legais desde a concessão de lavra, fiscalização e garantia e preservação do meio ambiente. O estabelecimento de lei através de decretos sobre mineração vem desde 1940, através do Decreto-lei nº 1.985 que foi atualizado em 1967 pelo Decreto-lei nº 227. Através deste, é decretado:

Art. 2º. Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, para efeito deste Código, são:

I - regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;

II - regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

III - regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

IV - regime de permissão de lavra garimpeira, quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

V - regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal (BRASIL, 1967).

Apesar de ser estabelecido no Art. 13 de 1967 até o atual Código de Mineração estabelecido pela Agência Nacional de Mineração, extinto Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que o interessado deve fornecer informações sobre volume da produção e quantidade, por exemplo, observa-se na exploração de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo, como um todo, o não cumprimento e desconhecimento deste tipo de informação.

No Art. 14, a pesquisa mineral é definida no inciso 1º como:

A pesquisa mineral compreende, entre outros, os seguintes trabalhos de campo e de laboratório: levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, em escala conveniente, estudos dos afloramentos e suas correlações, levantamentos geofísicos e geoquímicos; aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral; amostragens sistemáticas; análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens; e ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou aproveitamento industrial (BRASIL, 1967).

No Art. 47, capítulo V, inciso III e IV, a extração será concedida somente às substâncias minerais indicadas no Decreto de Concessão e, ao descobrir uma nova substância mineral, esta deveria ser comunicada imediatamente ao ANM (Agência Nacional de Mineração). Além disso, observa-se neste mesmo capítulo uma breve preocupação com o meio ambiente.

Posteriormente, foi promulgada a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que estabeleceu o regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais, de acordo com o art. 1º:

Art. 1º Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da lei:

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas para indústrias diversas;

IV - rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura;

V - **rochas ornamentais e de revestimento**;

VI - carbonatos de cálcio e de magnésio empregados em indústrias diversas (BRASIL, 1978, grifo nosso).

A Constituição Federal Brasileira de 1988 sobre legislação mineral define nos art. 21, 22, 23, 24 e 26 a competência da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, de acompanhar e fiscalizar a exploração mineral desenvolvida em seus respectivos territórios.

De acordo com a ANM (Agência Nacional de Mineração), a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) é calculada sobre o valor do faturamento líquido, quando o produto mineral for vendido. Entende-se por faturamento líquido o valor de venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos,

as despesas com transporte e o seguro que incide no ato da comercialização. A Lei nº 13.540 de 2017 dispõe sobre a CFEM, atribuindo:

- [...] I - 7% (sete por cento) para a entidade reguladora do setor de mineração;
- II - 1% (um por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), instituído pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;
- III - 1,8% (um inteiro e oito décimos por cento) para o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, criado pela Lei nº 7.677, de 21 de outubro de 1988, para a realização de pesquisas, estudos e projetos de tratamento, beneficiamento e industrialização de bens minerais;
- IV - 0,2% (dois décimos por cento) para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para atividades de proteção ambiental em regiões impactadas pela mineração;
- V - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção;
- VI - 60% (sessenta por cento) para o Distrito Federal e os Municípios onde ocorrer a produção;
- VII - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Municípios, quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, nas seguintes situações:
  - a) cortados pelas infraestruturas utilizadas para o transporte ferroviário ou dutoviário de substâncias minerais;
  - b) afetados pelas operações portuárias e de embarque e desembarque de substâncias minerais;
  - c) onde se localizem as pilhas de estéril, as barragens de rejeitos e as instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico (BRASIL, 2017).

Em relação ao inciso VII, o decreto nº 9.407 de 2018 estabelece a seguinte divisão:

- [...] I - dois por cento para o Distrito Federal e os Municípios, como forma de compensar a perda de arrecadação da CFEM com a entrada em vigor da Lei nº 13.540, de 2017; e
- II - treze por cento para o Distrito Federal e os Municípios afetados pela atividade de mineração em seus territórios (BRASIL, 2018).

Em 2017, foi extinto o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e substituído pela Agência Nacional de Mineração (ANM) através da lei nº 13.575, que compete à União organizar a administração dos recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais.

Atualmente, o governo brasileiro o assinou projeto de lei, que ainda passará pelo Congresso, que autoriza a mineração em áreas de reserva indígena, especificamente na região da Amazônia, modificando e contrariando assim o art. 123º da CF/88 que determina:

São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens (BRASIL, 1988, p. 133).

Ao se tratar de exploração de rochas ornamentais, o governo sancionou o projeto de lei 13.975 de 2020, na qual torna-se mais simples as exigências necessárias para exploração de rochas ornamentais, permitindo que a extração seja feita apenas por meio de licenciamento, e não via regime de autorização e concessão, sem necessidade, inclusive, de licenciamento ambiental e consequente proteção ambiental, defendida no art. 225º da CF/88, que determina no inciso II que

[...] aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei (BRASIL, 1988, p. 131).

### 3.5.1 Lei Estadual

O Espírito Santo é o estado de maior destaque na produção e exportação de rochas ornamentais no Brasil (SINDIROCHAS, 2020), o que acaba por refletir no uso desordenado do espaço geográfico, gerando, conseqüentemente, interferências no sistema ambiental (DULIAS, 2016).

Ainda que de maneira simplificada, o estado tente controlar e legitimar o uso, e, para isso, o governo sancionou a resolução Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA) nº 010 de 10 de agosto de 2005, que aborda o licenciamento ambiental e mineração:

O licenciamento ambiental das atividades de extração mineral será realizado de forma integrada pelos órgãos do Sistema Estadual de Meio Ambiente e em articulação com os órgãos Federais, Estaduais e Municipais responsáveis pelo licenciamento e concessão para exploração mineral, observadas suas devidas competências (ESPÍRITO SANTO, 2005).

Qualquer empreendimento de mineração deve apresentar ao estado um estudo ambiental com os impactos que a atividade acarretará, tanto no âmbito natural como social. Os documentos necessários são descritos no art. 6º:

- [...] a) Descrição sucinta do empreendimento ou atividade considerando o meio físico, o meio biológico, o meio sócio econômico;
- b) Descrição dos possíveis impactos ambientais a curto, médio e longo prazo;
- c) As medidas para minimizar ou corrigir os impactos ambientais;

- d) O Plano de Recuperação de Área Degradada;
- e) O Plano de Controle Ambiental (ESPÍRITO SANTO, 2005).

No decreto nº 1.777, de 2007, determina que as empresas que possuem interesse em se instalar no estado estarão sujeitas ao controle do órgão ambiental competente que avalia o impacto local do empreendimento, que neste caso é o IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente). É papel do Estado:

O órgão ambiental estadual competente procederá à autorização e ao licenciamento ambiental, cabendo, quando exigível, ao interessado, consultar o órgão estadual competente para autorizar a supressão de vegetação, e/ou a outorga de recursos hídricos, nos termos das leis específicas e de seus regulamentos (ESPÍRITO SANTO, 2007).

### 3.5.2 Lei Municipal de Cachoeiro de Itapemirim

Relacionado à temática ambiental, o município de Cachoeiro de Itapemirim estabeleceu a Lei nº 5286 de 2001 sobre a disposição de licenciamento ambiental de atividades e serviços considerados potencialmente poluidores e/ou degradadores do meio ambiente – SLAP (Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras ou Degradadoras do Meio Ambiente), bem como suas penalidades e providências. Para qualquer atividade exercida no município, a empresa deverá entregar o Relatório Técnico Ambiental Prévio (RETAP), que tem por objetivo, como demonstra o art. 3º:

- [...] a) esclarecer se o empreendimento, a atividade ou o serviço produzirá apenas impacto local <sup>3</sup>;
- b) aprovar sua localização;
- c) descrever seu entorno e os possíveis impactos ambientais que o empreendimento, a atividade ou o serviço causam ou possam vir a causar;
- d) estabelecer as medidas para minimizar ou corrigir seus impactos negativos (CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, 2001).

A Lei nº 6164 de 2008 estabeleceu no município de Cachoeiro de Itapemirim, com aprovação do governo do estado do Espírito Santo, as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), em que o distrito de Itaoca é contemplado, sendo definida pelo art. 2º:

São porções do território municipal, em áreas públicas ou privadas, parceladas de forma irregular ou clandestinamente, delimitadas pelo Poder Executivo para promover recuperação urbanística, regularização fundiária

---

<sup>3</sup> § 1º As atividades de impacto local [...] são aquelas definidas em normas técnicas instituídas pelo órgão ambiental competente e/ou pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONSEMA, cujo impacto ambiental seja considerado direto e restrito, exclusivamente, à área de circunscrição territorial do respectivo Município, bem como observados o porte e o potencial poluidor/degradador do empreendimento/atividade (Lei nº 5286 de 2001).

de assentamento irregular já existente, execução de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (EHIS), bem como recuperação de imóveis degradados, implantação de equipamentos sociais e culturais e espaços públicos de serviço e comércio de caráter local (CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, 2008).



#### 4. METODOLOGIA

A orientação metodológica se desenvolveu respaldada na abordagem de Sistemas Controlados, através dos princípios da visão integrada da Teoria Geral dos Sistemas, que, no trabalho, utilizou-se do mapeamento geomorfológico como ferramenta na análise de transformações antrópicas no modelado terrestre.

Ross (1992) destacou que “[...] a metodologia determina a linha a seguir, é a espinha dorsal, enquanto as técnicas são as ferramentas para execução das tarefas da pesquisa”. Para Tricart (1965), a dimensão dos objetos na geomorfologia (fatos e fenômenos) intervém não apenas em sua classificação, mas na escolha de um método de estudo sistemático e eficaz.

Para a realização do estudo foi proposta a análise morfológica com ênfase na evolução do relevo antrópico numa escala de análise 1:10.000, num intervalo temporal entre 1970-2007/08-2012/15. Optou-se, na pesquisa, por aderir as quatro informações sugeridas por Tricart (1965), fundamentais para a elaboração do mapeamento geomorfológico: morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia.

A base de dados cartográficos que foram baixadas (*download*) é:

Quadro 1 – Principais bases de dados cartográficos levantados para a realização da pesquisa

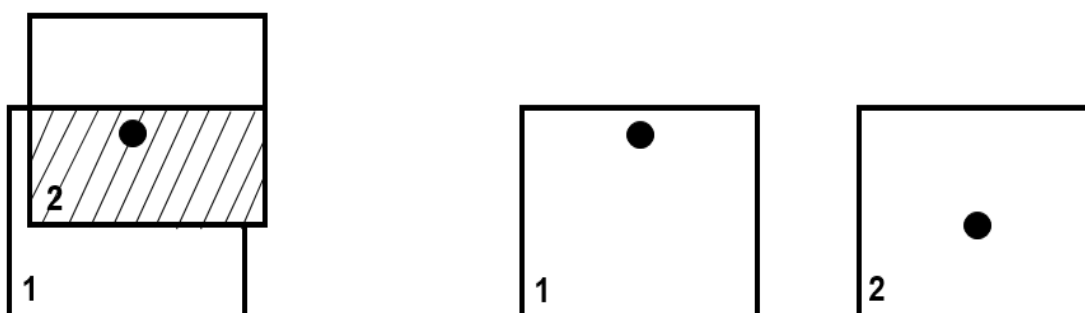
Dados Cartográficos	Fonte/Ano	Escala	Resolução
Fotografias Aéreas	IDAF (1970)	1:20.000	600 x 600 dpi
Imagens Aéreas (Ortofotos)	IEMA (2007/2008)	1:25.000	1 m
Curvas de Nível (5 m) - processadas através do Modelo Digital de Elevação (MDE)	IEMA (2007/2008)	1:25.000	5 m
Imagens Aéreas (Ortofotos)	IEMA (2012/15)	1:5.000	25 cm
Curvas de Nível (5 m) processadas através do Modelo Digital de Elevação (MDE)	IEMA (2012/15)	1:5.000	5m
Imagens de Satélite Kompsat-3	IJSN (2019)	1:15.000	50cm

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A reconstrução da altimetria da década de 1970 foi gerada de maneira independente a partir de um *software* fotogramétrico. Para a década de 1970, foram baixadas as fotografias aéreas analógicas (9398, 9399, 9400, 9401, 9402, 9403, 9404, 9405, 9406, 9407, 9408, 9409, 9410, 9411, 9412, 9413, 9414, 9415, 9416, 9417, 9418, 9419, 9420, 9421, 9422, 9423, 9424, 9425, 9426, 9427, 9428, 9429, 9430, 9431, 9432, 9433, 9434, 9435, 9436, 9437, 9438, 9439, 9440, 9441, 9442, 9443, 9444, 9445, 9446, 9447 e 9448) e digitalizadas com o equipamento *Ricoh Aficio Pro 8120S*, em escala de cinza, com resolução de 600 pontos por polegada (DPI).

Posteriormente, utilizou-se o *software Agisoft PhotoScan, versão 1.4*, e técnicas fotogramétricas digitais que permitem a criação e reconstrução automática de ortofotomosaicos e Modelo Digital de Elevação (MDE) em 3D a partir de duas imagens aéreas, no mínimo, sobrepostas como demonstra a Figura 8:

Figura 8 – Reconstrução automática de um ortofotomosaico



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

O processamento no *software* de imagens inclui as seguintes etapas:

- 1) carregamento de fotos no *software*;
- 2) remoção de imagens desnecessárias;
- 3) alinhamento de fotos selecionadas;
- 4) construção de nuvem densa de pontos;
- 5) construção do modelo poligonal em 3D;
- 6) geração de textura;
- 7) construção de modelo de elevação digital (MDE);
- 8) construção da ortofotomosaico.

Neste primeiro momento, é realizado o carregamento das fotos analógicas que serão utilizadas para a reconstrução do modelo 3D, e, além disso, ocorreu a

calibração da câmera através da utilização da distância focal de 152,878mm como demonstra a Figura 9:

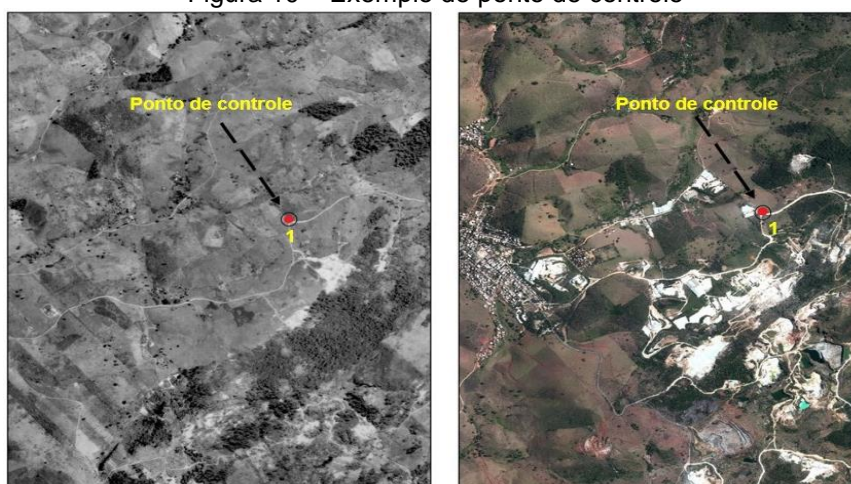
Figura 9 – Carregamento das fotos



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no *software Agisoft PhotoScan*, versão 1.4.

Para a reconstrução do espaço tridimensional (espaço-objeto), tornou-se necessário um conjunto de pontos de controle, de coordenadas conhecidas para maior exatidão do modelo e análise da área estudada. Dessa forma, utilizou-se como auxílio 16 pontos de apoio de campo georreferenciados do aerolevante de 2012/15 realizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) para restabelecer a equivalência (estereoscopia) entre este período e a década de 70 como demonstra a Figura 10:

Figura 10 – Exemplo de ponto de controle

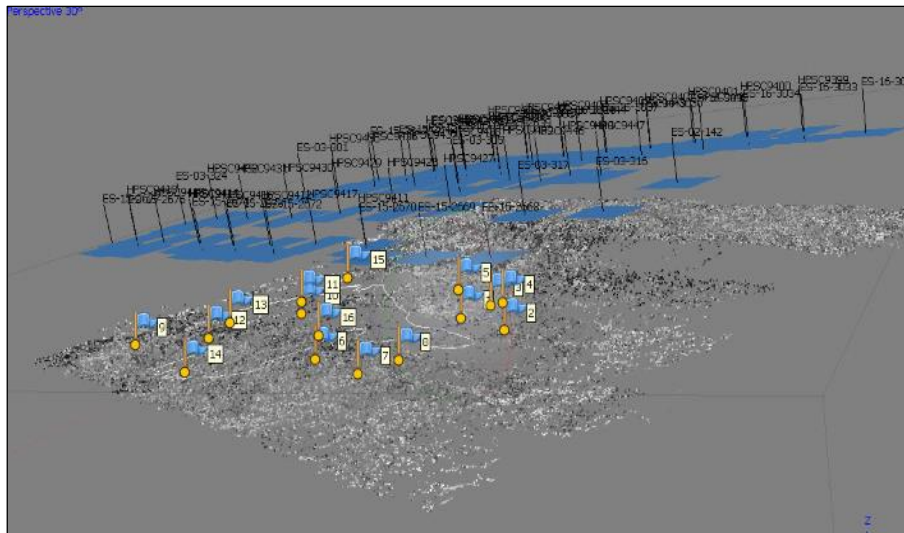


Fonte: Elaborado pela autora (2020) no *software Arcgis 10.5*.

Através da fotogrametria digital, utilizou-se a ferramenta *Align Photos* a fim de encontrar a posição da câmera e orientação para cada foto, onde foi possível

construir um modelo de nuvem de pontos esparsos, num processo denominado como aerotriangulação<sup>4</sup> conforme a Figura 11:

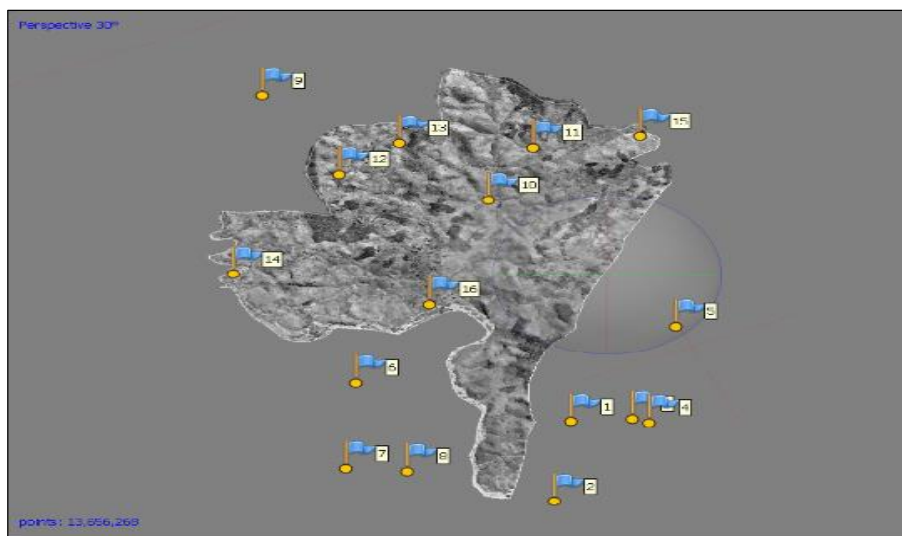
Figura 11 – Orientação e posição da câmera



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software Agisoft PhotoScan, versão 1.4.

Com base nas informações da nuvem de pontos, utilizou-se a ferramenta *Build Dense Cloud* para densificação da nuvem gerada anteriormente (Figura 12). Nesta etapa, foi possível a realização do modelo tridimensional através da *Build Mesh* (Figura 13).

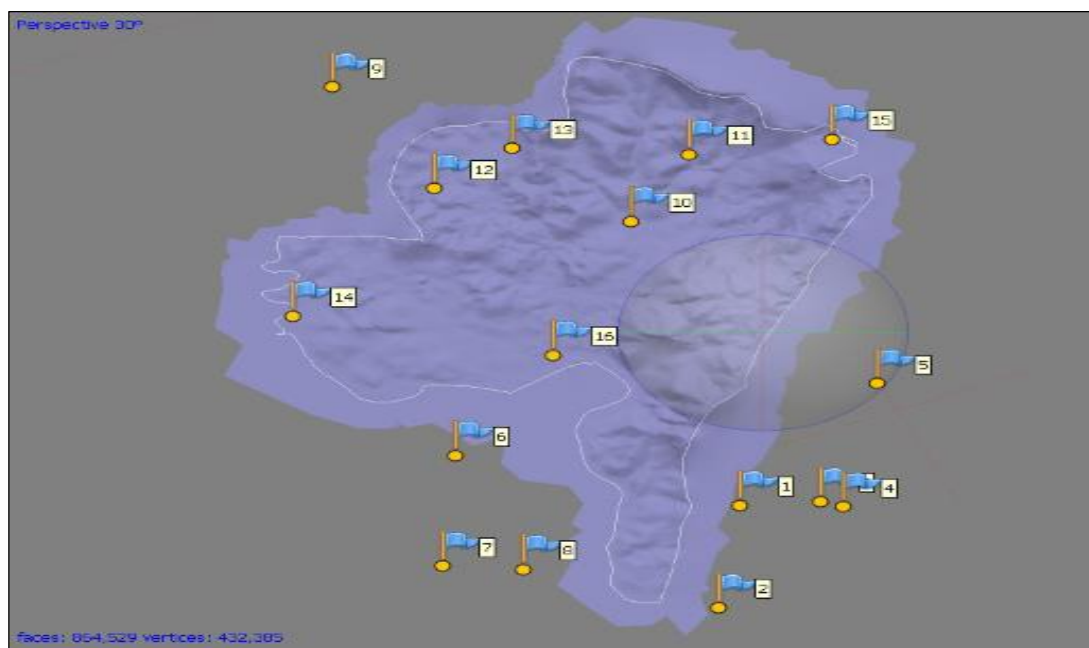
Figura 12 – Densificação de pontos



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software Agisoft PhotoScan, versão 1.4.

<sup>4</sup> A aerotriangulação pode ser vista como uma técnica fotogramétrica para a determinação de coordenadas de pontos no terreno. Estas coordenadas são necessárias para realizar a orientação absoluta de estereomodelos (PERES, 2007).

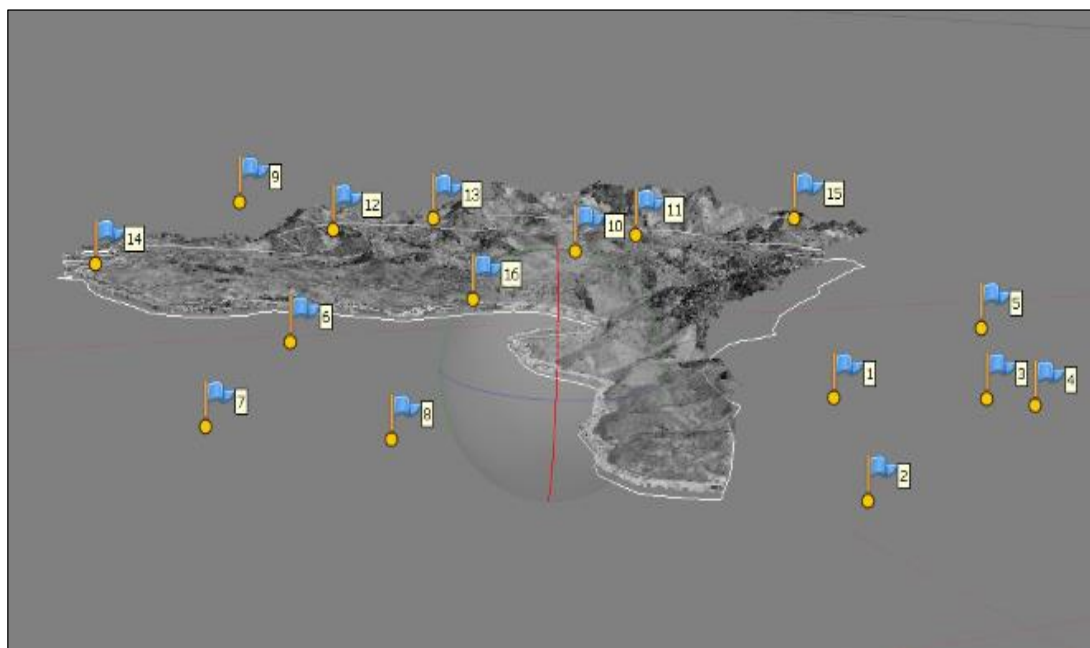
Figura 13 – Modelo tridimensional



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software *Agisoft PhotoScan*, versão 1.4.

Após esta etapa, é realizada a textura através do *Build Texture* para melhor visualização de detalhes, que seria a amarração do modelo tridimensional com a ortofoto gerada anteriormente visualizada na Figura 14:

Figura 14 – Amarração do modelo tridimensional com a ortofoto



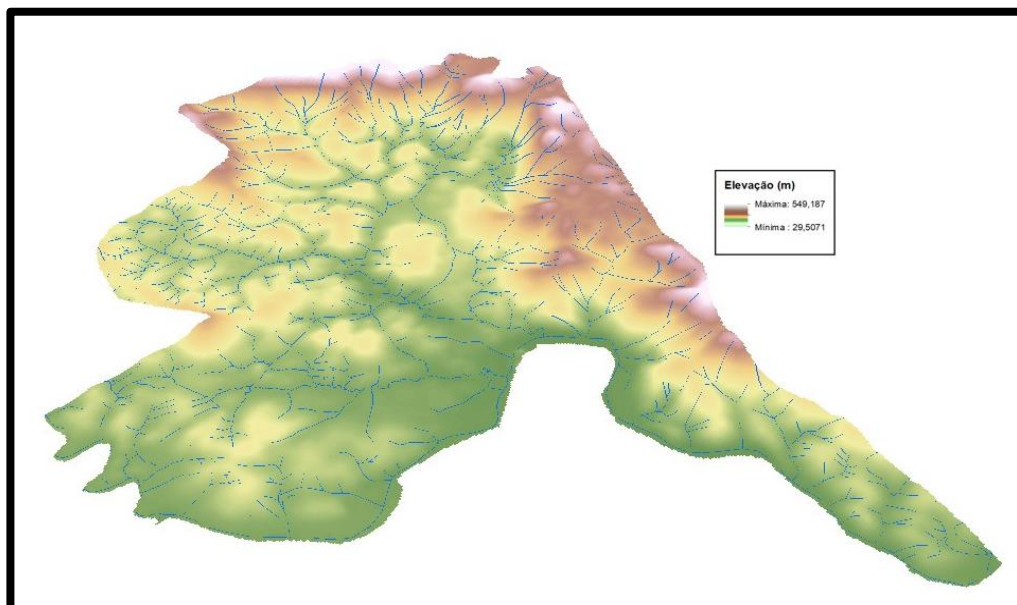
Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software *Agisoft PhotoScan*, versão 1.4.

Depois da geração do modelo digital de superfície (MDS), foi criado o *raster* com representação hipsométrica através da ferramenta *Build DEM*, onde a cor verde



representa altitudes mais baixas, enquanto as de tons marrom e branco representam as altitudes mais elevadas do distrito como demonstra a Figura 15:

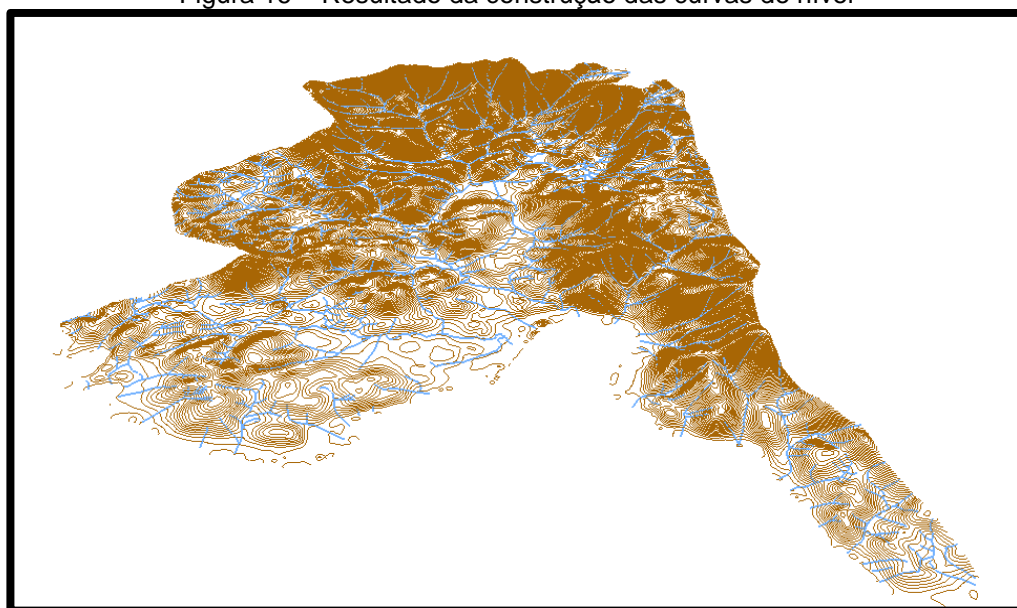
Figura 15 – Hipsometria do distrito de Itaoca



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software ArcScene 10.2 para melhor visualização.

Em seguida, ocorreu a construção das curvas de nível da década de 1970 com a ferramenta *Generate Contours* com equidistância de 5 metros conforme a Figura 16:

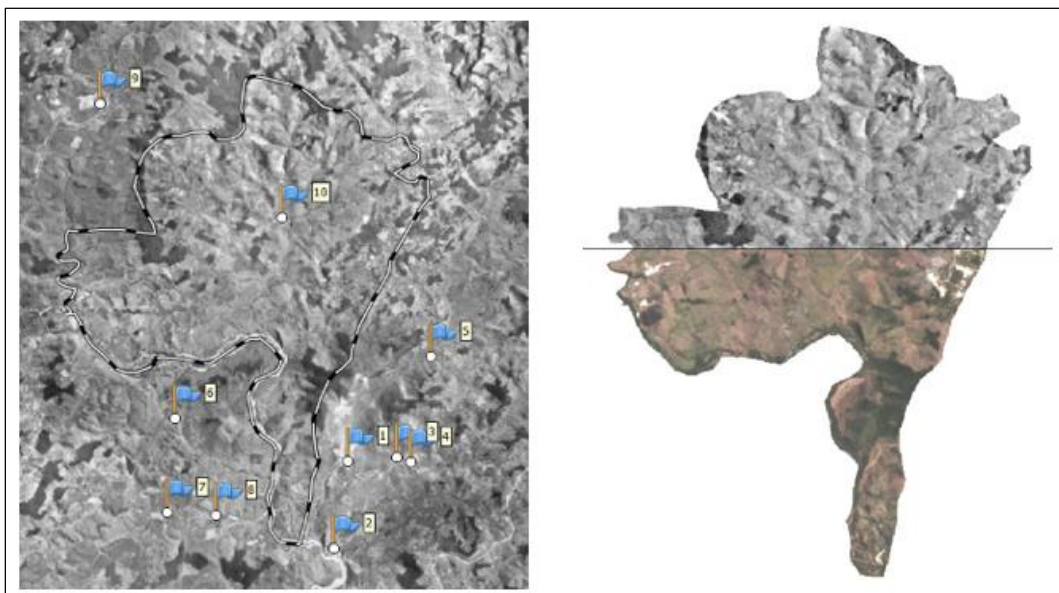
Figura 16 – Resultado da construção das curvas de nível



Fonte: Elaborado pela autora (2020) no software ArcScene 10.2.

Por último, foi realizado como objetivo final deste tópico, a reconstrução da ortofoto através da ferramenta *Build Orthomosaic* com sistema de referência *SIRGAS 2000*, *fuso 24 S*, como demonstra a Figura 17:

Figura 17 – Geração da ortofoto














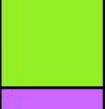

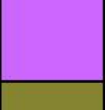





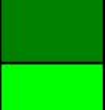







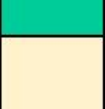

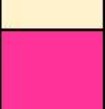
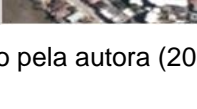

Fonte: Elaborado pela autora (2020) no *software QGis 3.12.2*.

Assim como os mapas de caracterização da área de estudo, os mapas de análise do uso e cobertura da terra e mapeamento geomorfológico usaram o modelo hidrológicamente consistente como plano de fundo através da ferramenta *hillshade* do *software ArcGis™ 10.5* [ESRI, 2016], utilizando como dados de entrada as curvas de nível dos referidos anos juntamente com a hidrografia local.

#### 4.1 USO E COBERTURA DA TERRA

É de suma importância para o entendimento da dinâmica e do desenvolvimento local compreender as principais atividades que movem a economia e de que forma estas influenciam a morfologia do relevo. Desta forma, o mapeamento de uso e cobertura da terra foi processado através de fotointerpretação na escala 1:5.000 com a utilização do *software ArcGis™ 10.5* (ESRI, 2016), e com a classificação de acordo com as definições utilizadas no mapeamento de 2012/15 para o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) do estado do Espírito Santo e também foi utilizado pontuais descrições e cores do Manual Técnico do Uso da Terra do IBGE (2013), como vistos na Tabela 4:

Tabela 4 – Classificação e caracterização do uso e cobertura da terra

Classe	Imagem	Cor	Características
Afloramento Rochoso			Exposição de rochas na superfície da Terra
Brejo			Terreno alagadiço formado por gramíneas rasteiras e algumas espécies arbóreas
Cultivo Agrícola - Café			Copas arredondas, com plantio majoritário em curvas de nível e de coloração verde escuro
Cultivo Agrícola - Coco-Da-Baía			Cultivo de plantas perenes, isto é, de ciclo vegetativo de longa duração, sendo plantadas com pequeno distanciamento entre as mesmas
Cultivo agrícola - Outros cultivos Permanentes			Ciclo vegetativo de longa duração, com produções anuais e sem necessidade de novos plantios pós colheitas
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Temporários			Culturas de curta duração e necessidade de novos plantios
Mineração			Áreas de exploração ou extração de substâncias minerais
Macega			Vegetação alta e espaçada interlacada com diferentes tamanhos de arbustos
Massa d'água			Corpos hídricos, tais como lagoas, lago e rios
Mata Nativa			Vegetação preservada e copas "fechadas", impossibilitando a visualização do solo
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração			Vegetação secundária herbáceo-arbustiva, com copas menores, pouco espaçadas, e possibilitando ver o solo
Outros			Áreas que não possuem classe própria, tais como pousio, pomar, loteamento, estradas pavimentadas e estacionamentos
Pastagem			Área destinada ao pastoreio do gado, sendo o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas
Reflorestamento - Eucalipto			Plantio homogêneo com textura rugosa
Solo Exposto			Ausência de vegetação, com solo majoritariamente exposto
Área Urbanizada			Compreendem áreas de uso intensivo com superfícies artificiais, formada por edificações, tais como cidades, vilas, rodovias e indústrias.

Fonte: Elaborado pela autora (2020).



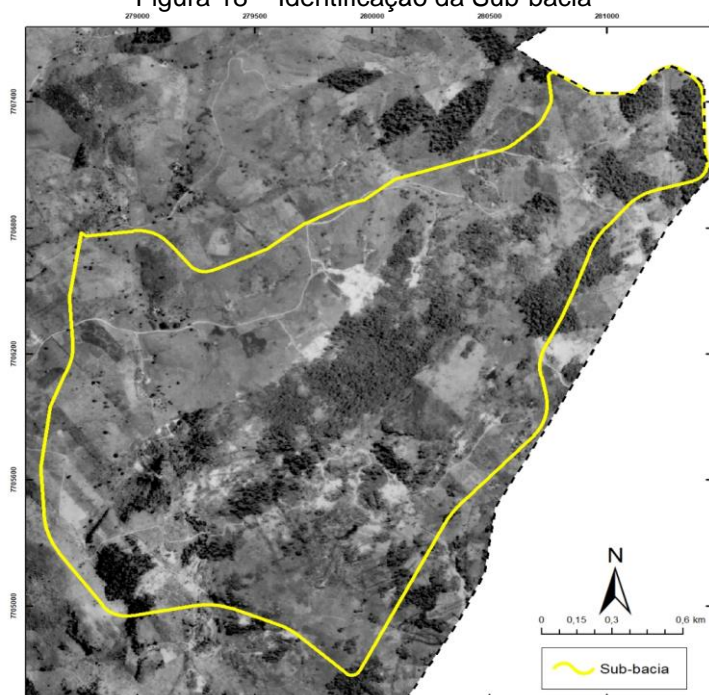
Neste item, é importante ressaltar, que no ano de 2019 foi abordado apenas o uso e cobertura da terra devido à falta de informações altimétricas, não permitindo assim a abordagem integradora de mapeamento geomorfológico proposto na pesquisa.

#### 4.2 RECONSTRUÇÃO DA HIDROGRAFIA E ANÁLISE RETROSPECTIVA DE LAGOAS ANTRÓPICAS

No decorrer da construção da pesquisa, foi possível identificar que a rede hidrográfica obteve significativas mudanças nos canais, principalmente interligados à expansão da mineração. Para comprovação de tais alterações, foi disposto, a partir deste tópico, a escolha de uma sub-bacia do Rio Itapemirim classificada como ottobacia de nível 6.

Para a sua delimitação, partiu-se do mapeamento dos divisores topográficos e análise das curvas de nível, entre 1970 a 2012/15 (Figura 18). Além do mais, esta unidade de estudo foi considerada como área de drenagem dos tributários do curso d'água principal (TEODORO *et al.*, 2007), decorrendo em um ponto de saída, denominada exutório.

Figura 18 – Identificação da Sub-bacia



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Além da reconstrução dos canais fluviais através de fotointerpretação e observação das curvas de nível, a hidrografia foi interpretada através de parâmetros morfométricos (análises quantitativas), sendo avaliados automaticamente pelo *ArcGis™ 10.5* (ESRI, 2016), a área de drenagem (km<sup>2</sup>), perímetro (km), comprimento do canal principal (km), comprimento total dos canais (km) e a altitude média da bacia (m).

A hierarquia fluvial foi definida a partir de Strahler (1957), e a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>) foi calculada a partir da equação:

$$Dd=L_b/A$$

Onde: Dd = densidade de drenagem;

L<sub>b</sub> = comprimento total dos rios ou canais existentes na bacia;

A = área da bacia.

A verificação das lagoas antrópicas (Figura 19) deu-se também a partir de fotointerpretação, como, por exemplo, a análise da coloração e de parâmetros morfométricos com o objetivo de mensurá-las e observá-las na evolução do período estudado, sendo eles: área (km<sup>2</sup>), perímetro (km), comprimento (m) e altitude (m). Este tipo de observação permitiu caracterizar os elementos físicos de forma quantitativa e o caráter retrospectivo de alterações humanas na paisagem.

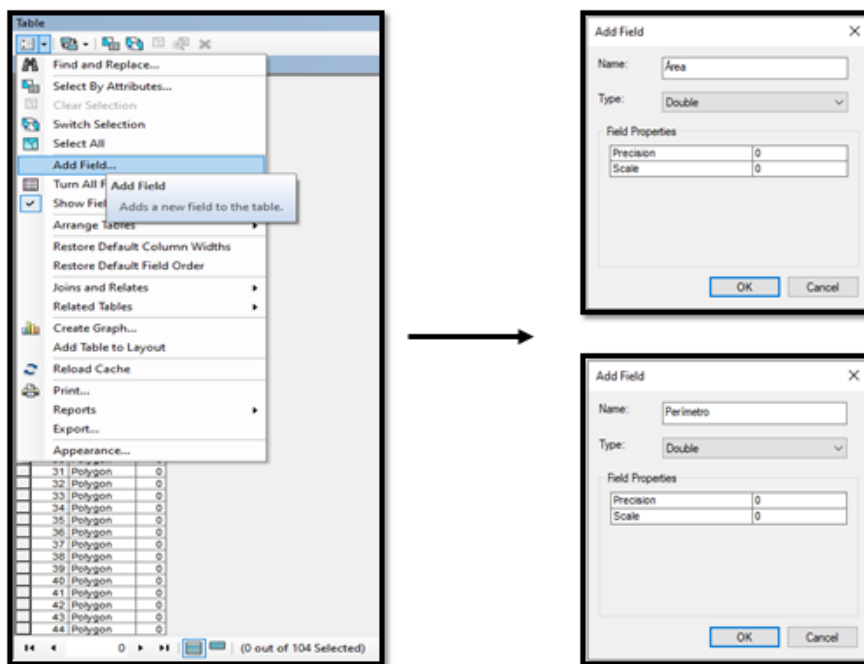
Figura 19 – Diferentes colorações de lagoas antrópicas no distrito de Itaoca



Fonte: IEMA (2012-2015).

O mapeamento das lagoas antrópicas deu-se através da correlação do surgimento desta morfologia em áreas de atividade minerária em Itaoca, utilizando-se ferramentas do *software ArcGis™ 10.5* [ESRI, 2016]. Os cálculos morfométricos, tais como área e perímetro e altitude, basearam-se na tabela de atributos criada para esta feição como demonstra a Figura 20:

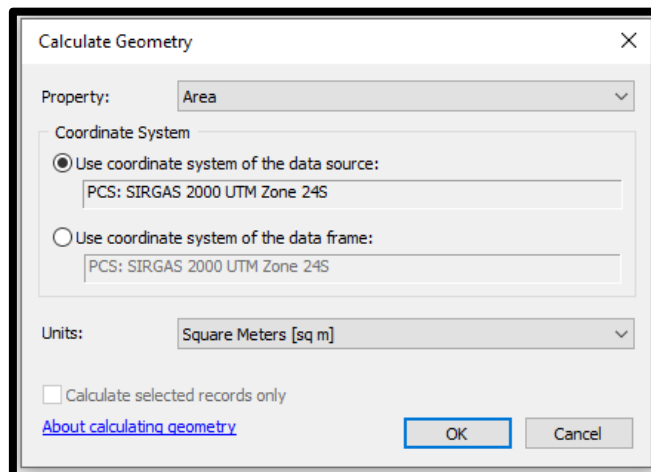
Figura 20 – Cálculos morfométricos a partir do *software ArcGis™ 10.5*



Fonte: Elaborado pela autora no *software ArcGis™ 10.5*.

Após a criação das respectivas colunas, utilizou-se o *Calculate Geometry* nos dois campos (Figura 21) e a confirmação do sistema de coordenadas *SIRGAS 2000, fuso 24S*, e a unidade de medida ( $m^2$ ) representada:

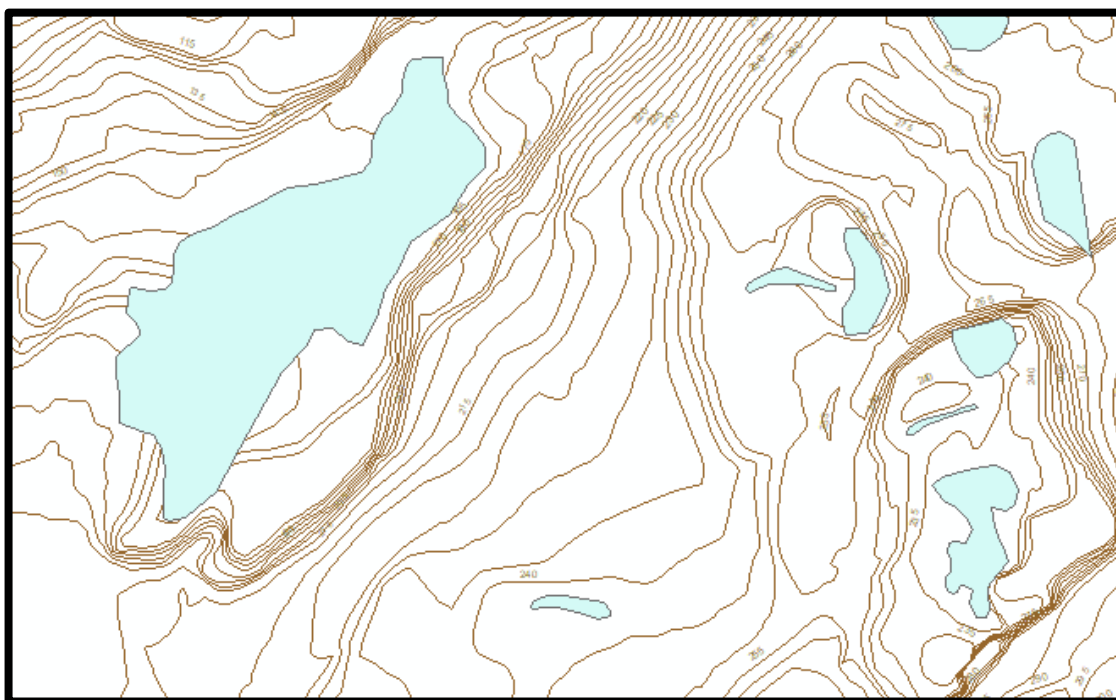
Figura 21 – Utilização da ferramenta *Calculate Geometry*



Fonte: Elaborado pela autora no *software ArcGis™ 10.5*.

As informações referentes às altitudes das lagoas antrópicas foram extraídas a partir das curvas de nível num intervalo de 5 em 5 metros, a partir da ferramenta *Identify* no modo *Data View*, com representação da superfície topográfica, conforme a Figura 22:

Figura 22 – Utilização da ferramenta *Identify* para informações altimétricas



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

#### 4.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Para a elaboração do mapeamento geomorfológico na escala 1:10.000 e, conseqüente, análise correlativa entre as cartas geomorfológicas de 1970, 2007/08 e 2012/15, foram adaptadas e mescladas as propostas de mapeamento geomorfológico de Tricart (1965), Verstappen e Zuidam (1975), Simon (2007), Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990), Paschoal *et al.* (2010), Valeriano e Albuquerque (2010) e Paschoal (2011, 2014). As técnicas utilizadas para mapear foram baseadas na fotointerpretação e em conhecimentos prévios sobre aspectos físicos e geomorfológicos da área estudada.

A proposta de Tricart (1965), utilizada na pesquisa, baseia-se em quatro informações de suma importância para o mapeamento: morfometria, morfografia, morfogênese e cronologia. Os dados morfométricos foram representados pela rede

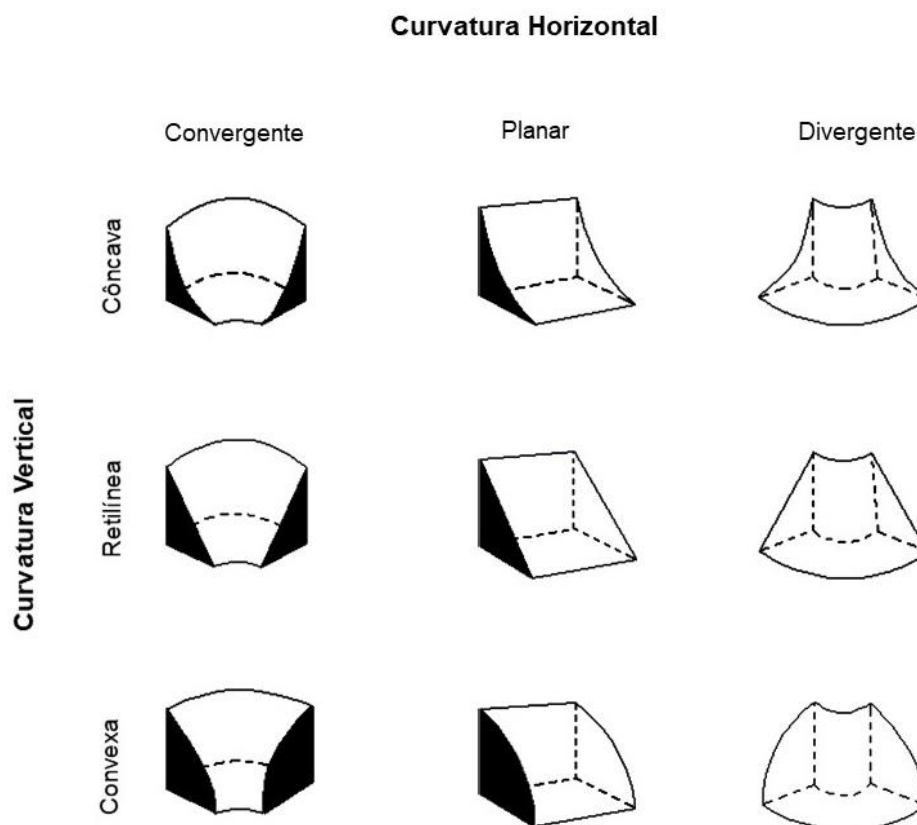
de drenagem (cor azul) e curvas de nível na cor sépia, esta última, eficaz na análise da dinâmica e desenvolvimento da morfologia local.

As informações referentes à morfografia foram representadas através de símbolos, na identificação e preservação das formas na legenda da carta geomorfológica, obtidas a partir da interpretação de fotografias aéreas do período estudado. A morfogênese é a origem e gênese das formas que distinguem os processos que deram origem às mesmas, com ênfase nas de origem antrópica. Por último, a cronologia, que é a evolução temporo-espacial do distrito de Itaoca durante o período de 1970, 2007/08, 2012/15.

Para a construção do mapeamento geomorfológico, utilizou-se, a partir de Tricart (1965), o símbolo de curva de nível, acumulação de planície fluvial, ponte e cuesta. Verstappen e Zuidam (1975) foram utilizados na representação das unidades litológicas em tons de cinza, e a simbologia na identificação de formas denudativas, nas falhas, nas formas dos vales e na ruptura topográfica. Vale ressaltar que estes autores não englobam em seus mapas geomorfológicos o fator antrópico na composição da morfologia, como destaca Tricart (1965) no último tópico sobre *Legenda de Cartas Geomorfológicas de Detalhe*.

Para a representação de símbolos de escoamento convergente, divergente e planar, utilizou-se a proposta de Valeriano e Albuquerque (2010). As formas de vertentes foram classificadas de acordo com Valeriano (2008), adaptado de Dikau (1990), sendo de relevância, pois o contraste de mudanças morfológicas e interferências antrópicas mantêm-se de maneira especificada. Para tal, foi utilizada a análise de duas curvaturas: horizontal e vertical no *software ArcGis™ 10.5* (ESRI, 2016) através da ferramenta *Curvature*, a partir do *raster* gerado dos períodos estudados e classificados manualmente por meio de *Symbology>Classified>Classify*, e posteriormente reclassificado e nomeado como superfícies côncavas, convexas, retilínea, divergente, convergente e plana (Figura 23) através da ferramenta *Reclassify e Combine*:

Figura 23 – Combinação de Curvaturas Horizontal e Vertical



Fonte: Valeriano (2008), adaptado de Dikau (1990).

As formas de interflúvios foram classificadas conforme Florenzano (2008), adaptado de Dent e Young (1981), como arredondado ou angular. Já as mudanças nos canais fluviais se deram a partir de fotointerpretação e análise das curvas de nível, assim como o mapeamento do meandro abandonado, que foi compreendido a partir dessas informações, e da dinâmica da hidrografia local.

Para a análise da morfologia antropogênica, utilizou-se como referência as publicações de Paschoal *et al.* (2010) e Paschoal (2011, 2014), pois definem e inserem símbolos provenientes da mineração. No entanto, para a atual pesquisa, foram feitas pequenas alterações na cor, recebendo a coloração lilás para a atividade minerária conforme o uso da terra do IBGE (2013) e substituindo a cor vermelha pela preta (origem antrópica) do símbolo da mineração conforme autores renomados como Tricart (1965) e Gustavsson e Kolstrup (2009), por exemplo.

Na construção da legenda, foi dividido em classes principais à esquerda, sendo elas: litologia, feições estruturais, formas de vertentes e interflúvios, formas de



acumulação, morfologia antropogênica e convenções cartográficas, sendo subdivididas dentro da classificação principal, como demonstra a estruturação do Quadro 2, utilizada como base na pesquisa:

Quadro 2 – Legenda utilizada para o mapeamento geomorfológico

LEGENDA				
			Símbolo/Cor	Autor
LITOLOGIA	Ediacarano	Unidade Serra da Prata		Verstappen e Zuidam (1975)
		Unidade São Joaquim		Verstappen e Zuidam (1975)
	Cambriano	Pedregulho		Verstappen e Zuidam (1975)
	Criogeniano	Gnaiss homogêneo (São Fidélis)		Verstappen e Zuidam (1975)
	Ediacarano	Tonalito Alto Guandu		Verstappen e Zuidam (1975)
FEIÇÕES ESTRUTURAIS	Cuesta			Tricart (1965)
	Falha			Verstappen e Zuidam (1975)
	Lineamento			Convenção Geológica
	Fratura			Convenção Geológica
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS	Escoamento	Divergente		Valeriano e Albuquerque (2010)
		Convergente		Valeriano e Albuquerque (2010)
		Planar		Valeriano e Albuquerque (2010)
	Formas denudativas	Ravina		Verstappen e Zuidam (1975)
		Voçoroca		Verstappen e Zuidam (1975)
	Formas de vales	V		Verstappen e Zuidam (1975)
		U		Verstappen e Zuidam (1975)
	Interflúvios	Arredondado		Florenzano (2008) adaptado de Dent e Young (1981)
		Angular		Florenzano (2008) adaptado de Dent e Young (1981)
	Feições Topográficas	Curvas de Nível		-
	Feições Hidrográficas	Canal Fluvial		Tricart (1965)
		Meandro Abandonado		Christofolletti (1981), Goudie (2003)
	Ruptura Topográfica	Abrupta		Verstappen e Zuidam (1975)
		Suave		Verstappen e Zuidam (1975)
	Formas das Vertentes	Côncava Convergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Côncava Planar		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Côncava Divergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Retilínea Convergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Retilínea Planar		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Retilínea Divergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
Convexa Convergente			Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Convexa Planar			Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Convexa Divergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)		
FORMAS DE ACUMULAÇÃO	Acumulação de planície fluvial		apf	Tricart (1965)
MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	Colina Residual derivada da mineração	Suave		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
		Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
	Patamares em cavas de mineração	Suave		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
		Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
	Curvas de Nível Agrícola			Tricart (1965)
	Lagoas Antrópicas			Adaptado de Paschoal et al. (2010)
	Canal fluvial sob influência antrópica			Adaptado de Simon (2007)
Área de acumulação de planície e terraço fluvial sob influência antrópica			Paschoal et al. (2010), Paschoal (2011)	
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Ponte	Ativa		Tricart (1965)
		Inativa		Convenção Cartográfica <sup>6</sup>
	Mineração	Ativa		Convenção Cartográfica <sup>6</sup>
		Inativa		Convenção Cartográfica <sup>6</sup>
	Estrada Pavimentada			Convenção Cartográfica <sup>5</sup>
	Estrada Não Pavimentada			Convenção Cartográfica <sup>5</sup>
	Limite Municipal			Convenção Cartográfica <sup>7</sup>
	Limite Distrital			-
Cidade			Convenção Cartográfica <sup>7</sup>	
Arruamento			Convenção Cartográfica <sup>5</sup>	

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

<sup>5</sup> Manual Técnico de Convenções Cartográficas T 34-700 (2000).

<sup>6</sup> Manual Técnico Uso da Terra – IBGE (2013).

<sup>7</sup> Atlas IBGE.

## **5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

---

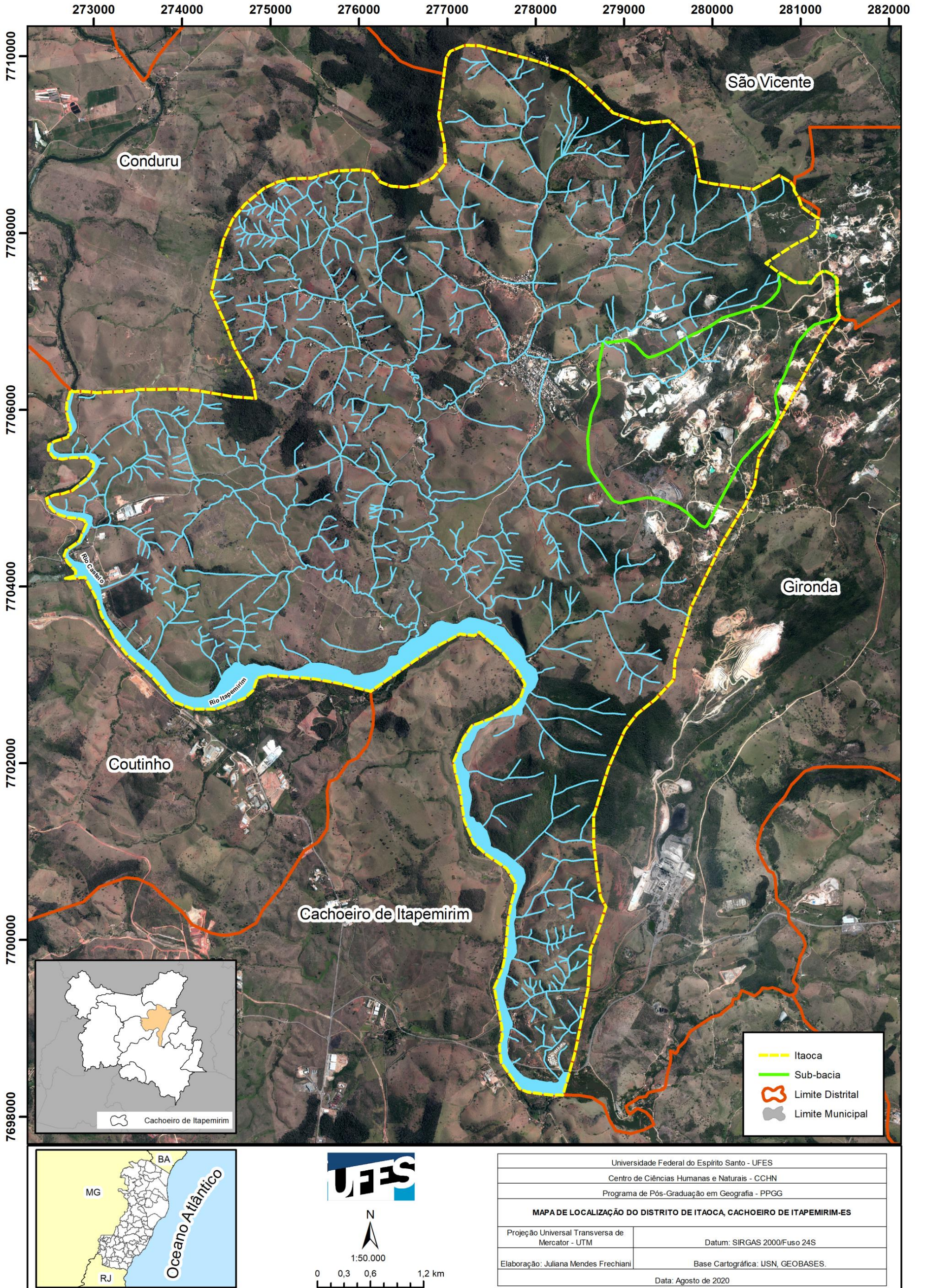
O distrito de Itaoca situa-se na porção nordeste do município de Cachoeiro de Itapemirim, possuindo uma área de 48,75 km<sup>2</sup>, e equivale a pouco mais de 18% do município de Cachoeiro de Itapemirim, estando geograficamente localizado entre as coordenadas 20° 41' 43.09" e 20° 48' 8,91" S e 41° 8' 18.95" e 41° 7' 48.64" W.

Os limites distritais são com São Vicente ao norte, Gironda a leste, Cachoeiro de Itapemirim ao sul e oeste com Coutinho e Conduru. Em 2015, devido à Lei nº 10.399, Itaoca teve o desmembramento de parte do seu território ao norte para o município de Vargem Alta, com o qual faz divisa (Figura 24).

A análise de características físicas, tais como clima, geologia, hidrografia, geomorfologia, pedologia e vegetação, além dos aspectos socioeconômicos, serão analisados a partir da perspectiva sistêmica, onde estes elementos interagem pelos fluxos de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1987).



Figura 24 – Localização geográfica do distrito de Itaoca em relação ao município de Cachoeiro de Itapemirim e ao Espírito Santo



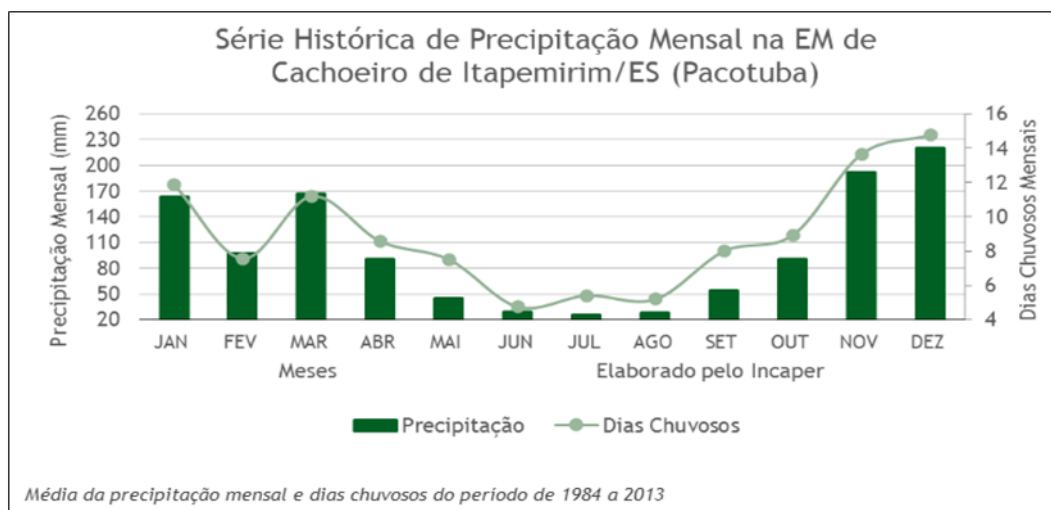
Fonte: Elaborado pela autora (2020).



O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1900), é o tropical (Aw), com estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e a estação seca no inverno, de maio a outubro. Há o predomínio de temperaturas quentes com médias superiores a 18°C em todos os meses do ano, e por temperaturas subquentes com médias de 15°C a 18°C em pelo menos um mês na porção oeste do município (IBGE, 2002).

Em função da ausência de informações climáticas do Distrito de Itaoca, foi utilizado como referência de dados climatológicos a Estação de Pacotuba, com coordenadas: 20° 7' 50" S e 41° 22' 8" W, e altitude de 50 m, com base nos dados entre a década de 1980 a 2013 levantados pelo INCAPER (2020) (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural). Observou-se na análise de precipitação mensal (Figura 25), que os meses chuvosos se estendem desde novembro até março com precipitações, de maneira geral, acima de 170 mm. O período de estiagem se concentra principalmente no inverno, com precipitações abaixo de 50 mm mensais.

Figura 25 – Série Histórica (1984-2013) de Precipitação Mensal na Estação Meteorológica de Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba)

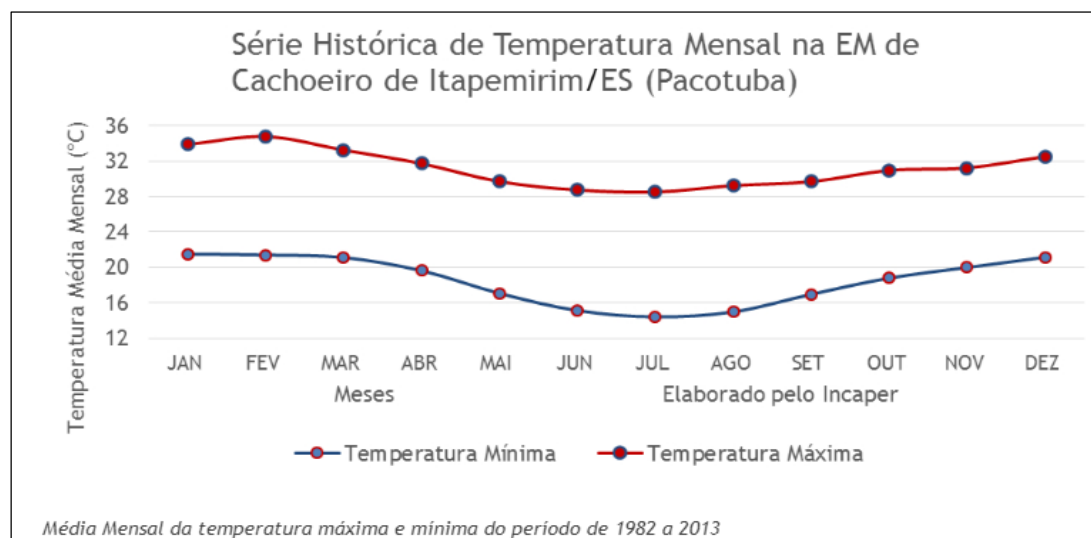


Fonte: INCAPER (2020).

A Figura 26 representa as temperaturas médias mensais, que são caracterizadas acima dos 30°C no verão, e no inverno e na primavera com temperaturas amenas acima de 20°C, influenciadas principalmente pelas massas de ar e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Estas são formadas pelo anticiclone frio da Antártida, com campo de alta pressão ampliado, chegando a atingir 30°S, devido à

queda sazonal da radiação verificada nessa época do ano no hemisfério sul (MARCHIORO, 2012).

Figura 26 – Série Histórica (1982-2013) de Distribuição Mensal de Temperatura da Estação Meteorológica de Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba)



Fonte: INCAPER (2020).

Nesta área, a vegetação é influenciada diretamente pelo clima e a temperatura, e conforme a classificação do RADAMBRASIL (1974), na escala 1:250.000, o distrito de Itaoca é contemplado por dois tipos vegetacionais: Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa. De acordo com a EMBRAPA (2009), a primeira formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) e possui, como característica importante, uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia confunde-se com a da floresta ombrófila densa, no entanto, no período seco, nota-se a diferença entre elas. A segunda, conforme o mesmo órgão, caracteriza-se por fanerófitos, lianas e epífitas em abundância, onde sua formação é condicionada pela ocorrência de temperaturas elevadas, em média 25°C, e altas precipitações, bem distribuídas durante o ano, cujo período seco varia de 0 a 60 dias.

A despeito da hidrografia, Itaoca está localizado na unidade de planejamento dos recursos hídricos do Baixo Rio Itapemirim e está inserida em cinco grupos geológicos principais, segundo o Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo, na escala de 1:400.000, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM, 2018), sendo eles: Tonalito Alto Guandu, Itálva São Joaquim, Itálva Serra da Prata, Pedregulho Gabro, e São Fidélis gnaisse homogêneo.

Conforme o *Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim como Subsídio Fundamental ao Enquadramento e Plano de Recursos Hídricos* (2018), esta bacia é composta por:

[...] maior concentração das extrações de granito e mármore, principais atividades minerais na bacia, ocorrem nas UPs Rio Castelo e Baixo Rio Itapemirim. [...] Vale destacar a grande quantidade de minerais explorados na bacia; além do mármore e granito, têm destaque o sienito, calcário, calcita, argila, bauxita e saibro (AGERH, 2018, p. 403).

O grupo Tonalito Alto Guandu ocorre em 53,77% do distrito e em 10,33% do município de Cachoeiro de Itapemirim, possuindo dois tipos de corpos graníticos, no primeiro ocorre mineração de granito, cujo nome comercial é *Thyson Green*, e as rochas possuem orientação à direção NE com mergulhos fortes para SSE. Os litotipos são similares aos ortoganaisses de Muniz Freire, Santa Helena e Cachoeiro. A granulação é média e grosseira, localmente porfiroblástica com enclaves de gnaiss bandado. No segundo ocorre extração de rocha ornamental cuja denominação comercial é Cinza Andorinha, com granulação grossa cor cinza claro.

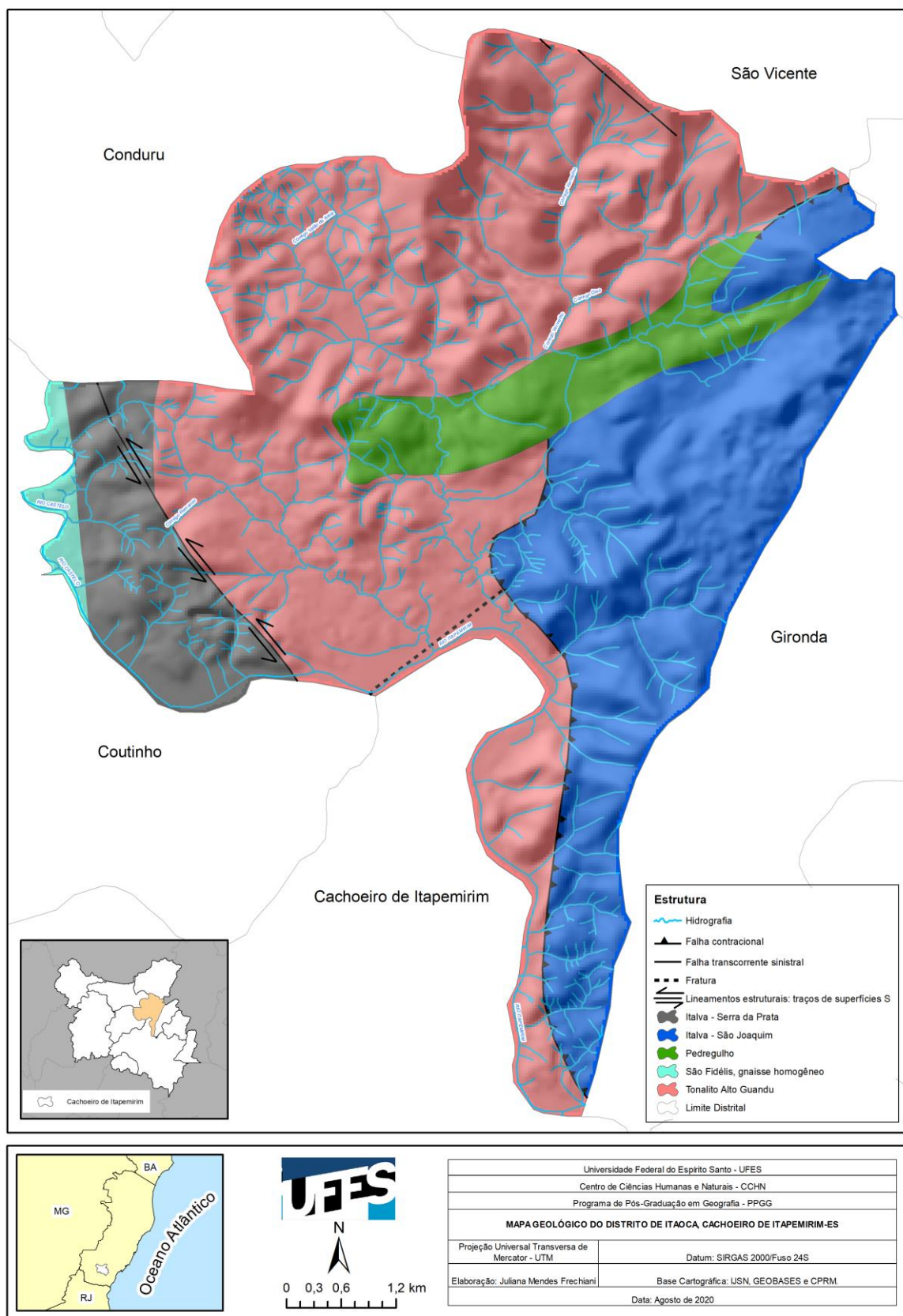
O grupo Italva São Joaquim é uma lente de mármore de 25 km de extensão e de 5 km de largura, onde ocorrem várias extrações de blocos de mármore calcítico e dolomítico, ocorrendo 28,41% em Itaoca, equivalente a 3,70% do município de Cachoeiro de Itapemirim. Os nomes comerciais são: Chocolate, Branco, Cintilante, Branco Azulado, Lumen, Branco Santo Antônio (Candelária *White*), Branco Neve e Calcita Azul.

O grupo Italva Serra da Prata equivale a 8,49% do distrito e 17,46% do município de Cachoeiro de Itapemirim, possuindo exploração de rocha ornamental com o nome comercial de Juparaná Talpic. Esta unidade também encerra corpos de mármore usados para calcário agrícola, calcário industrial e mármore ornamental.

A unidade litológica Pedregulho Gabro, denominado Supersuíte Santa Angélica, corresponde a uma área de 7,95% de Itaoca e 0,44% do município, e não ocorre extração de rocha ornamental. E, por último, a unidade de São Fidélis, gnaiss homogêneo que abrange 1,38% do distrito e 24,82% de Cachoeiro de Itapemirim, tratando-se de granada-sillimanita-cordierita gnaiss que se estende até o Complexo Nova Venécia e está sendo minerada em maciço rochoso. A denominação comercial é: Preto Indiano (*Blue Fantasy*).

Estruturalmente, apresenta falha contracional e transcorrente sinistral, além disso, possui fraturas e lineamentos estruturais: traços de superfícies S como demonstra a Figura 27.

Figura 27 – Mapa Geológico do distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Sob a geologia, a geomorfologia de Itaoca encontra-se inserida no domínio morfoestrutural Cinturões Móveis Neoproterozóicos<sup>8</sup>, caracterizado pela Faixa de Dobramentos Remobilizados<sup>9</sup> na Região de Serras da Mantiqueira/Caparaó, sendo composta de unidades Serras e Planaltos conforme o IBGE (2006) na escala 1:5.000.000.

Além disso, de acordo com o *Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo*, realizado pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) em 2012, o distrito de Itaoca localiza-se nas seguintes unidades geomorfológicas: sobre as áreas dos grupo geológicos Tonalito Alto Guandu, Italva-Serra da Prata e São Fidélis gnaisse homogêneo, encontra-se os Patamares Escalonados do Sul Capixaba<sup>10</sup> e Colinas e Maciços Costeiros<sup>11</sup>, Acumulação Fluvial<sup>12</sup> e Corpo d'água predominantemente. Por fim, na unidade Italva-São Joaquim está o Maciços do Caparaó<sup>13</sup>.

O extinto Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e atual ANM (Agência Nacional de Mineração) dispuseram sobre as principais substâncias minerais extraídas em Itaoca até o ano de 2014, através do Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE, sendo observado a predominância de granito (43,47%) e granodiorito (19,23%) conforme a Tabela 5 e Figura 28.

---

<sup>8</sup> Definido no *Manual Técnico de Geomorfologia* (IBGE, 2009) como extensas áreas representadas por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas elaborados em terrenos dobrados e falhados, incluindo principalmente metamorfitos e granitóides associados.

<sup>9</sup> “Essas faixas caracterizam-se pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual” (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2012, p. 8).

<sup>10</sup> “Distingue-se das demais áreas da região Sul Capixaba por ressaltar níveis de dissecação escalonados formando patamares, delimitados por frentes escarpadas adaptadas a falhas voltadas para noroeste e com caimento topográfico para sudeste, sugerindo blocos basculados em decorrência de impulsos epirogenéticos relacionados com a atuação dos ciclos geotectônicos” (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2012, p. 10).

<sup>11</sup> “Caracteriza-se por ser uma área de topografia deprimida, com reduzidos valores altimétricos em relação a outras unidades, refletindo estrutura fraturada e dobrada” (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2012, p. 10).

<sup>12</sup> “Área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondentes às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial” (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2012, p. 11).

<sup>13</sup> “Caracteriza-se por um modelado intensamente dissecado com altitudes médias em torno de 600m, destacado por grandes elevações maciças, algumas superiores a 2.000 metros de altitude. A conjugação de influências dos eventos tectônicos sobre essas rochas e de climas predominantemente úmidos é percebida nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais” (INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES, 2012, p. 11).

Winge (2001) define o granito como rocha plutônica supersaturada composta essencialmente por quartzo e feldspatos (K-feldspato predominando sobre feldspato Na-Ca plagioclásio), aos quais, frequentemente, associam-se, em quantidades bem menores, minerais máficos, como a biotita, ou félsicos, como a muscovita. O granodiorito, segundo o mesmo autor, é caracterizado por ser rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio e K feldspato; biotita e/ou hornblenda geralmente presentes.

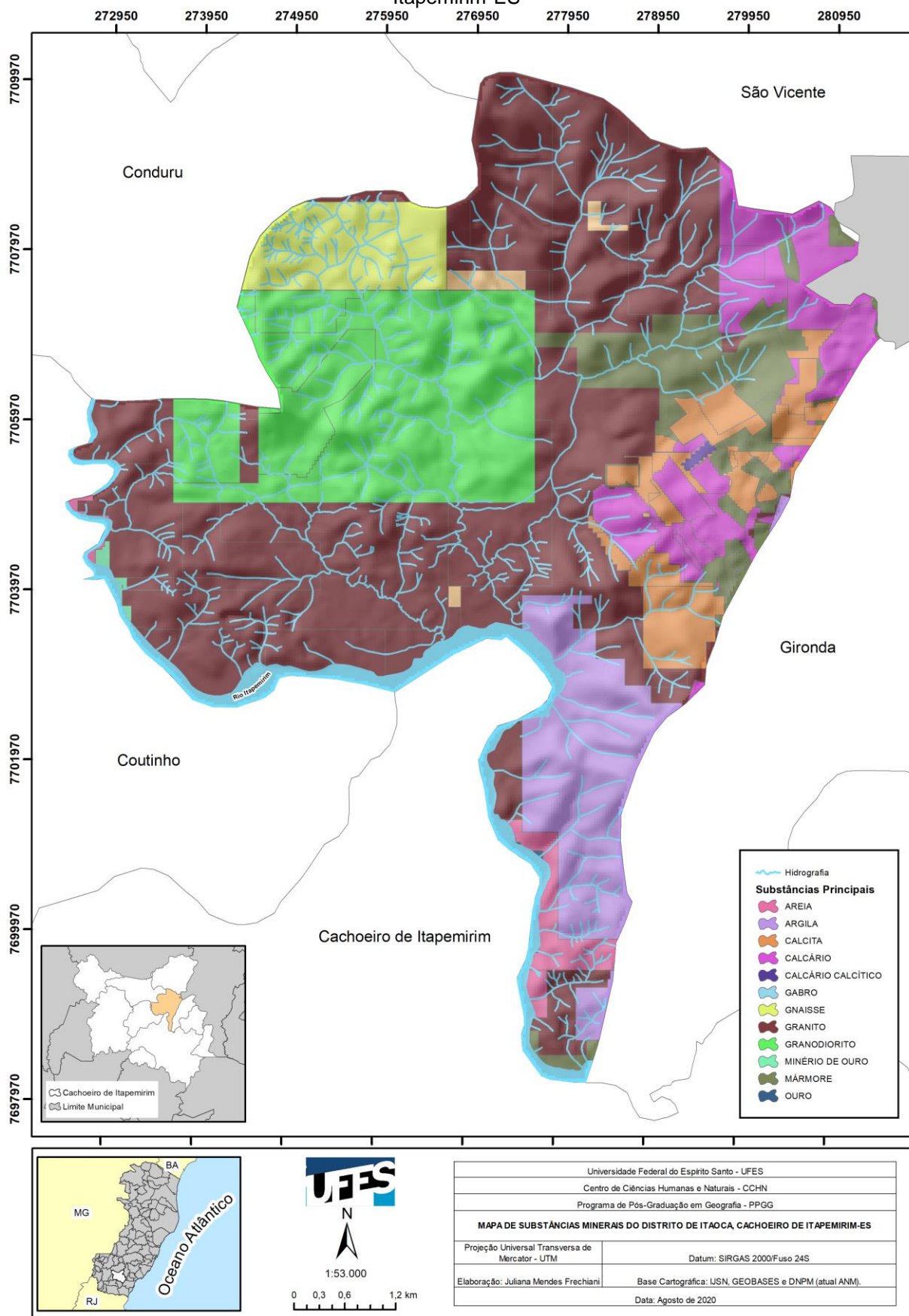
Tabela 5 – Principais substâncias minerais do distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES

<b>Principais Substâncias Minerais</b>	<b>Itaoca (%)</b>	<b>Cachoeiro de Itapemirim (%)</b>
<b>Areia</b>	3,66	2,86
<b>Argila</b>	5,73	5,28
<b>Calcário</b>	10,52	3,43
<b>Calcário Calcítico</b>	0,1	0,01
<b>Calcita</b>	4,61	0,53
<b>Gabro</b>	0,31	0,01
<b>Gnaisse</b>	4,42	1,68
<b>Granito</b>	43,47	67,30
<b>Granodiorito</b>	19,23	1,30
<b>Mármore</b>	7,13	1,37
<b>Minério de Ouro</b>	0,28	2,84
<b>Ouro</b>	0,54	3,93

Fonte: Extinto DNPM (2014).



Figura 28 – Mapa de Substâncias Mineraias encontradas no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim-ES



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

A partir da combinação das informações físicas e bióticas, os solos de Itaoca surgiram e se desenvolveram de acordo com a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (acesso em 13 jul. 2021) na escala 1:400.000 e são descritos a seguir:

- 1) Argissolo Vermelho Eutrófico Abrupto: teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário, em ambientes bem drenados. O teor da argila é maior no horizonte subsuperficial do que o superficial, evidenciando o caráter abrupto da diferença textural que acaba por dificultar a infiltração de água no solo e o torna suscetível à erosão.
- 2) Argissolo Vermelho Eutrófico Típico: cores vermelhas acentuadas devido ao alto teor de óxidos de ferro, possuindo alta fertilidade. Seu caráter típico condiz a nenhuma característica ao quarto nível de classificação de solos.
- 3) Chernossolo Argilúvico Órtico: Solos pouco profundos com horizonte superficial A chernozêmico sobre horizonte B textural avermelhado, com textura argilosa ou muito argilosa, no entanto sem restrição ao uso e manejo. Porém, apresenta dificuldade no preparo do solo devido a sua consistência muito dura no estado seco, sendo o solo sujeito à compactação.

Na análise de aspectos socioeconômicos, Itaoca apresenta a economia local voltada para a extração e beneficiamento de rochas, com finalidade de ornamentação e consequente decoração de ambientes, principalmente para atender ao mercado exterior, construções e obras de arte, por exemplo (Fotografias 1 e 2). Em relação à população, de acordo com o Censo Demográfico do IBGE em 2010, o distrito é composto por 5.441 pessoas, onde 3.139 vivem na pequena área urbana na sede do mesmo, e as outras 2.302 residem no meio rural.

Fotografia 1 – Extração de rochas ornamentais no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim - ES



Fonte: Acervo da autora (2020).

Fotografia 2 – Extração de rochas ornamentais e calcário no distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim - ES



Fonte: Acervo da autora (2020).



## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa da pesquisa serão apresentados e discutidos os resultados a partir das análises dos dados de uso e cobertura da terra, alterações na hidrografia e formações de lagoas antrópicas e, por conseguinte, as cartas geomorfológicas de 1970, 2007/08, 2012/15.

### 6.1 TRANSFORMAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA DO DISTRITO DE ITAOCA

O uso e cobertura da terra no ano de 1970 (APÊNDICE A) apresenta as seguintes classes: afloramento rochoso, área edificada, cultivo agrícola-café, cultivo agrícola-coco-da-baía, cultivo agrícola – outros cultivos permanentes, mineração, macega, massa d'água, mata nativa, mata nativa em estágio inicial de regeneração, pastagem e outros.

As classes de maior predominância em 1970 são pastagem e mata nativa, a primeira com área de 38,43 km<sup>2</sup>, equivalendo a 80,15% do distrito (Fotografia 3), e a segunda com 3,10km<sup>2</sup>, ou 6,30% da área total (Tabela 6). Nesse período, é possível observar prematuras áreas de mineração (Fotografia 4), com área de 0,76 km<sup>2</sup> e perfazendo um percentual de 1,59% da Vila de Itaoca.

Tabela 6 – Classes de uso e cobertura da terra do ano de 1970, 2007/08, 2012/15 e 2019 com suas respectivas áreas em km<sup>2</sup> e as porcentagens em relação à área total<sup>14</sup>

Classes	1970 (%)	Área km <sup>2</sup>	2007/08 (%)	Área km <sup>2</sup>	Variação	2012/15 (%)	Área km <sup>2</sup>	Variação	2019 (%)	Área km <sup>2</sup>	Variação
Afloramento Rochoso	0,05	0,02	3,75	0,02	3,7	0,23	0,03	-3,52	0,17	0,08	-0,6
Área Edificada	0,42	0,2	1,13	0,54	0,71	1,13	0,59	0	1,13	0,55	0
Brejo	0	0	0,14	0,05	0,14	0,11	0,05	-0,3	0,25	0,09	0,14
Cultivo Agrícola - Café	0,37	0,18	0,72	0,34	0,35	0,8	0,38	0,08	0,69	0,33	-0,11
Cultivo Agrícola - Coco-Da-Baía	0,02	0,01	0,01	0	-0,01	0,01	0	-0,01	0	0	0
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Permanentes	0,91	0,43	0,73	0,35	-0,18	0,27	0,12	-0,46	0,54	0,26	0,27
Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Temporários	0	0	0,31	0,15	0,31	0,21	0,1	-0,1	0,14	0,06	-0,07
Mineração	1,59	0,76	3,16	1,51	1,57	4,06	1,95	0,9	4,61	2,21	0,55
Macega	2,43	1,17	6,37	3,15	3,94	5,67	2,72	-0,7	5,6	2,69	-0,17
Massa D'Água	3,49	1,67	2,64	1,28	-0,85	2,66	1,28	0,2	2,68	1,28	0,2
Mata Nativa	6,3	3,1	7,13	3,45	0,83	6,41	3,07	-0,72	6,99	3,35	0,58
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	3,72	1,74	7,15	3,52	3,43	5,42	2,6	-1,73	5,27	2,52	-0,15
Outros	0,29	0,14	2,6	1,35	2,31	4,53	2,17	1,93	4,53	2,17	0
Pastagem	80,15	38,43	64,16	32,24	-15,99	67,5	32,45	3,34	66,81	32,1	-0,69
Reflorestamento - Eucalipto	0	0	0,04	0,02	0,04	0,84	0,4	0,8	0,29	0,14	-0,55
Solo Exposto	0,26	0,12	0	0	-0,26	0,15	0,06	0,15	0,3	0,14	-0,13

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

<sup>14</sup> Sendo verde acréscimo e vermelho decréscimo.

Fotografia 3 – Vista da sede da Vila de Itaoca no ano de 1986



Fonte: (IJSN, 2020).

Fotografia 4 – Vista parcial de jazidas de mármore localizadas na Vila de Itaoca no ano de 1985



Fonte: (IJSN, 2020).

Os levantamentos de 2007/08 (APÊNDICE A) apresentam que a classe pastagem foi reduzida, aproximadamente, em 15% quando comparado a 1970 (Figura 29), o

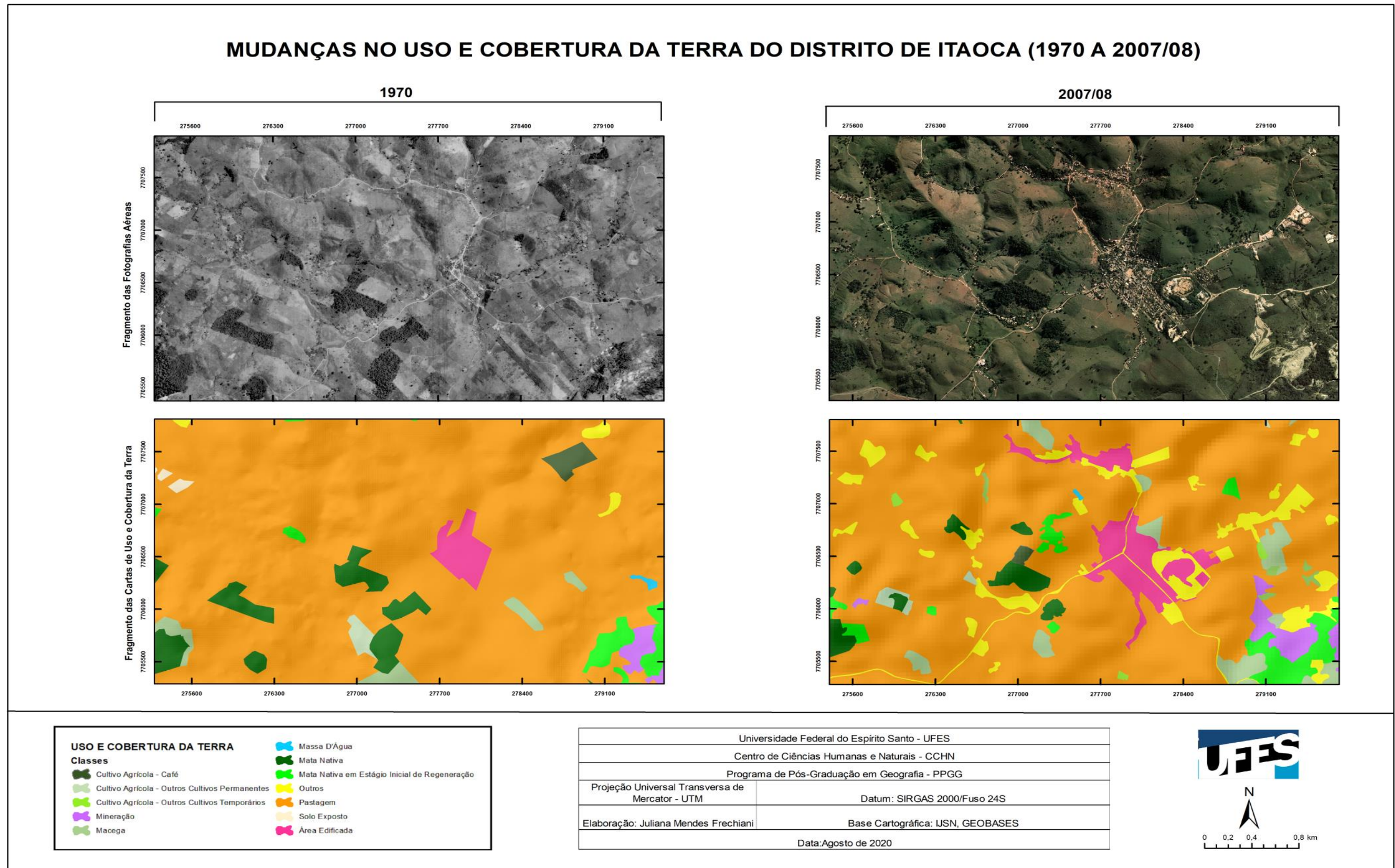
que se deu devido ao crescimento expressivo das áreas ocupadas por afloramento rochoso (3,75%), área edificada (1,13%), mineração (3,16%), macega (6,37%) e mata em estágio inicial de regeneração (7,15%).

O surgimento da Vila de Itaoca esteve intrinsecamente ligado à exploração de rochas ornamentais, segundo Moulin e Minayo-Gomez (2008). Embora 40% dos impostos arrecadados do município no período sejam provenientes de Itaoca, o distrito ainda carecia dos investimentos públicos em saúde, educação e saneamento básico.

Sobre a expansão da urbanização e as alterações nas modificações processuais, Rodrigues e Gouveia (2013) salientam que a intervenção nas formas ou a substituição de materiais superficiais alteram de maneira radical e irreversível os processos hidrodinâmicos nos sistemas geomorfológicos.



Figura 29 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de Itaoça (1970 a 2007/08)



Fonte: Elaborado pela autora (2020).



Em 2012/15 (APÊNDICE Aa), o uso e cobertura da terra apresentou aumento, comparado aos períodos anteriores, de solo exposto (0,15%) (Fotografias 5 e 6), totalizando 0,06 km<sup>2</sup>. Esta transformação está atrelada ao desmatamento e consequente redução da Mata Nativa para 6,41% da área total, correspondendo a 3,07 km<sup>2</sup> do distrito. Estas alterações são responsáveis pela redução da evapotranspiração, diminuição da capacidade de infiltração de água no solo, reduzindo o abastecimento do lençol freático e limitando a circulação de água (RODRIGUES; GOUVEIA, 2013).

Fotografia 5 – Solo exposto vinculado à expansão da exploração de rochas ornamentais



Fonte: Acervo da autora (2015).

Fotografia 6 – Solo exposto atrelado à mineração e a abertura de estradas para transporte das rochas



Fonte: Acervo da autora (2015).



O Programa Reflorestar, criado em 2012 pelo governo estadual, possui o objetivo de promover a restauração do ciclo hidrológico por meio da conservação e recuperação da cobertura florestal. Este programa classifica e incentiva as práticas de silvicultura como reflorestamento, com isso o uso e cobertura da terra apresentou um aumento de 0,84%, comparada a períodos anteriores, de áreas com florestas de eucalipto, sendo uma área de 0,4 km<sup>2</sup>.

Conforme o documento *Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo, Brasil* (2017), o principal objetivo desses sistemas é promover o aumento da produtividade por unidade de área, ou seja, a atividade de silvicultura. Contudo, apesar da denominação reflorestar, salienta-se que muitas vezes trata-se de uma atividade para fins produtivos de celulose, quase sempre realizada para produção de eucalipto, não condizente com o bioma da Mata Atlântica.

A atividade de mineração cresceu cerca de 0,4 km<sup>2</sup> quando comparado a 2007/08, principalmente nas porções leste do distrito de Itaoca. Com o avanço destas práticas, observou-se o surgimento de novos corpos d'água, que neste trabalho serão denominadas lagoas antrópicas (Fotografias 7 e 8, Figura 30).

Fotografia 7 – Exploração de rochas ornamentais



Fonte: Acervo da autora (2015).

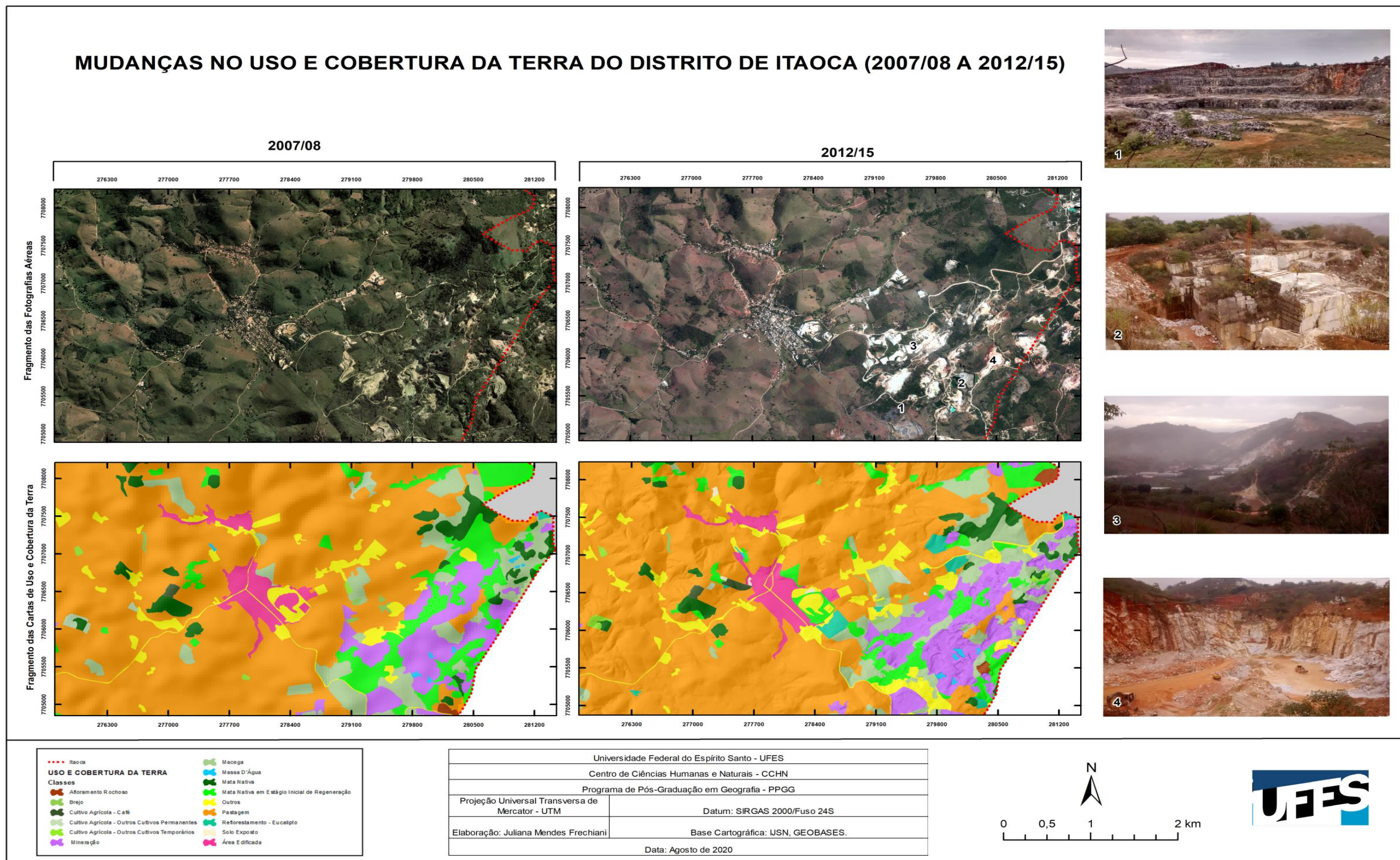
Fotografia 8 – Lagoas antrópicas em áreas de mineração



Fonte: Acervo da autora (2015).



Figura 30 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de itaoca (2007/08 a 2012/15)



Fonte: Elaborado pela autora (2020).



O uso e cobertura da terra no ano de 2019 (APÊNDICE Da) reafirmou o avanço da prática de mineração, como observado nos anos anteriores, ocupando atualmente 2,21% da área total de Itaoca (Figura 31), ou seja, 4,61 km<sup>2</sup>. Nota-se também que as classes Cultivo Agrícola – Outros Cultivos Permanentes (0,54 km<sup>2</sup>), Mata Nativa (6,99 km<sup>2</sup>) e Solo Exposto (0,30 km<sup>2</sup>) apresentaram aumento de área quando comparado ao período de 2012/15.

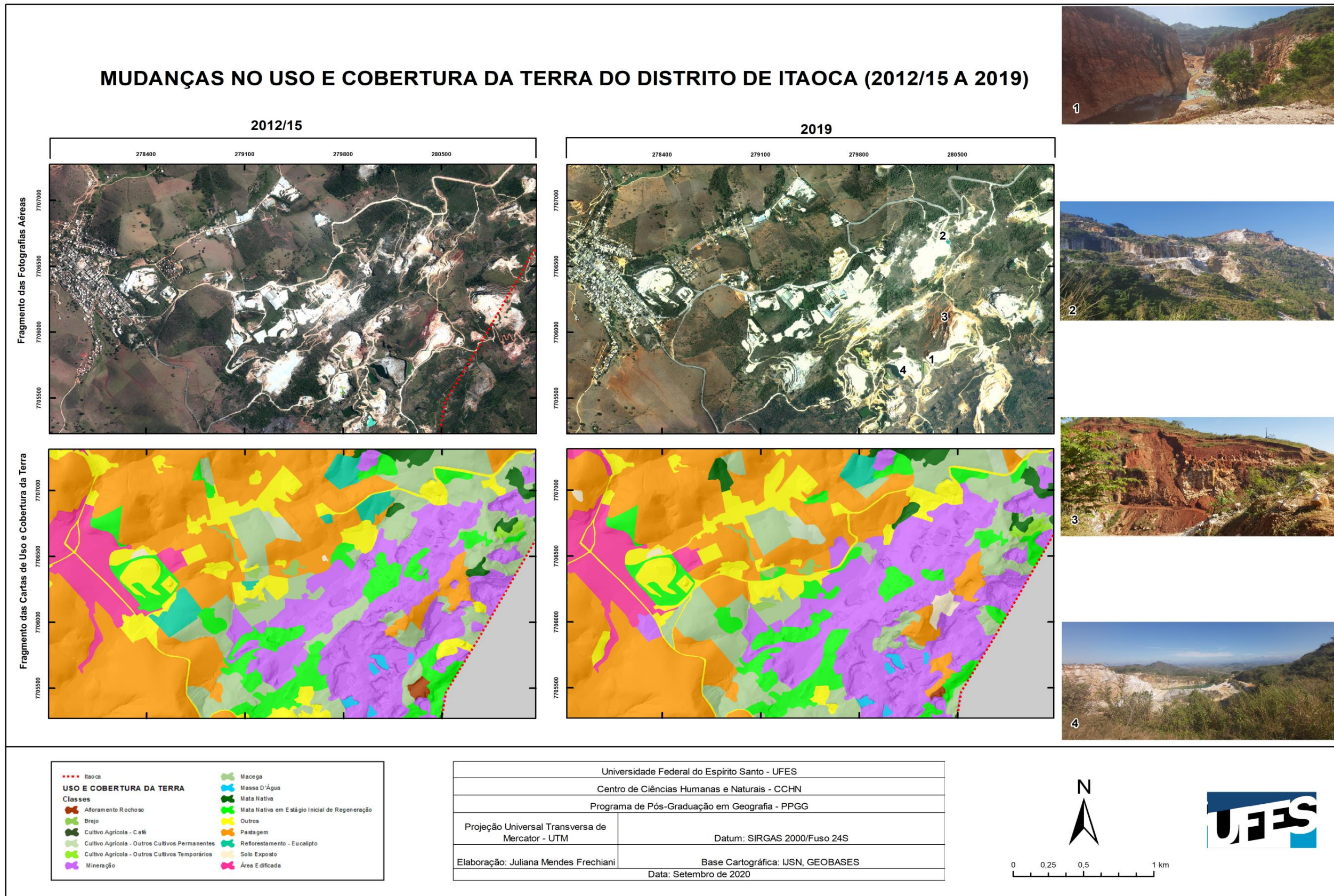
No Brasil, observou-se que em áreas em que a mineração avançou, para diferentes fins, houve mudanças significativas de caráter direto e indireto na paisagem. Segundo Souza e Pereira (2015), o processo de extração do amianto crisotila em Minaçu, no estado de Goiás, permitiu a criação de formas antropogênicas, assim como a compreensão de processos antropogeomorfológicos indiretos, tais como movimentos de massa e processos erosivos.

Santos e Marchioro (2020), em estudos de fragilidade emergente realizados na bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, salientam também que as mudanças no uso e cobertura da terra contribuíram para o avanço nas áreas com as maiores fragilidades entre o período de 1970, 2007 e 2012, fato que corrobora para interferir nas interrelações da água na bacia hidrográfica, razão que se reverbera sobre a hidrografia e a disponibilidade de recursos hídricos.

Machado, Henriques e Souza (2021), em Santa Rita, na cidade Ouro Preto (MG), sobre a extração de esteatito afirmam que as alterações humanas promovidas na paisagem são capazes de interferir significativamente nos processos que regem a esculturação do modelado do relevo, tais como processos sedimentares de agradação e saída, bem como na dinâmica hidrológica, tanto superficial quanto subsuperficial.



Figura 31 – Mudanças no uso e cobertura da terra do distrito de itaoca (2012/15 a 2019)



Fonte: Elaborado pela autora (2020).



## 6.2 DAS ALTERAÇÕES NA HIDROGRAFIA

A partir das observações hidrogeográficas (APÊNDICE B) do período analisado, principalmente ao Norte e Leste do distrito de Itaoca, notou-se que as atividades humanas têm impactado o funcionamento do sistema fluvial, interferindo de maneira direta e indireta na dinâmica local e, por conseguinte, regional.

A sub-bacia hidrográfica de estudo está localizada a nordeste do distrito de Itaoca, estando intrinsecamente afetada pela exploração de rochas ornamentais. A bacia possui uma área de 4,17 km<sup>2</sup> e perímetro de 9,67 km que não foram alteradas pela atividade de mineração. Quando se analisa alguns parâmetros morfométricos do ano de 1970, verifica-se que a densidade de drenagem era de 3,86 km/km<sup>2</sup>, sendo classificada como uma bacia de 4<sup>a</sup> ordem, com comprimento do rio principal de 3,2 km e comprimento total dos canais de 16,1 km. Neste ano, o levantamento hierárquico evidencia a predominância de canais de primeira ordem fluvial (Tabela 7).

Tabela 7 – Parâmetros Morfométricos da sub-bacia

<b>PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS</b>	<b>1970</b>	<b>2007/08</b>	<b>2012/15</b>
<b>Área de Drenagem*</b>	4,17 km <sup>2</sup>	4,17 km <sup>2</sup>	4,17 km <sup>2</sup>
<b>Perímetro*</b>	9,67 km	9,67 km	9,67 km <sup>2</sup>
<b>Comprimento do Rio Principal</b>	3,2 km	1,82 km	1,80 km
<b>Comprimento total dos canais</b>	16,1 km	4,27 km	3,16 km
<b>Densidade de drenagem</b>	3,86 km/km <sup>2</sup>	1,02 km/km <sup>2</sup>	0,75 km/km <sup>2</sup>
<b>Altitude média da bacia</b>	215 m	197,5 m	200 m
<b>Canais de 1<sup>a</sup> ordem</b>	28	10	7
<b>Canais de 2<sup>a</sup> ordem</b>	9	4	2
<b>Canais de 3<sup>a</sup> ordem</b>	4	1	0
<b>Canais de 4<sup>a</sup> ordem</b>	1	0	0

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

\*Os valores de área de drenagem e perímetro foram considerados iguais nos três períodos.

As ordens hierárquicas menores são as mais sensíveis ao processo da mineração, pois se trata de cabeceiras de drenagem muito delicadas e com pequena resiliência às modificações antrópicas. Outro fato importante em relação à 1ª ordem hierárquica é que elas ocorrem quase sempre em encostas declivosas e íngremes, podendo ser denominadas como cabeceiras de drenagem, que por diversas vezes estão associadas aos anfiteatros ou, conforme Bigarella (2003), grotões.

Observa-se que nas áreas de maior preservação de florestas há maior número de nascentes, pois a vegetação representa uma espécie de obstáculo ao escoamento da água superficial, diminuindo sua velocidade e permitindo maior tempo para infiltração no solo, abastecendo o lençol freático e gerando maiores taxas de absorção. Além disso, diminui a erosão e compactação dos solos por erosão do tipo salpicamento<sup>15</sup>, evitando perdas de solo pelas formações de ravinas e voçoroca.

Entre os anos de 2007/2008, o rio principal passou a ter 1,8 km, ocorrendo uma redução em seu comprimento de 2 km. O comprimento total dos canais reduziu 11,83 km, e o número de canais de 1ª ordem totalizou 10, e o de segunda ordem com 4 km e, terceira ordem com apenas 1, sendo a bacia classificada como de 3ª ordem fluvial (Figura 32).

As escavações e a substituição de mata nativa por outras classes de uso e cobertura da terra ocasionaram, além da diminuição do comprimento total de canais, a redução da densidade de drenagem para 1,02 km/km<sup>2</sup>, bem como a altitude média da bacia de 197,5 m.

O processo de depreciação dos parâmetros morfométricos da bacia continuaram em 2012/2015 com a expansão da mineração e redução da mata nativa. Conseqüentemente, o comprimento do rio principal foi ainda mais reduzido, apresentando 1,80 km, e o comprimento total dos rios atingiu 3,16 km.

A densidade de drenagem neste período foi de 0,75 km/km<sup>2</sup>, devido à continuidade da destruição dos canais de baixa resiliência (1ª ordem), configurando-se como uma sub-bacia de 2ª ordem em altitudes médias de 200 m, possivelmente atreladas a colinas residuais antrópicas formadas na encosta.

---

<sup>15</sup> Angulo-Martínez *et al.* (2012) define erosão por salpicamento como um processo complexo que causa o destacamento de partículas do solo, na superfície, por impactos de gotas de chuva, seguido pelo transporte a curta distância de partículas destacadas.

De acordo com a classificação proposta de Cardoso *et al.* (2006), pode-se afirmar então que, em 1970, a densidade de drenagem era identificada como excepcionalmente bem drenada, isto é, com grande número de canais fluviais abastecendo a sub-bacia. No entanto, em 2007/08 e 2012/15, impactada pela redução expressiva das cabeceiras de drenagem e a disponibilidade de canais para escoamento, a densidade de drenagem passa a ser considerada como regular (Figura 33).

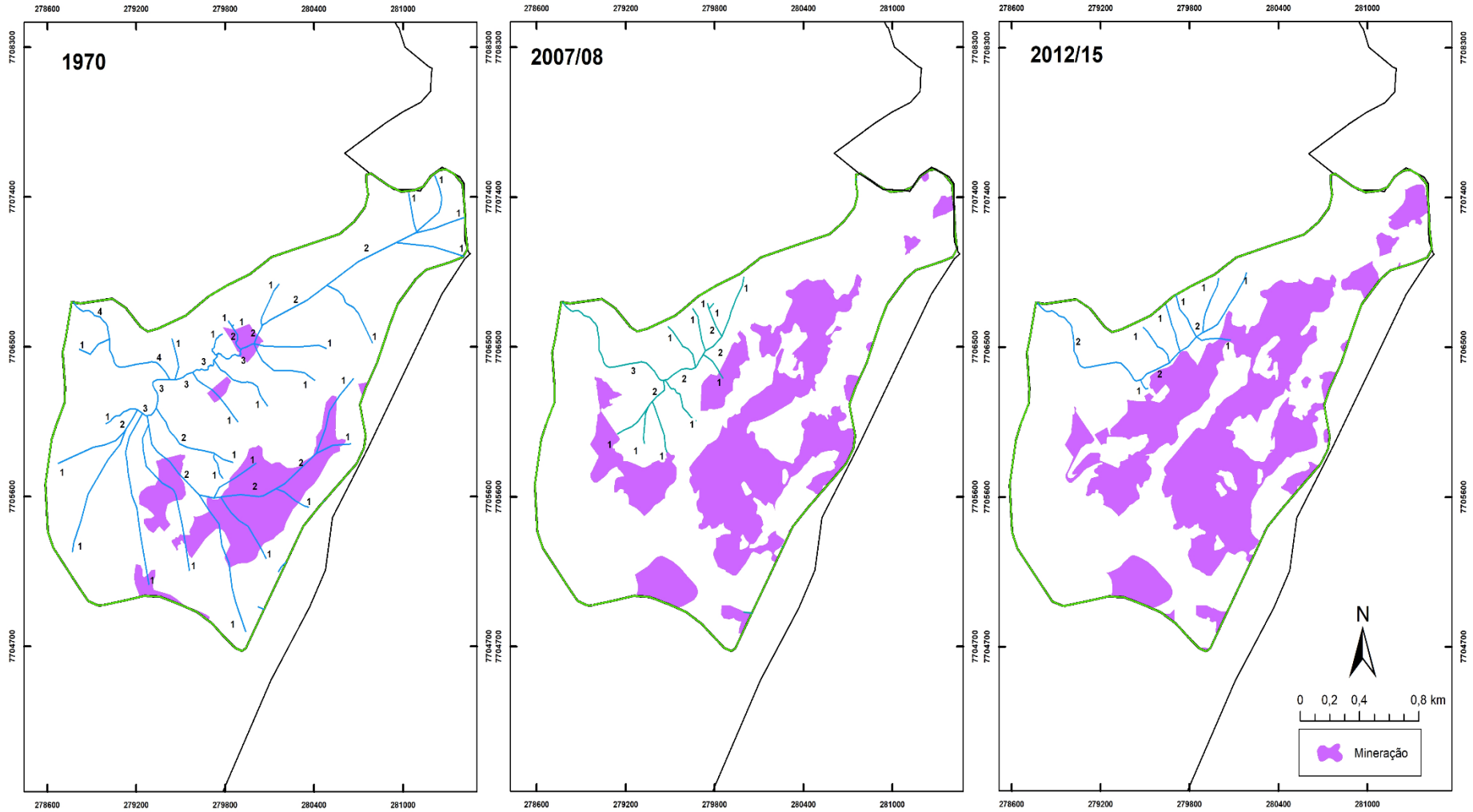
Estas alterações ocasionadas pela retirada da Mata Nativa, assim como novas configurações de uso e cobertura da terra, acarretaram o aumento do escoamento superficial, ou seja, propiciou a diminuição no tempo de concentração da água na sub-bacia, com a possibilidade de provocar transbordamento nas partes inferiores (RODRIGUES E GOUVEIA, 2013).

Estudos conduzidos por Santos, Cupertino e Marchioro (2015), Souza, Silva e Marchioro (2018) salientam que as ordens hierárquicas 1ª e 2ª estão presentes em sua maioria em alta declividade, mas associadas à floresta de Mata Atlântica, sendo que a presença da floresta corroborou para a menor sensibilidade e maior resiliência dessas ordens hierárquicas, bem como a recarga hídrica e minimização da produção de sedimentos pela erosão dos solos.

Rinaldi, Wyżga e Surian (2005) exemplificam os efeitos da mineração sobre a hidrogeografia a partir de estudos de caso selecionados da Itália e do sul da Polônia. Destacam que a montante da escavação, no que se refere a sedimentos, aumentou o declive do leito do canal e desencadeou a aceleração de processos erosivos. A jusante, por exemplo, a mineração criou a interrupção de transporte de sedimentos, induzindo a um déficit. Ainda segundo os autores, as escavações permitem a redução do lençol freático, pois, com a incisão do canal, ocorre seu rebaixamento, reduzindo a capacidade de armazenamento do aquífero aluvial.



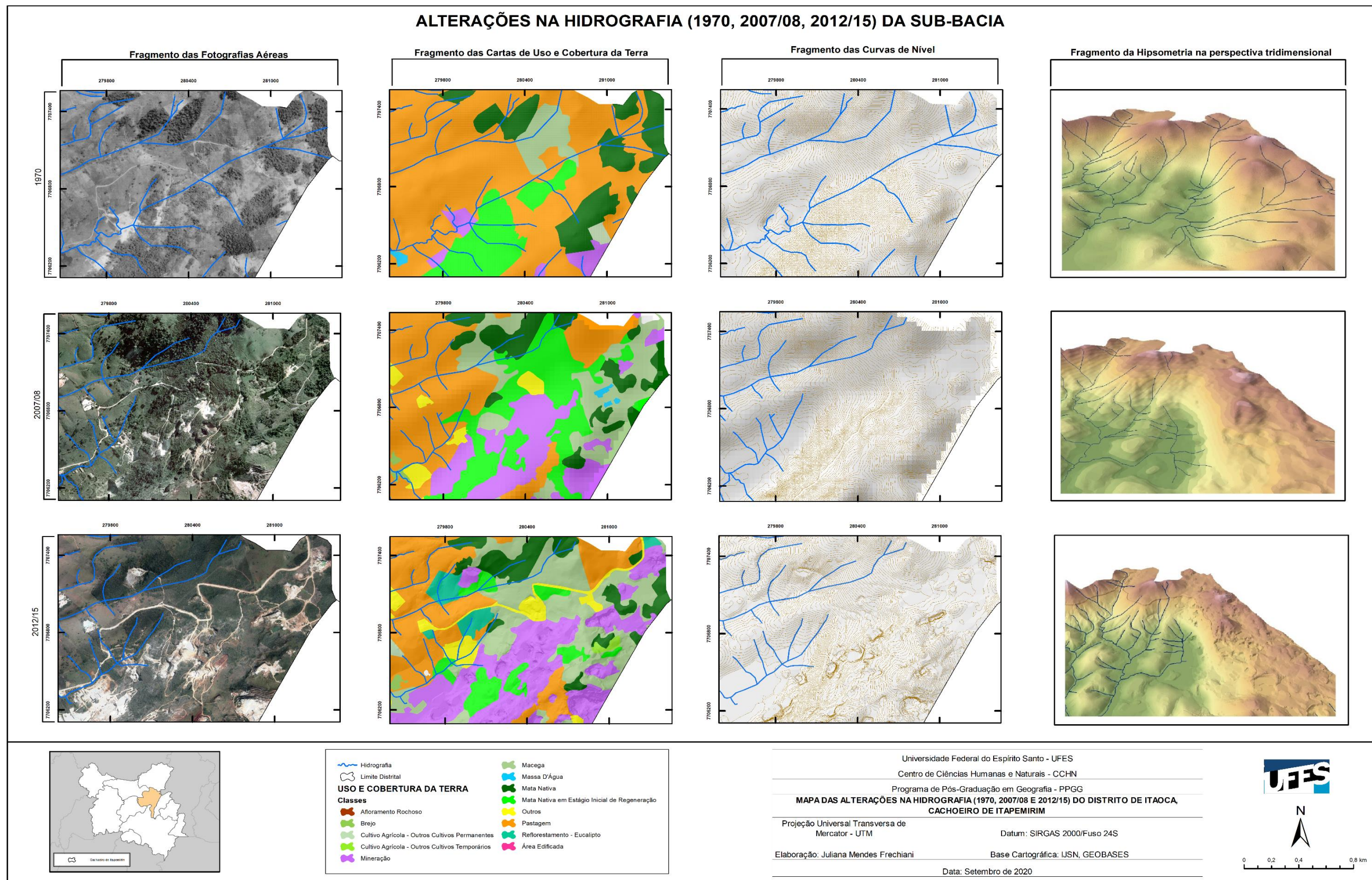
Figura 32 – Hierarquia Fluvial da sub-bacia entre 1970 a 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).



Figura 33 – Redução das cabeceiras de drenagem da sub-bacia

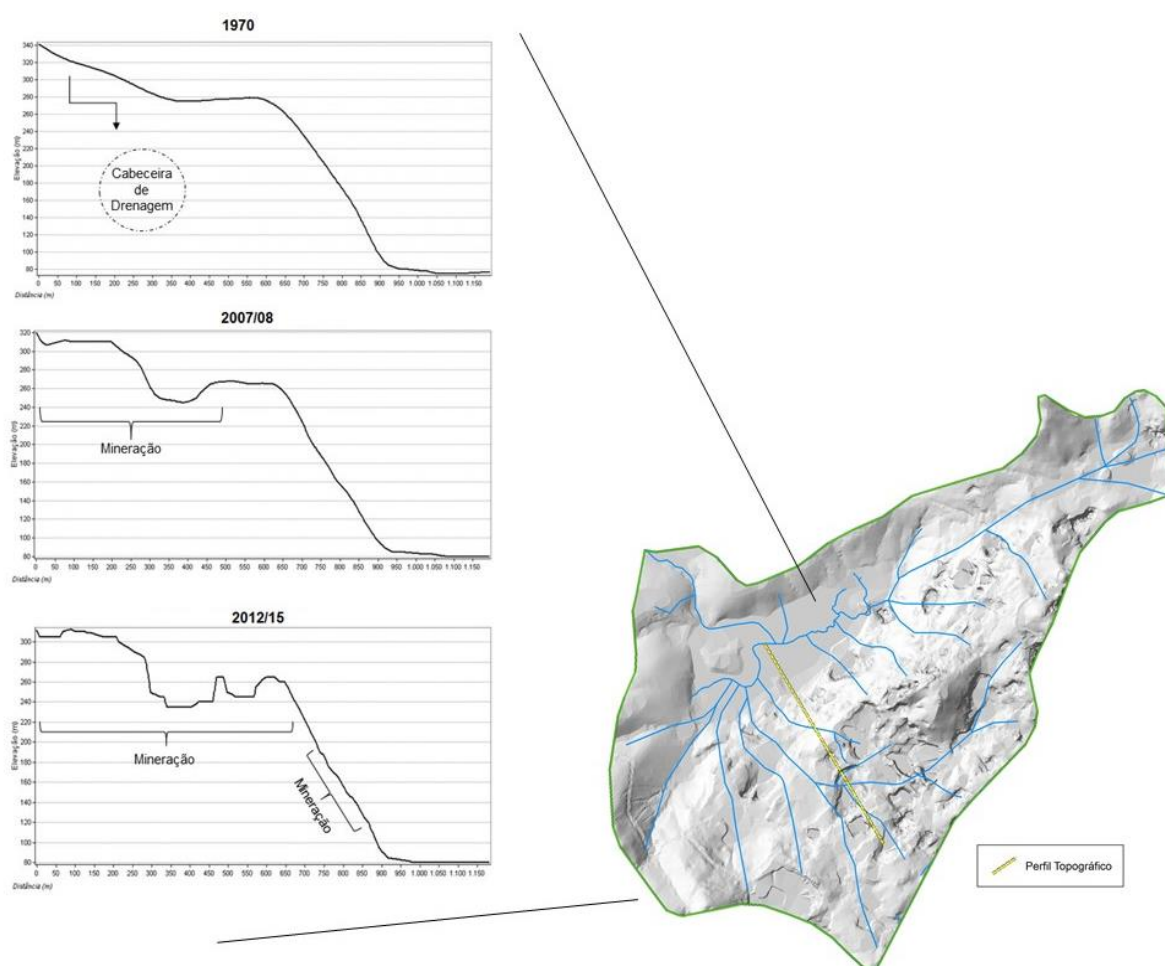


Fonte: Elaborado pela autora (2020).



Ao analisar o perfil topográfico de um primeiro ponto da sub-bacia, já é possível notar que estas áreas foram alteradas na morfologia, acarretando novas configurações de padrões de drenagem e mudanças nos padrões morfométricos (Figura 34). Cabe salientar que conforme o documento de *Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo* (2017), o Ministério do Meio Ambiente em 2007 declarou esta área como de alta prioridade para conservação, baseado em conceitos como representatividade, complementariedade, insubstituibilidade, eficiência, flexibilidade e vulnerabilidade.

Figura 34 – Perfil Topográfico da sub-bacia entre 1970 a 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Contrariando o documento, e observando a evolução do perfil topográfico (1970 a 2012/15), nota-se que estas superfícies obtiveram redução de 30 metros, influenciando diretamente em processos erosivos, principalmente no que diz respeito às alterações nos escoamentos superficiais e subsuperficiais. Estas mudanças na

morfologia, atrelada a outros fatores, são a gênese para a formação de lagoas antrópicas.

As lagoas antrópicas são corpos d'água oriundos das atividades antropogênicas que alteram o perfil topográfico. Elas ocorrem durante atividade de mineração e podem manter-se mesmo após a inatividade da exploração na localidade.

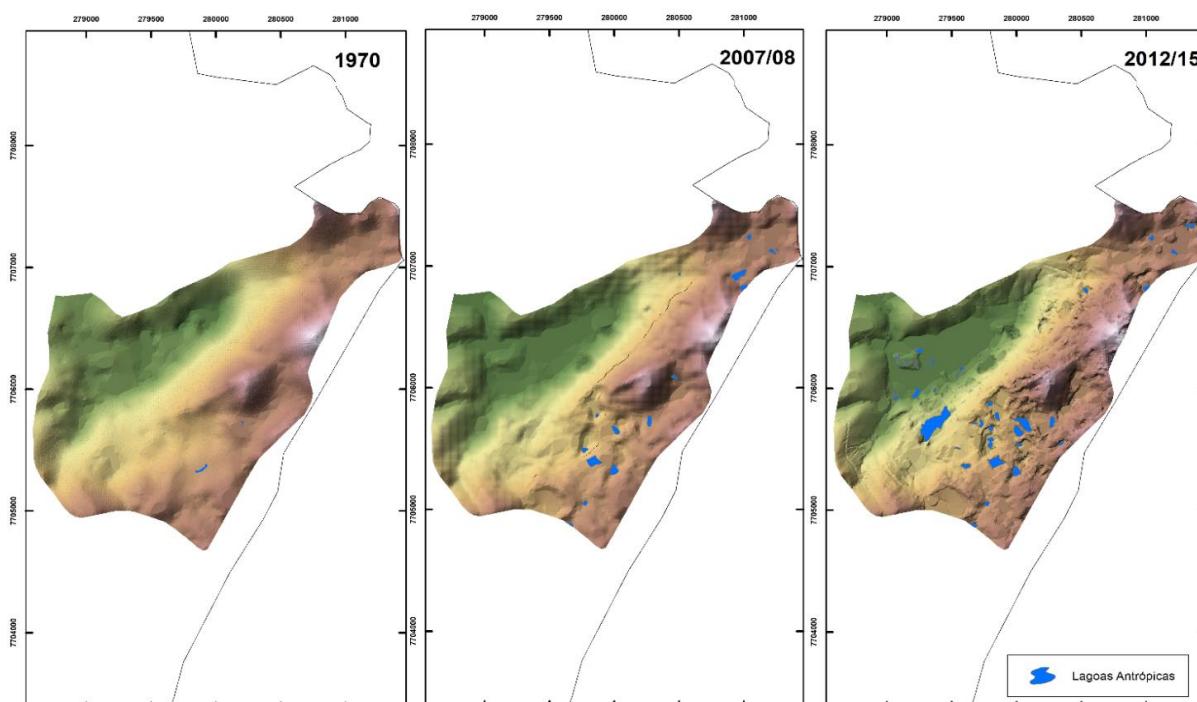
Em 1970, a sub-bacia era composta por quatro lagoas antrópicas (Tabela 8), com áreas e perímetro relativamente pequenos devido à mineração incipiente (Figura 35). Em consideração às altitudes, estes corpos d'água antropogênicos encontravam-se em superfícies altas, variando entre 320 a 345 m, e a de maior tamanho, próxima da cabeceira de drenagem. A coloração escura destas lagoas conota a grande presença de sedimentos orgânicos e inorgânicos em suspensão relacionados a uso e cobertura da terra em torno da lagoa.

Tabela 8 – Lagoas Antrópicas em 1970

LAGOAS ANTRÓPICAS (1970)	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (KM)	ALTITUDE (M)	COLORAÇÃO
1	0,0018	0,2705	320	Verde Escuro
2	0,0002	0,0582	345	Verde Escuro
3	0,0001	0,0400	345	Verde Escuro
4	0,0000	0,0347	345	Verde Escuro

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 35 – Evolução das lagoas antrópicas na sub-bacia entre 1970 a 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em 2007/08, foram mapeadas 13 lagoas antrópicas, totalizando um aumento de 200% (Tabela 9) no comparativo a 1970. Durante todo esse período, observa-se a redução de canais de 1ª e 2ª ordem, fato este que possibilitaria explicar a criação de uma nova dinâmica fluvial a partir da ação humana. A disposição dessas lagoas predomina sobre a morfologia em áreas de fluxo de cabeceiras de drenagem, evidenciando, assim, uma conexão entre o desaparecimento dos canais e a formação destas lagoas antrópicas.

Tabela 9 – Lagoas Antrópicas em 2007/08

(continua)

LAGOAS ANTRÓPICAS (2007/08)	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (KM)	ALTITUDE (M)	COLORAÇÃO
1	0,001	0,1619	350	Verde Escuro
2	0,0052	0,3418	350	Verde Escuro
3	0,0011	0,1524	350	Verde Escuro
4	0,0011	0,1327	345	Verde Escuro
5	0,0002	0,0639	350	Verde Escuro
6	0,0003	0,0714	245	Verde Escuro
5	0,0024	0,2046	290	Verde Escuro

				(continuação)
6	0,0015	0,1691	250	Verde Escuro
7	0,0006	0,1014	255	Verde Claro
8	0,0026	0,2213	335	Verde Escuro
9	0,001	0,1349	345	Verde Escuro
10	0,0058	0,3283	305	Verde Escuro
11	0,0036	0,2565	305	Verde Escuro
12	0,0003	0,0944	315	Verde Escuro
13	0,0011	0,1324	320	Verde Escuro

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No último período, é possível encontrar um aumento de 600% das lagoas antrópicas (Tabela 10), totalizando 78 lagoas antrópicas, e uma maior distribuição espacial sobre a morfologia, reflexo da expansão da mineração em áreas de cabeceiras de drenagem, assim como sobre todo o sistema fluvial. Em contrapartida, surgiu uma maior diversidade de tons (verde escuro, verde claro, azul turquesa e telha) destas formas (Figura 36), possivelmente atrelada às substâncias minerais extraídas, tal fato também pode ser observado em trabalhos de Summerfield (1991), Von Sperling (1996), Esteves (1998) e Goudie (2004), em relação à formação de biotas nestas superfícies, nas referidas regiões de cada trabalho.

Tabela 10 – Lagoas Antrópicas de 2012/15

				(continua)
LAGOAS ANTRÓPICAS (2012/15)	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (KM)	ALTITUDE (M)	COLORAÇÃO
1	0,0008	0,1424	345	Verde Escuro
2	0,001	0,134	250	Marrom
3	0,0012	0,1672	345	Verde Escuro
4	0,0012	0,1801	335	Verde Claro
5	0,0002	0,0773	70	Verde Claro
6	0,0008	0,1223	340	Verde Claro
7	0,0001	0,0274	250	Verde Escuro
8	0	0,0172	365	Azul Turquesa
9	0,0011	0,1359	340	Verde Escuro
10	0,0001	0,0502	80	Azul Turquesa
11	0,0007	0,1536	80	Azul Turquesa
12	0,0001	0,0362	85	Azul Turquesa
13	0	0,0094	80	Azul Turquesa

	(continuação)			
14	0,0001	0,0474	80	Azul Turquesa
15	0	0,0152	305	Verde Escuro
16	0	0,0159	305	Verde Escuro
17	0	0,0876	345	Verde Escuro
18	0,0011	0,14	320	Verde Escuro
19	0,0008	0,1329	345	Verde Escuro
20	0,0072	0,4226	290	Verde Escuro
21	0,0009	0,1297	280	Verde Escuro
22	0,0034	0,2676	305	Azul Turquesa
24	0,0063	0,342	290	Verde Escuro
25	0,0026	0,3003	235	Verde Claro
26	0,0017	0,1796	260	Verde Escuro
27	0,0004	0,1107	240	Azul Turquesa
28	0,0017	0,188	255	Verde Escuro
29	0,0011	0,1289	255	Verde Escuro
30	0,0013	0,1671	250	Azul Turquesa
31	0,001	0,1221	235	Azul Turquesa
32	0,0003	0,0672	405	Verde Escuro
33	0,0001	0,0457	380	Telha
34	0,0004	0,0878	90	Azul Turquesa
35	0,0006	0,1987	85	Azul Turquesa
36	0,0002	0,0837	85	Azul Turquesa
37	0	0,0274	85	Azul Turquesa
38	0,0001	0,0456	100	Azul Turquesa
39	0,0001	0,0551	85	Azul Turquesa
40	0	0,0145	90	Azul Turquesa
41	0,0004	0,1246	250	Verde Claro
42	0	0,0324	90	Azul Turquesa
43	0,0001	0,0389	90	Azul Turquesa
44	0,0002	0,1006	240	Azul Turquesa
45	0,0001	0,0529	325	Azul Turquesa
46	0,0002	0,058	335	Azul Turquesa
47	0,0007	0,1279	305	Verde Escuro
48	0,0003	0,0851	90	Azul Turquesa
49	0,0002	0,0675	90	Azul Turquesa
50	0,0001	0,0436	90	Azul Turquesa
51	0,0002	0,0604	90	Azul Turquesa
52	0	0,0264	90	Azul Turquesa
53	0	0,0271	90	Azul Turquesa
54	0,0001	0,0372	90	Azul Turquesa
55	0,0001	0,0284	80	Azul Turquesa
56	0,0003	0,079	80	Azul Turquesa
57	0,0001	0,0486	80	Azul Turquesa

				(conclusão)
58	0,0004	0,1929	85	Azul Turquesa
60	0,0007	0,1887	80	Azul Turquesa
61	0,0007	0,161	80	Azul Turquesa
62	0,0002	0,0522	385	Telha
63	0,0001	0,0328	280	Verde Escuro
64	0,0001	0,032	295	Azul Turquesa
65	0	0,0265	295	Azul Turquesa
66	0	0,0318	300	Azul Turquesa
67	0	0,0203	275	Azul Turquesa
68	0,0001	0,0473	320	Verde Claro
69	0,0002	0,0676	80	Azul Turquesa
70	0,0002	0,0892	80	Azul Turquesa
71	0,0252	0,856	160	Azul Turquesa
72	0,004	0,2479	285	Verde Escuro
73	0,0027	0,2302	335	Verde Escuro
74	0,0001	0,0426	315	Verde Claro
75	0,0001	0,0362	315	Verde Claro
76	0	0,0258	300	Telha
77	0	0,0194	310	Verde Escuro
78	0,0026	0,2456	80	Azul Turquesa

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 36 – Diferentes colorações de lagoa antrópicas em áreas de mineração no distrito de Itaoca



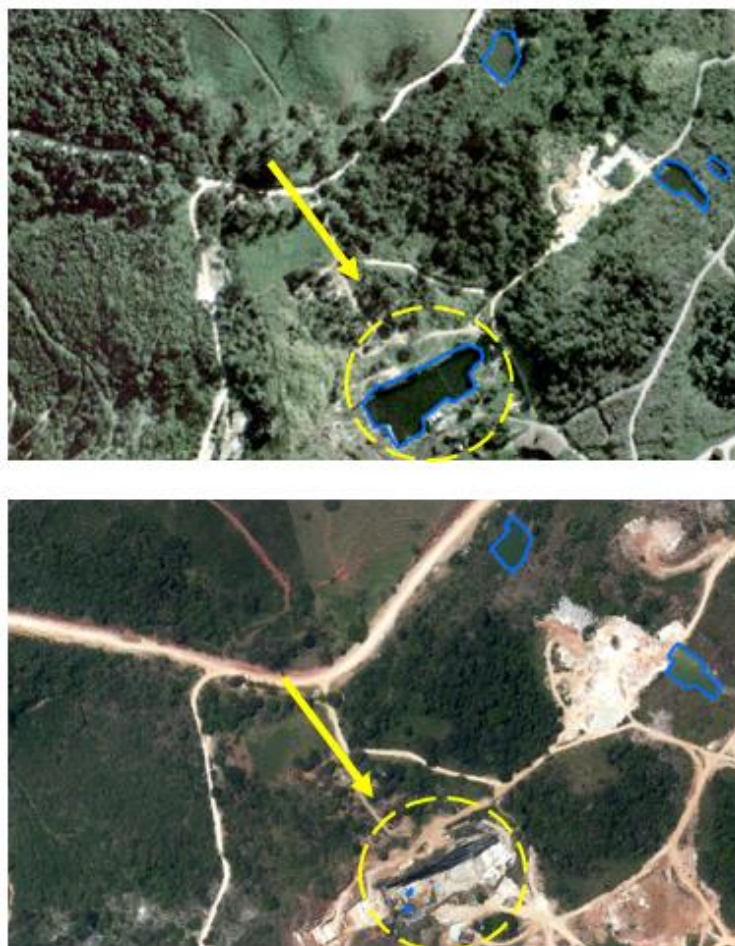
Fonte: IEMA (2012/15).

Durante o período analisado, como é de se esperar, notou-se a mudança no tamanho e formato de algumas lagoas, entretanto, mesmo com o avanço da



mineração, algumas permanecem com suas dimensões e formas inalteradas (Figura 37).

Figura 37 – Variação de área e perímetro entre 2007/08 e 2012/15 de algumas lagoas antrópicas



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Mossa e James (2013) enfatizam que a mineração através da extração de fosfato na Flórida, nos Estados Unidos, provocou a remoção de áreas de riachos e de cabeceira de drenagem, assim como ocorreu no distrito de Itaoca. Além do mais, a recuperação destas áreas torna-se um grande desafio, levando anos para se estabelecer, requerendo solo superficial e vegetação, e, em alguns lugares, criação de uma nova rede de drenagem e corpos d'água.

O estudo conduzido por Machado *et al.* (2021) evidenciou alterações provenientes da mineração em contrapartida ao surgimento de lagos de cavas ou nascentes antropogênicas. A forma côncava da área da cava também é responsável por gerar a canalização de fluxos, principalmente pluviais, juntamente ao carreamento sedimentar oriundo das faces desnudas dos taludes.

Para Felipe *et al.* (2013), o homem pode promover ou intensificar os processos geomorfológicos que culminam na exfiltração da água subterrânea em locais onde, naturalmente, esta não ocorreria. Para o autor, quando isso ocorre, forma-se, a jusante, um canal que conecta os fluxos à rede de drenagem de forma intermitente ou perene, configurando uma “nascente antropogênica”.

### 6.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO: UMA ANÁLISE RETROSPECTIVA

Este tópico tem por objetivo descrever e analisar os mapeamentos geomorfológicos da sub-bacia pré-estabelecida, referentes aos anos de 1970, 2007/08 e 2012/15. Para tanto, foi enfatizado a formação de morfologias antropogênicas resultantes da exploração das rochas ornamentais.

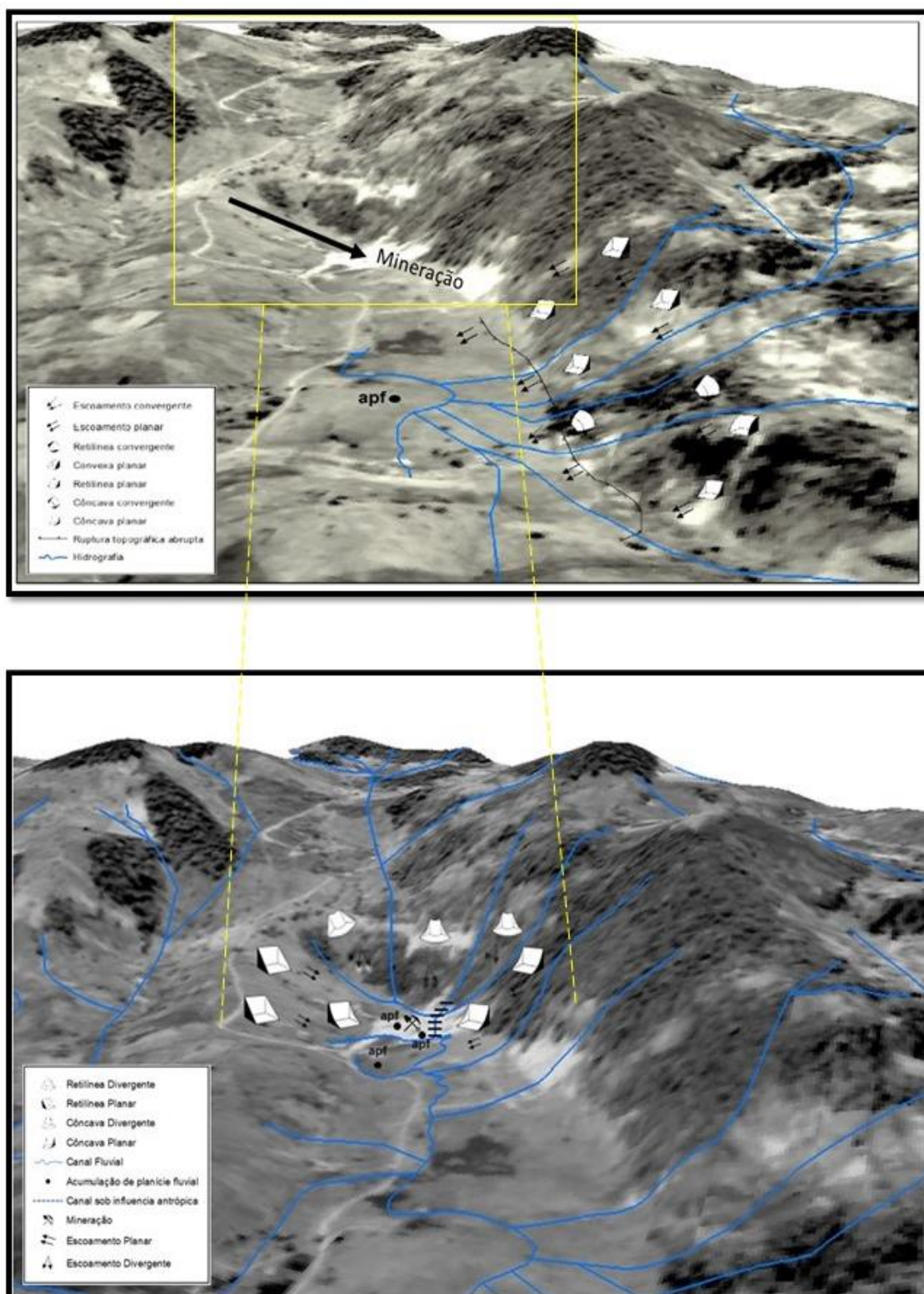
Rodrigues (2005) afirma que a morfologia antropogênica é uma sequência de intervenções nas formas e materiais superficiais (fases de perturbação ativa e pós perturbação). Estaiano (2007) as define como aquelas geradas a partir de grande remobilização e retirada dos materiais que promovem mudanças nos processos geomorfológicos como acelerações nos processos erosivos.

#### 6.3.1 Mapeamento Geomorfológico de 1970

No Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo, na escala de 1:400.000 (CPRM, 2018), o distrito de Itaoca apresenta falhas ou fraturas, entretanto, na sub-bacia analisada, a nordeste do distrito, estas feições não estão representadas devido ao fator escala.

O cenário de 1970 (APÊNDICE C) constituiu-se pelo predomínio da vegetação de mata nativa, pastagem, mata nativa em estágio de regeneração e incipientes áreas de mineração (Figura 38). Nota-se que o espaço geográfico já apresenta pequenas alterações visuais no sopé da encosta, destacadas pela cor esbranquiçada na imagem, causadas pela ação antrópica. Os pontos mais escuros evidenciam a abundância de vegetação densa no uso e cobertura da terra. Destacam-se também as formas das vertentes preservadas, interflúvios arredondados, formas de vales originais e canais fluviais.

Figura 38 – Influência do uso e cobertura da terra na preservação de formas de vertentes e interflúvios arredondados



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Nota-se que as superfícies mais elevadas em 1970 eram compostas por pastagem e mata nativa, favorecendo o aumento da infiltração e o tempo da água em

subsuperfície. Há o predomínio das formas de vertentes do tipo convergentes que podem favorecer a preservação de nascentes.

Paschoal, Conceição e Cunha (2010, p. 7) afirmam que as

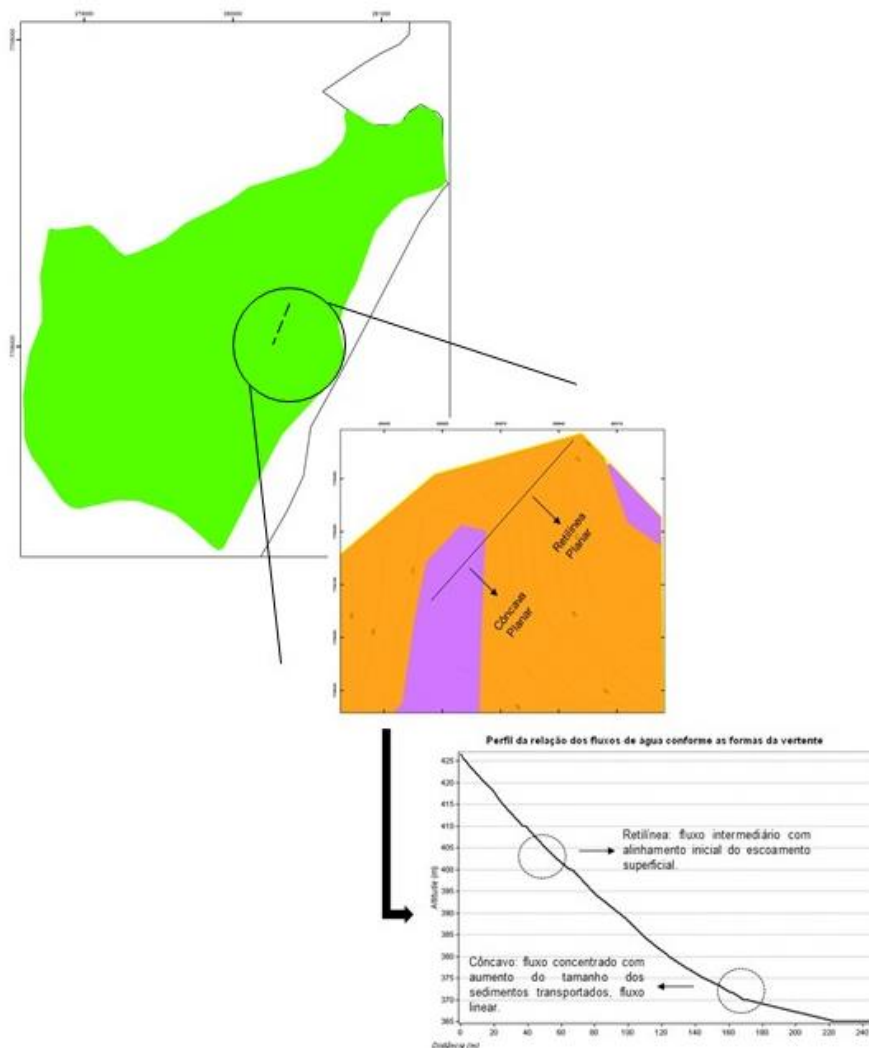
[...] rupturas topográficas marcam a evolução da vertente, e que sua origem pode estar baseada em fatores naturais, tais como em diferentes materiais que compõe a litologia, ou então podem estar atrelados ao tipo de uso e ocupação da terra empregado pelo homem, [...]

Em 1970, as rupturas topográficas estavam distribuídas pela sub-bacia, principalmente no contorno natural das grandes altitudes, e classificamos neste trabalho como abruptas e suaves. A extensão da classe abrupta era de 4,4 km e a suave de 3,9 km no período analisado, assumindo estas como as formas originais.

Conforme destacado por Rodrigues e Gouveia (2013), os controles dos processos hidrodinâmicos, tais como recarga hidrológica e o aumento do tempo de concentração de água na sub-bacia, estão intimamente relacionados às formas da encosta e ao uso da terra. No entanto, vale ressaltar a importância da vegetação para as formas do terreno convergentes para amenizar os processos erosivos na encosta. A remoção desta vegetação desencadeia um processo de desequilíbrio hidrodinâmico e acarreta a busca por um novo equilíbrio, conforme é enfatizado na literatura por Guerra e Cunha (1994), Coelho Netto (1994) e Bierman e Montgomery (2014).

As alterações das formas de vertentes causadas pelas atividades de mineração tais como a formação de vertente côncava planar e retilínea planar a partir de escavações, alteraram os fluxos fluviais (Figura 39). Estas práticas promovem intensificação de processos erosivos e causam a sobrecarga de sedimentos a jusante da vertente (área de acumulação de planície fluvial).

Figura 39 – Criação de superfície côncava planar em áreas de mineração



Fonte: Adaptado de Neto (2008).

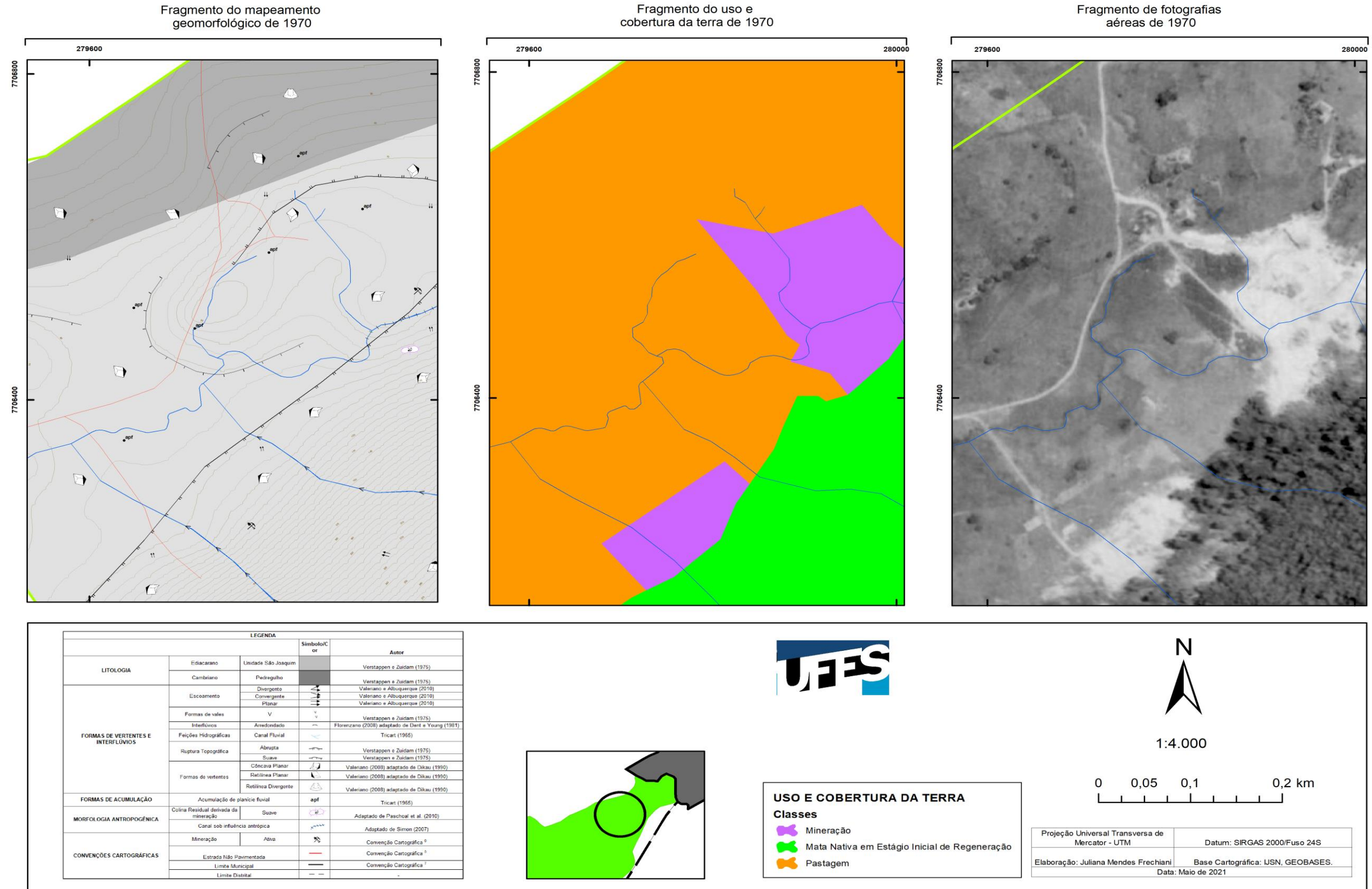
O mapeamento destas formas de vertentes é fundamental para a compreensão dos cursos d'água que compunham a sub-bacia do distrito de Itaoca em 1970, pois, assim como a declividade de canais, as formas das vertentes determinam a energia potencial necessária para que o fluxo de água realize o transporte de material no sistema fluvial (BERTOLINI; CHEREM, 2017).

Na sub-bacia, o transporte de sedimentos ocorre a partir de altitudes superiores a 300 m para as planícies de inundação, superfícies planares (80 m), denominado área acumulação de planície fluvial (apf) (Figura 40). Em 1970, esta área (apf) abrangia 0,41 km<sup>2</sup> e, segundo o *Manual Técnico de Geomorfologia* (2009), está sujeita a inundações periódicas.

Na área de acumulação de planície fluvial, há uma intensificação da deposição de sedimentos advindos das encostas (ruptura topográfica abrupta) e das estradas não pavimentadas. Este aumento no volume de sedimentos favorece o assoreamento dos canais fluviais, favorecendo a origem de meandros abandonados (Figura 41), que são feições geomorfológicas que não possuem ligação direta com o curso de água atual, resultantes da sua evolução, migração e do solapamento basal na margem côncava (CHRISTOFOLETTI, 1981; SUMMERFIELD, 1991; GOUDIE, 2004).



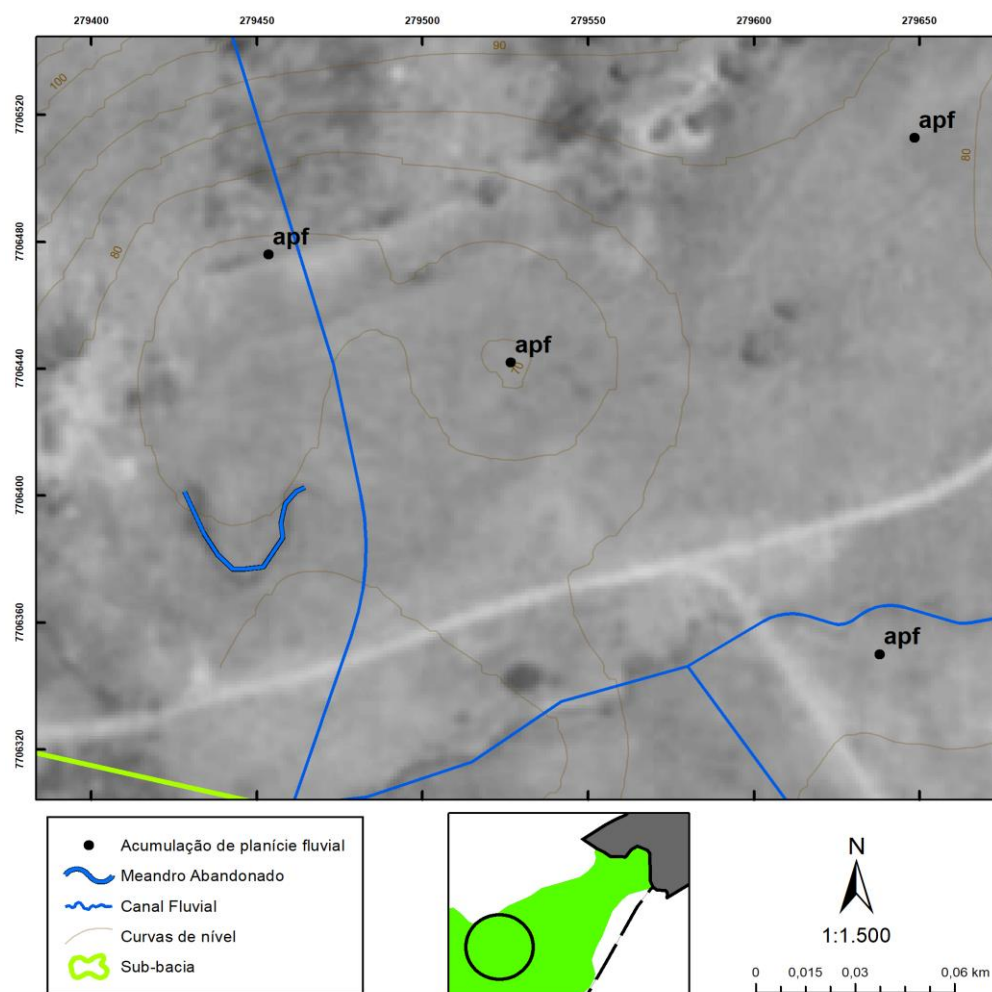
Figura 40 – Área de acumulação de planície fluvial da sub-bacia em 1970



Fonte: Elaborado pela autora (2021).



Figura 41 – Presença de meandros abandonados na área de acumulação de planície fluvial em 1970



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A atividade mineradora propiciou a formação das primeiras morfologias antropogênicas, sendo elas: lagoas antrópicas, colina residual derivada da mineração – classificada como “suave” (relacionado ao ainda baixo volume de escavações de rochas). A transformação do canal fluvial, sob influência antrópica, se deu por sua proximidade a áreas de extração de rochas ornamentais.

### 6.3.2 Mapeamento Geomorfológico em 2007/08

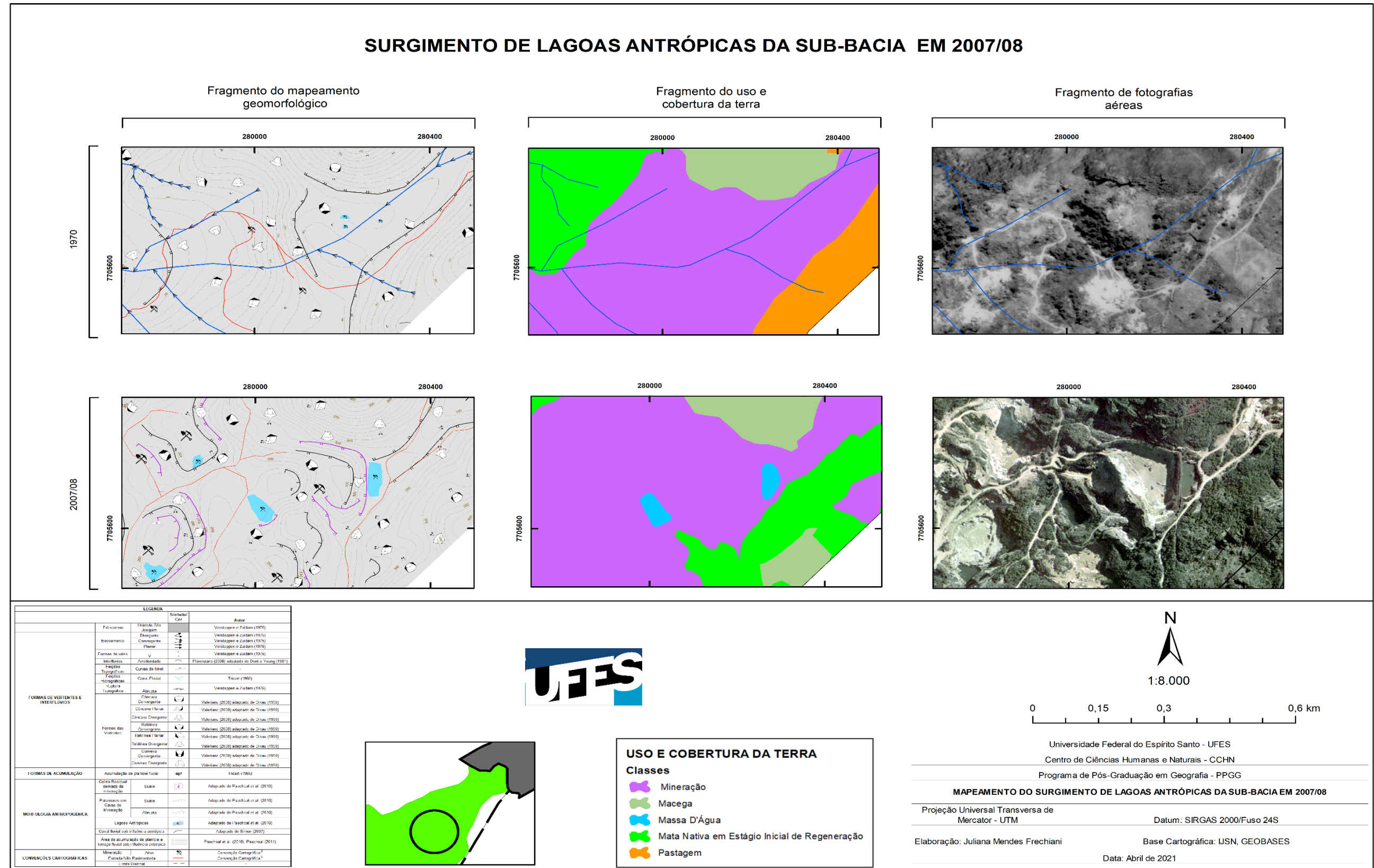
A mudança no uso e cobertura da terra ao longo de quatro décadas favoreceu a criação de formas de vertentes e de morfologias antropogênicas (APÊNDICE D). Estas alterações provocaram a instabilidade no sistema e, na maioria dos casos, aceleraram a erosão e aumentam o suprimento de sedimento na rede de drenagem,

acarretando, no sistema, um processo denominado retroalimentação positiva (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

As rupturas topográficas (suaves e abruptas) que ocorrem ao longo deste período, estão relacionadas – além das origens naturais – às alterações do uso e cobertura da terra, que as dinamizam e aceleram sua evolução (PASCHOAL, CONCEIÇÃO e CUNHA, 2012), permitindo surgir novas rupturas. Nota-se que em 2007/08, o aumento das duas classes deu-se por influência das mudanças morfológicas, tais como o aplainamento do relevo. A ruptura de maior predomínio em 2007/08 é da classe suave com 6,21 km e a abrupta com 6,13 km.

Como já evidenciado, as alterações no uso e cobertura da terra, tais como as ligadas às atividades de mineração, ocasionaram mudanças na direção do escoamento e retilinização do relevo, permitindo o aparecimento de lagoas antrópicas no decorrer da encosta (Figura 42). Estudos conduzidos por Estaiano (2007) e Paschoal (2014) destacam o surgimento destas morfologias antropogênicas em áreas de extração de areia e argila.

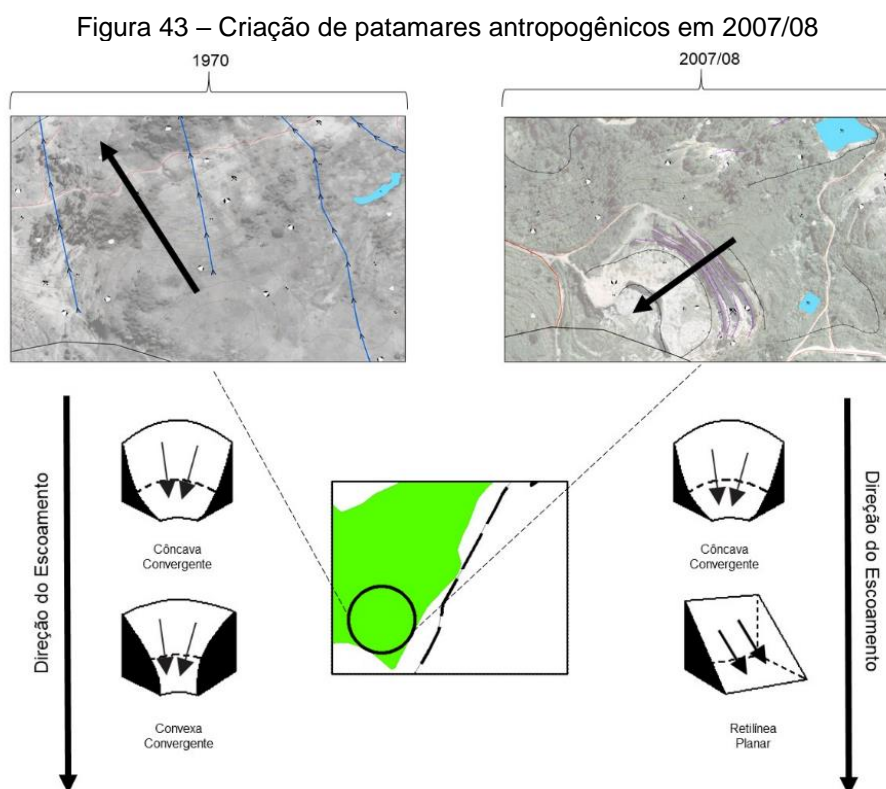
Figura 42 – Surgimento de lagoas antrópicas ocasionadas pelas mudanças na direção do escoamento e retilinização do relevo



Em 2007/08, as intensas atividades de mineração no distrito de Itaoca provocaram mudanças nas formas de vertentes, causando o impedimento de fluxos dentro da sub-bacia. Essas alterações hidrodinâmicas são pautadas pela substituição de superfícies convexas (fluxos divergentes) por côncavas (fluxos concentrados) e retilíneas, bem como a criação de patamares em cavas de mineração.

Os patamares em cavas de mineração (Figura 43) são gerados nas pedreiras, frutos da ação antrópica promovida pela retirada de grandes quantidades de matéria-prima (PASCHOAL *et al.* 2016). Estes são capazes de descaracterizar extensos interflúvios e superfícies de aplainamento (destruição de vales em forma de V).

A carta geomorfológica de 2007/08 apresentada neste trabalho demonstra que os patamares em cavas de mineração estão localizados nas encostas da sub-bacia, associadas à mineração ativa, e são formados por traçados de superfícies retilíneas, nem sempre evidenciados por curvas de nível em determinadas escalas.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A intensificação de extração de rochas ornamentais na área de estudo está intimamente ligada às demandas econômicas mundiais, visto que este é um polo de referência de produção e beneficiamento de rochas para exportação. Além disso, a



extração deste material favoreceu a ocorrência e expansão de morfologias antropogênicas, como as colinas residuais derivadas da mineração (suave e abrupta).

Os trabalhos de Paschoal (2011) e Paschoal *et al.* (2016) evidenciam a descaracterização da morfologia original e o aparecimento destas formas em áreas de mineração de minerais não metálicos. Ahn (2018) ressalta o aparecimento das colinas residuais em áreas de exploração do cobre, demonstrando as mudanças na topografia e na rede de drenagem derivadas da retirada do material superficial com o auxílio de maquinário ou por meio de implosões como ocorre em Itaoca.

Os canais fluviais obtiveram significativas transformações ao longo do tempo, influenciados pelos novos processos de erosão e deposição da sub-bacia. Alguns foram classificados como sob influência antrópica, devido às partículas depositadas nestas áreas, uma espécie de “poeira branca” das rochas durante as escavações (Figura 44).

Figura 44 – Poeira branca devido à extração de rochas ornamentais em Itaoca



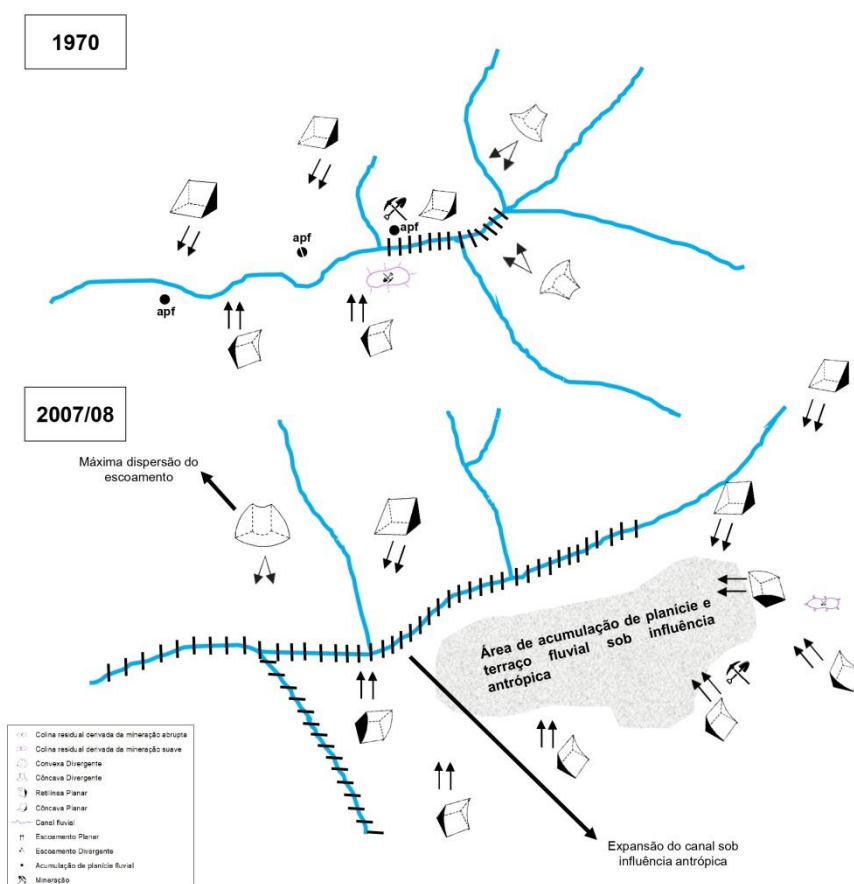
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Além disso, ainda ocorre a deposição de resíduos finos e ultrafinos às margens, ou no interior do curso fluvial, resultantes do processo de beneficiamento da rocha, como efluentes. Assim Campos *et al.* (2014) salientam que:

[..] ainda que a maior parte da lama é proveniente dos teares convencionais, constituída por 67% de água, 30% de pó de rocha, 2% de granalha, 1% de resíduos de lâmina de aço e 1% de cal, em peso. Estima-se que sejam geradas 2,2 toneladas de lama por cada metro cúbico de rocha serrada. No entanto, como as indústrias não costumam separar os resíduos por processo (serragem e polimento), misturando todos eles, a lama final pode conter, ainda, outros produtos químicos, provenientes das etapas de polimento e resinagem das chapas, no beneficiamento secundário. No polimento são gerados em torno de 3,5 kg de lama por metro quadrado de chapa (ou 100 kg/m<sup>3</sup> de bloco) (p. 439).

Essa “poeira branca” é a principal responsável pela expansão do canal sob influência antrópica, que em 2007/08 possuía uma extensão de 2,3 km, resultando um aumento de 1000% se comparado ao período anterior, como demonstrado na Figura 45:

Figura 45 – Expansão do canal sob influência antrópica em áreas de mineração



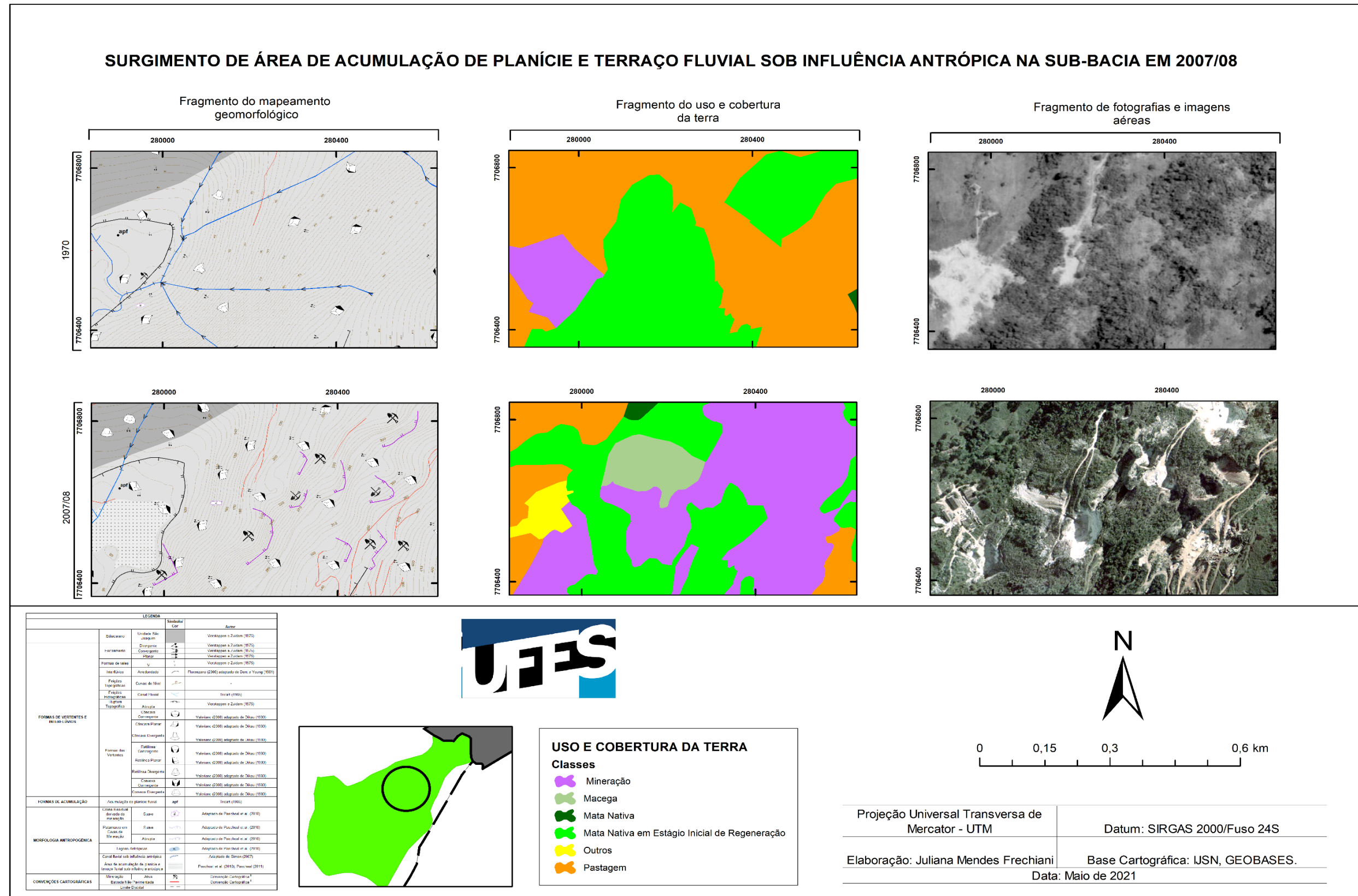
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O processo de expansão da mineração influenciou diretamente o surgimento da área de acumulação de planície e terraço fluvial, sob influência antrópica da sub-bacia, com acúmulo de rejeitos de mineração, uma extensão total de 0,05 km<sup>2</sup>. Para

2007/08, esta morfologia antropogênica foi considerada como superfícies planares que estavam sob efeito da ação humana, seja pela ação direta (morfológica) ou pelas partículas depositadas indiretamente na planície (Figura 46).



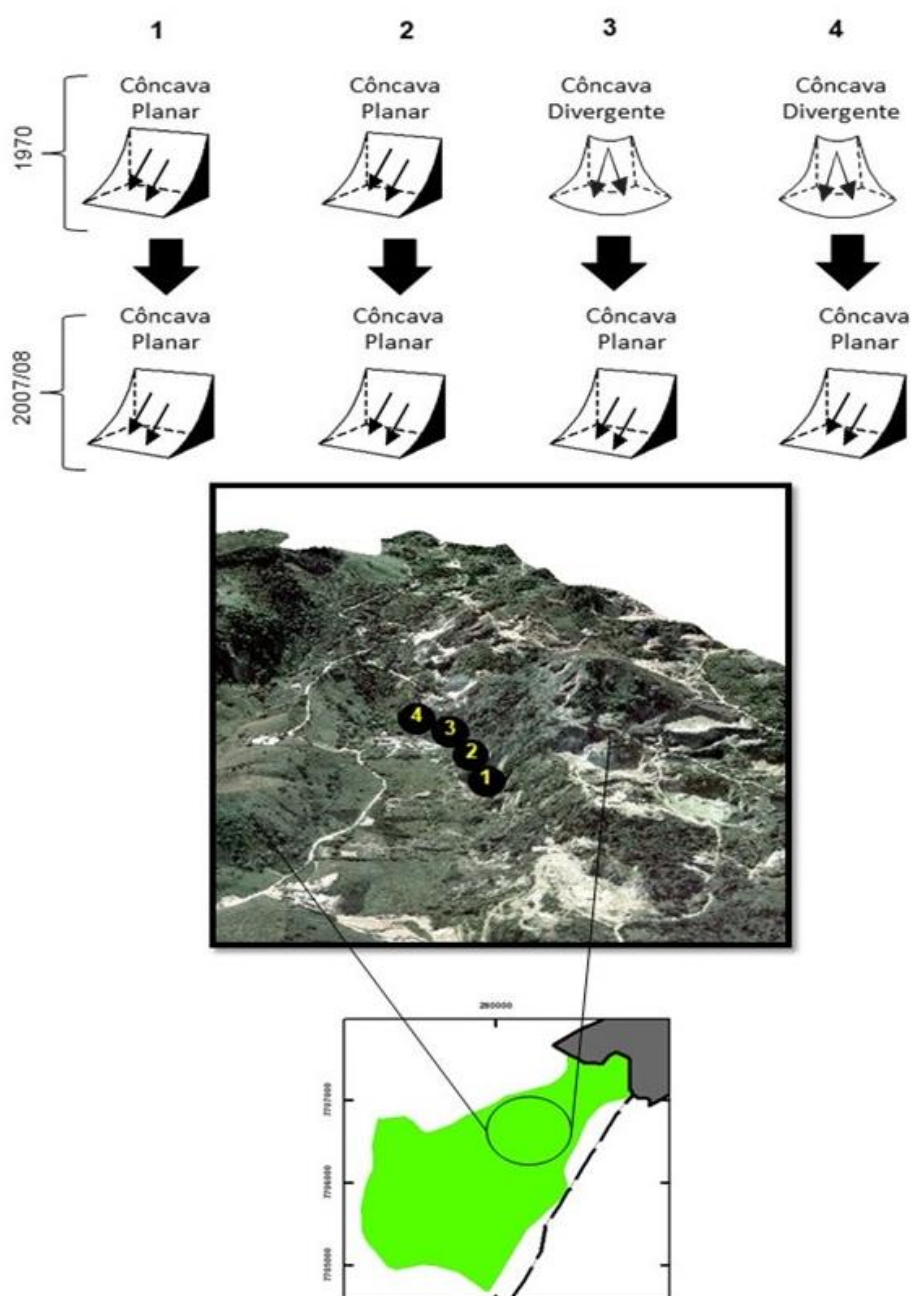
Figura 46 – Surgimento de área de acumulação de planície e terraço fluvial sob influência antrópica em 2007/08



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O aumento da extensão da classe canal sob influência antrópica é influenciado pelas mudanças nas formas de vertentes do relevo, por consequente alteração na dinâmica hidrossedimentológica. Em 1970, a morfologia apresentou uma variedade de formas, já em 2007/08 observou-se a uniformização das formas de vertentes e esta mudança está diretamente relacionada ao processo de extração de rochas ornamentais (Figura 47).

Figura 47 – Indicação de fluxos através das formas de terreno



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 6.3.3 Mapeamento geomorfológico 2012/15

A intensificação das alterações do uso e cobertura, potencializadas pelo avanço da atividade de mineração, permitiu a descaracterização da morfologia original e o surgimento de novas morfologias antropogênicas, principalmente em áreas de antigos cursos médios da sub-bacia (APÊNDICE E). Estas mudanças, no intervalo de cinco anos (2007/08-2012/15), provocaram a expansão de lagoas antrópicas em áreas de mineração inativa e ativa, possivelmente sendo abastecidas pelo lençol freático, pelo acúmulo de chuva ou pela alteração no fluxo de água. Contudo, podem apresentar caráter permanente ou temporário, ou seja, provavelmente aparecem em períodos chuvosos ou através de fluxos subsuperficiais (Fotografia 9).

Fotografia 9 – Permanência de lagoas antrópicas em 2012/15

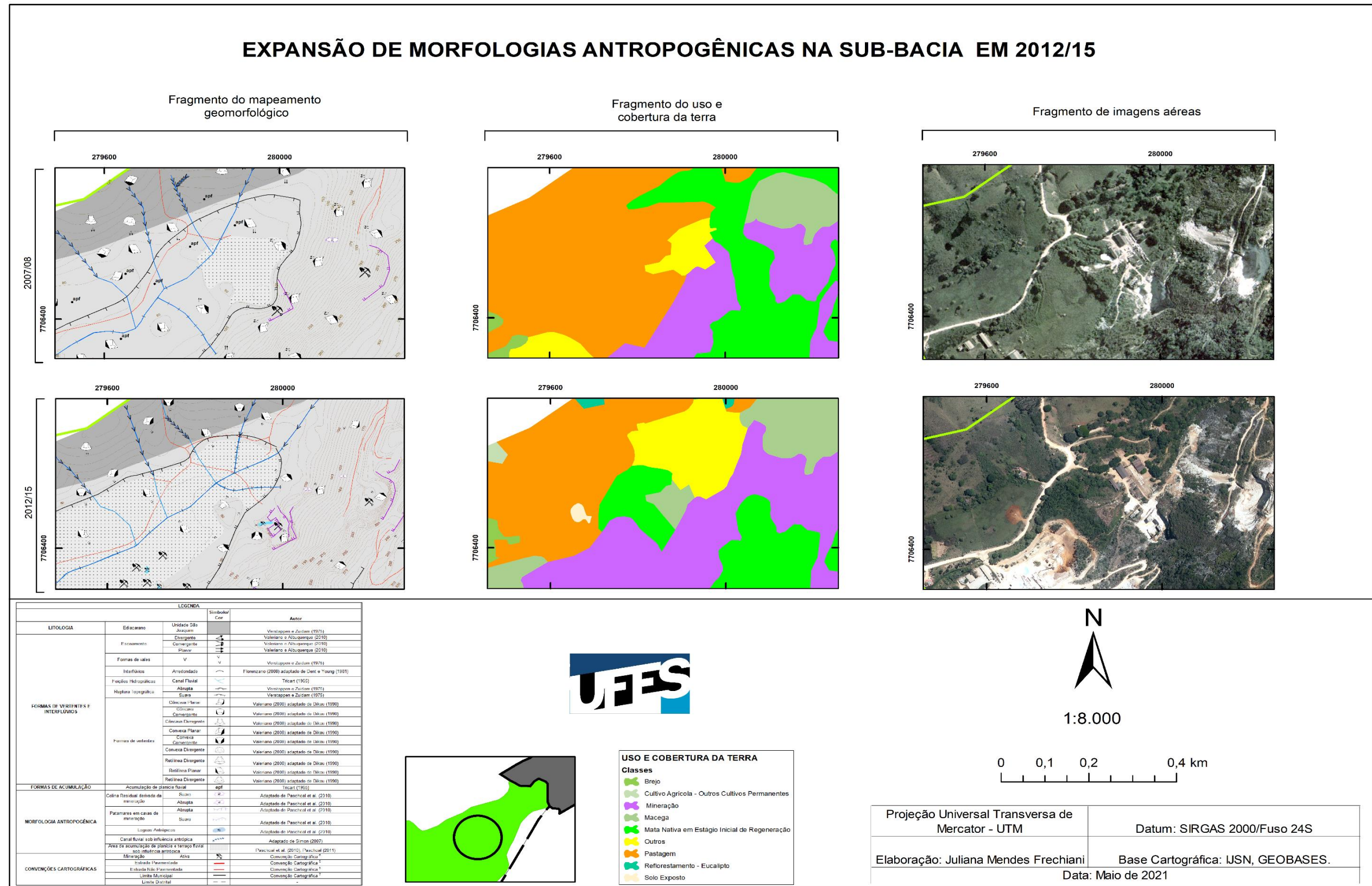


Fonte: Acervo da autora (2015).

As modificações das formas de vertentes oriundas das escavações foram determinantes para as mudanças nas transferências, concentrações e difusões de fluxos, influenciado nos processos responsáveis pela gênese e evolução do modelado (TRICART, 1977) neste período no distrito de Itaoca (Figura 48).



Figura 48 – Expansão de morfologias antropogênicas oriundas das escavações em 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As áreas de acumulação de planície e terraço fluvial sob influência antrópica foram ampliadas consideravelmente em 2012/15 devido à expansão da mineração sobre as superfícies planares, e, conseqüente, aumentando as partículas depositadas. No período anterior, esta morfologia antropogênica ocupava uma área de 0,02 km<sup>2</sup>, avançando cinco anos depois para uma área de 0,14 km<sup>2</sup>.

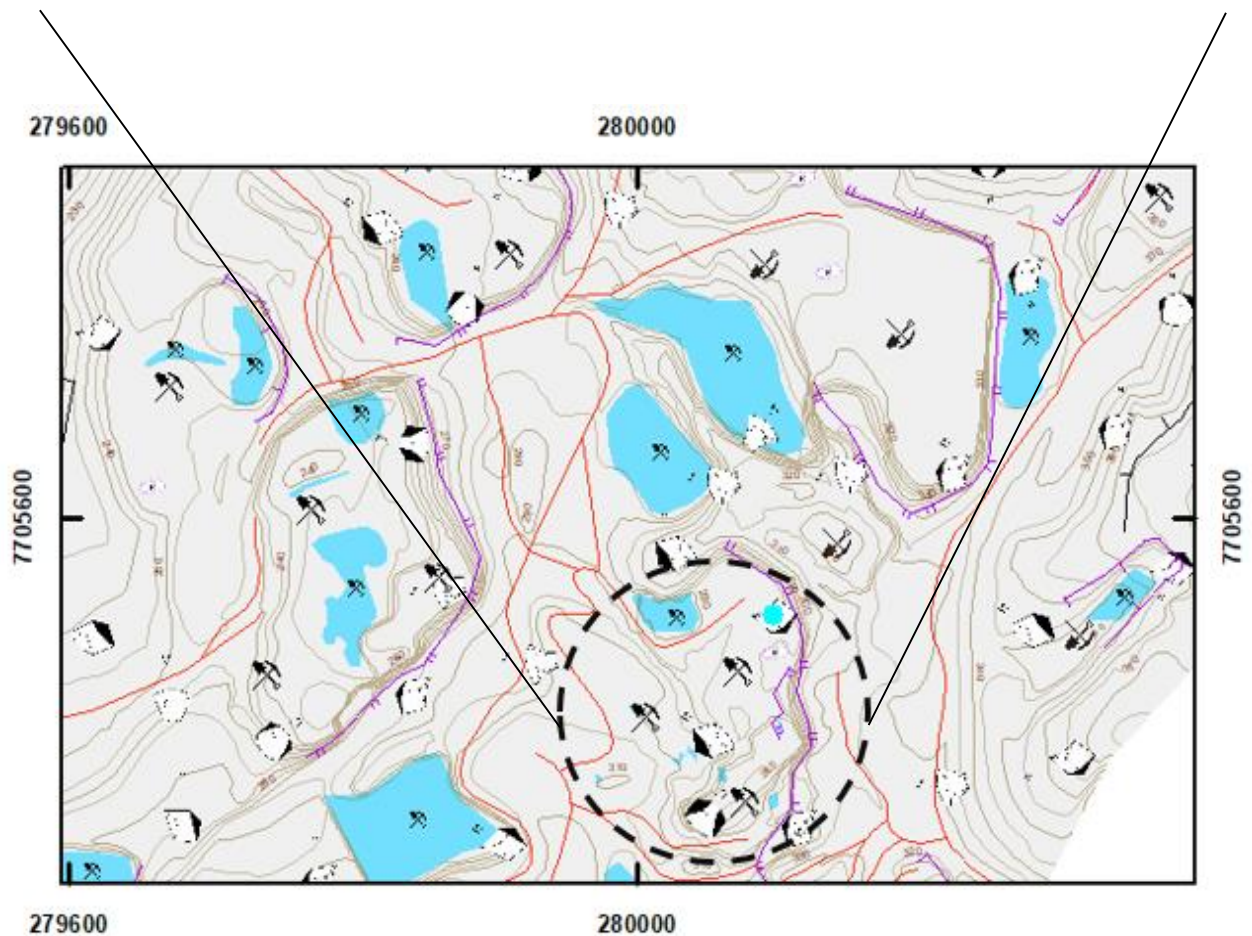
As rupturas topográficas também são um indicativo que marcam a evolução da vertente, ou seja, evidenciam que ao longo destas rupturas há um processo erosivo (PASCHOAL, 2014). Em 2012/15, as classes abruptas (1,96 km) e suaves (5,1 km) foram reduzidas devido à substituição destas pelos patamares em cavas de mineração, acarretando mudanças no balanço natural entre as forças e resistência dos materiais que condicionam esta morfologia antropogênica a uma nova configuração (ESTAIANO, 2007).

Os patamares em cavas de mineração ampliaram, influenciando na criação de novas rotas de escoamento, permitindo o surgimento e desenvolvimento de novas lagoas antrópicas, pois o caminho dos fluxos de água a abastecem (Figura 49 e 50).

Paschoal (2014) também observou o aumento destas morfologias antropogênicas, denominadas como cavas de mineração abaixo do lençol freático, em áreas de mineração de argila na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (SP), atrelados principalmente à ampliação do setor cerâmico a partir da década de 1990, no intuito de atender ao mercado internacional.



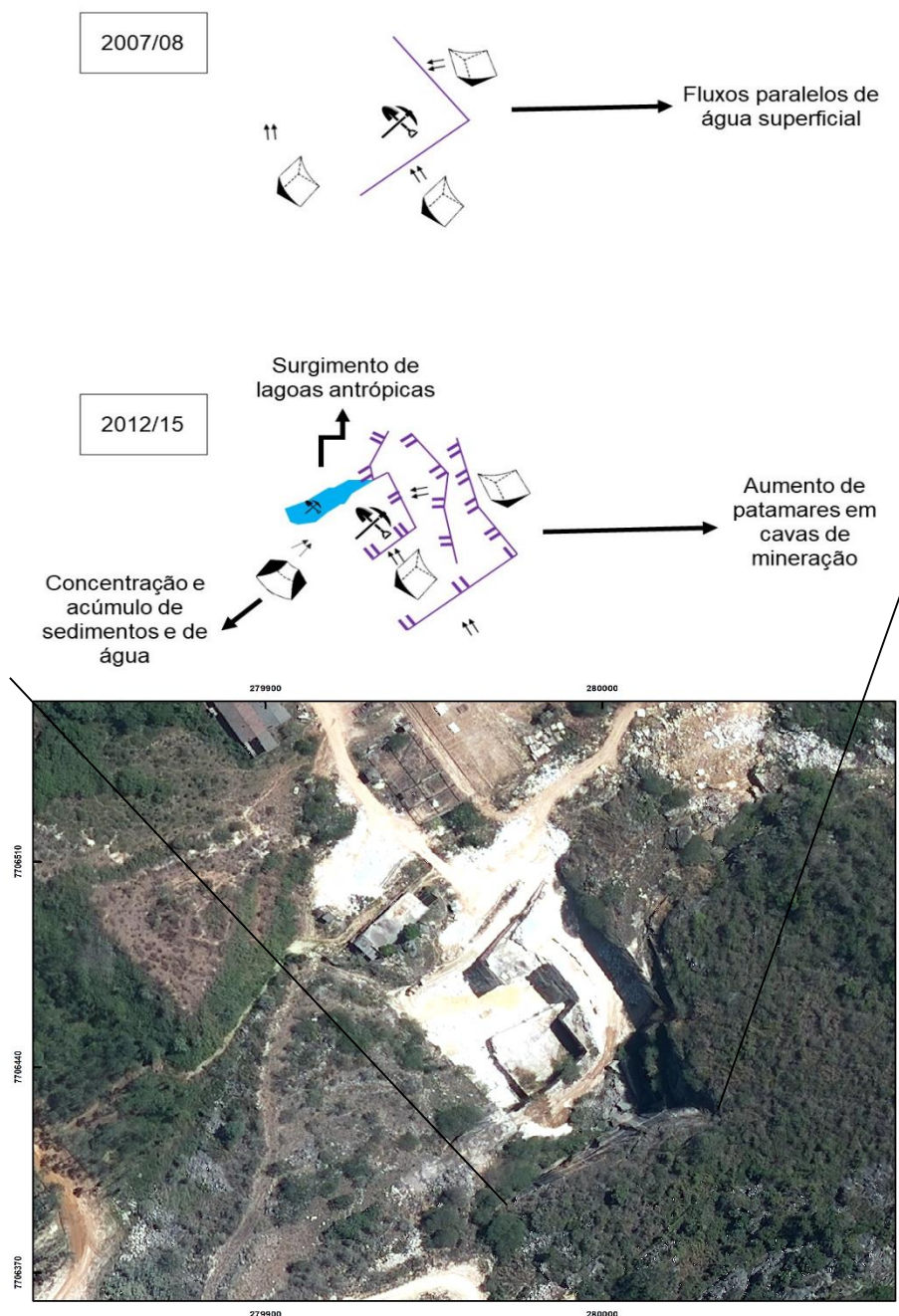
Figura 49 – Patamares em cavas de mineração



Fonte: Elaborado pela autora (2021).



Figura 50 – Aumento dos patamares em cavas de mineração entre 2007/08 e 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Outra feição geomorfológica de origem deposicional, que obteve expansão quando comparada a períodos anteriores, foram as colinas residuais derivadas da atividade de mineração. Tanto em 2007/08 como em 2012/15 estas formas estavam predominantemente classificadas como suaves, porém, em um número muito maior e estendidas por toda sub-bacia (Figura 51).

Figura 51 – Colinas residuais suaves derivadas da mineração preservadas no comparativo com o ano de 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As formas de vertentes de maior predomínio na sub-bacia neste período são as retilíneas e as côncavas, afetadas diretamente pelo tipo de escavação e pela consequente retirada do material da superfície. A extração de rochas ornamentais permitiu a criação de um relevo nivelado, com superfícies a 90°, com escoamento planar (Fotografia 10 e Figura 52).

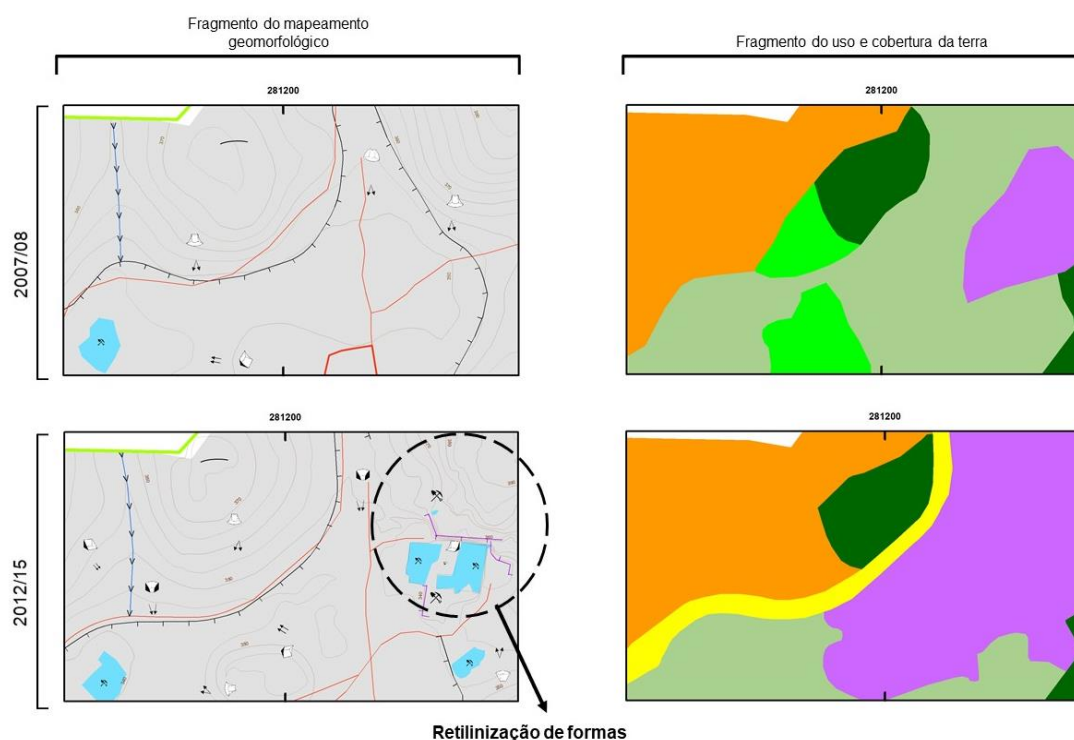


Fotografia 10 – Predomínio de formas de vertentes retilíneas e côncavas em áreas de mineração de rochas ornamentais



Fonte: Acervo da autora (2020).

Figura 52 – Criação de formas retilizadas em 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Sobre outras formas resultantes da erosão areolar na sub-bacia, foi utilizado o conceito proposto por Morgan (1995), que define a voçoroca como incisões lineares superiores a 50 cm de largura e profundidade, e verificou-se, na área, a expansão do número de ocorrências de voçorocas. A respeito do período de 2007/2008, foram

mapeadas duas voçorocas desconectadas da rede de drenagem e com dimensões variadas (Tabela 11). Além disso, embora possuam praticamente a mesma largura, a primeira apresenta um comprimento de 85,36 m, evidenciando um processo avançado de erosão e alterações locais do comportamento hidrodinâmico.

Tabela 11 – Voçorocas em 2007/08

<b>VOÇOROCAS 2007/08</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Comprimento</b>	85,36 m	33,69 m
<b>Largura</b>	5,22	5,11

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

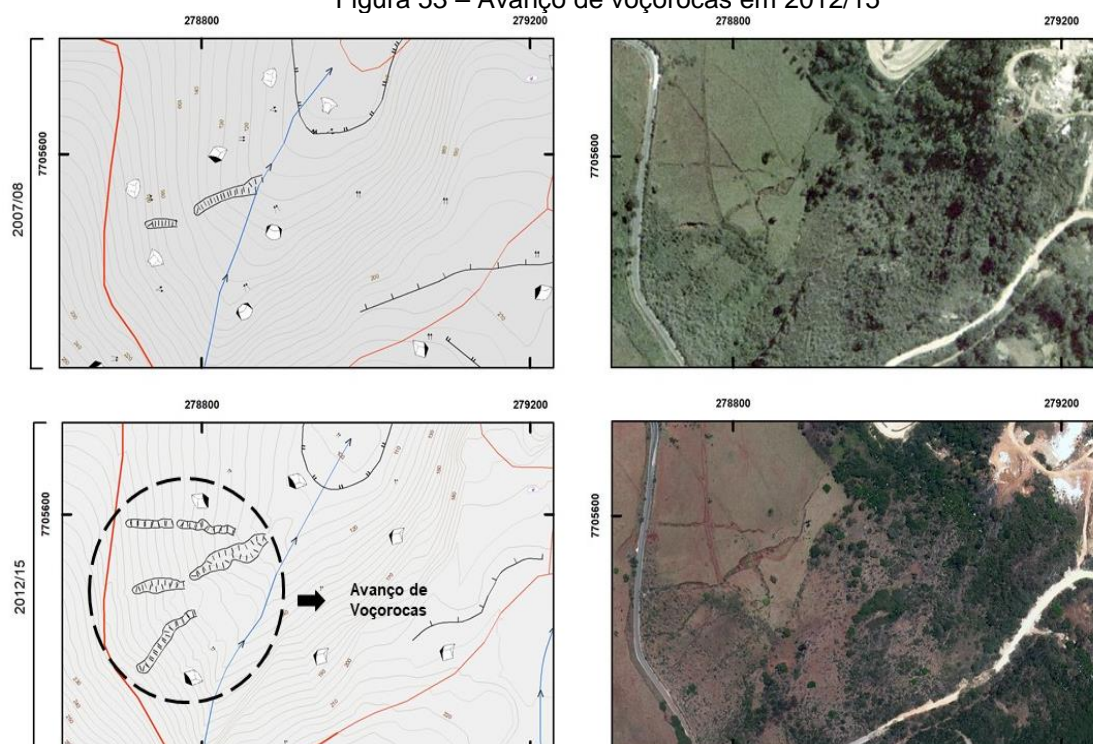
Com relação ao período de 2012/15, as duas voçorocas permaneciam presentes na paisagem, mas ocorreu o aumento do comprimento da primeira voçoroca em 16,65% e largura 377% (Tabela 12) e, na segunda voçoroca, ocorreu o acréscimo no comprimento em 79,85% e largura em 121,33%. Além disso, nota-se o surgimento de três novas voçorocas na mesma área, com dimensões variadas, que em função do seu caráter evolutivo, possivelmente, poderão interligar-se no futuro, formando apenas uma feição erosiva com vários filetes (Figura 53).

Tabela 12 – Voçorocas em 2012/15

<b>VOÇOROCAS 2012/15</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Comprimento</b>	99,57	60,59	90,96	54,36	68,3
<b>Largura</b>	19,68	11,31	7,46	3,35	2,76

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 53 – Avanço de voçorocas em 2012/15



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

De acordo com Oliveira (1999), a formação de voçorocas representa uma tendência do sistema hidrogeomorfológico a atingir um estado de equilíbrio natural entre a energia disponível e a eficiência do sistema em dissipar esta energia, que, neste caso, estão associadas à expansão das estradas vicinais que desviaram os fluxos superficiais de escoamento para suas laterais, aumentando o poder erosivo das águas devido a sua concentração. Assim, pode-se afirmar que é através da retroalimentação negativa que o balanço energético pode atingir um novo estado de equilíbrio.

O surgimento desta feição erosiva, associada à construção de estradas não pavimentadas (vicinais) que desviam fluxos superficiais sem observar as características da morfologia e comprimento das encostas, também foi verificada em trabalho de Agustin e Aranha (2016) na depressão de Gouveia/MG, Marchioro e Oliveira (2014), Marchioro, Andrade e Oliveira (2016), para a região serrana do Espírito Santo, sendo também salientada na obra de Bigarella (2003).



## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

O trabalho demonstrou, a partir da fotointerpretação, fornecimento e cruzamento de dados morfométricos dos anos de 1970, 2007/08 e 2012/15, as mudanças na paisagem decorrentes das intervenções antrópicas, utilizando o mapeamento geomorfológico como ferramenta eficaz de análise na evolução do relevo associados à exploração de rochas ornamentais.

Considerando as alterações do uso e cobertura da terra, pode-se constatar que a mineração desempenhou importante papel na transformação da morfologia, obtendo crescimento expressivo ao longo dos anos estudados na sub-bacia. Conseqüentemente, observou-se a redução da mata nativa e da mata nativa em estágio de regeneração, influenciando na análise e dinâmica integrada proposta pela Teoria Geral dos Sistemas e permitindo a inclusão do homem como agente geomorfológico.

Neste contexto, o sistema fluvial foi um dos mais impactados pelo avanço das escavações na sub-bacia estudada. Em 1970, notou-se o predomínio de cabeceiras de drenagem em áreas de preservação de florestas, situadas em encostas declivosas e íngremes com baixa resiliência às modificações antrópicas.

Em 2007/08 e 2012/15, observou-se o processo de depreciação dos canais de 1ª ordem e redução de parâmetros morfométricos, como o comprimento do canal principal, comprimento total e densidade de drenagem. A configuração de uma nova dinâmica fluvial proporcionou a formação de lagoas antrópicas que foram definidas como corpos d'água oriundos das atividades antropogênicas que alteram o perfil topográfico, ocorrendo durante atividade de mineração e podendo manter-se mesmo após a inatividade da exploração na localidade.

Estas morfologias antropogênicas foram evidenciadas também nos mapeamentos geomorfológicos, que foram realizados por meio da cartografia geomorfológica retrospectiva para os anos de 1970, 2007/08 e 2012/15. Este tipo de observação permitiu a análise da interação e inter-relação de diferentes variáveis.

Observou-se, de maneira geral, que as modificações ocasionadas no uso e cobertura foram determinantes para a criação, recriação e expansão de morfologias

antrópicas. Em 2012/15, os patamares em cavas de mineração desempenharam o entendimento na dinâmica do escoamento da sub-bacia, atrelando a estas morfologias o surgimento e desenvolvimento de novas lagoas antrópicas, pois o caminho dos fluxos de água a abastecem.

Vale ressaltar que as interferências antropogênicas provocaram instabilidades no sistema, com alterações locais do comportamento hidrodinâmico, acelerando os casos de erosão e aumentando o suprimento de sedimento na rede de drenagem (planície fluvial). Este fato é comprovado pelo surgimento de voçorocas em 2007/08 e expandidas em 2012/15, ocasionadas pelo desenvolvimento de estradas não pavimentadas que desviaram os fluxos superficiais de escoamento, aumentando o poder erosivo das águas devido a sua concentração.

As paisagens criadas pela mineração demonstraram, ainda nas formas de vertentes, o aplainamento antrópico do relevo com predomínio de superfícies retilínea planar e côncava planar. A exploração de rochas ornamentais acarretou a transformação do canal fluvial devido à ação direta e a deposição de partículas oriundas de escavações na encosta.

Por fim, é de suma importância considerar o peso da extração de rochas ornamentais para a economia do estado do Espírito Santo. No entanto, é muito relevante considerar o documento de *Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo (2017)*, no qual o Ministério do Meio Ambiente, em 2007, declara esta área como de alta prioridade para conservação, visando preservar e minimizar os impactos ambientais relacionados à mineração.

Cabe ao geógrafo o entendimento e reconhecimento destes processos que transformam o espaço, promovendo um planejamento adequado, onde considera-se a integração de aspectos naturais, sociais e econômicos na interpretação da paisagem.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABREU, A. A. **Considerações a respeito dos fundamentos conceituais das classificações geomorfológicas utilizadas no Brasil.** Boletim Paulista de Geografia. São Paulo (23): 49-59, 1986.

AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo.** [S.l.: s.n.], 1957.

AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário.** Geomorfologia, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Argissolos Vermelhos.** Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gmziudsg02wx5ok0liq1mqdz33gbr.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gmziudsg02wx5ok0liq1mqdz33gbr.html)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Floresta Estacional Semidecidual.** Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

AGERH – AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Diagnóstico e Prognóstico das condições de Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.** Espírito Santo, 2018. Disponível em: <[https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Itapemirim/REA\\_DiagnosticoPrognostico\\_CBH%20Rio%20Itapemirim.pdf](https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Itapemirim/REA_DiagnosticoPrognostico_CBH%20Rio%20Itapemirim.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

AGISOFT LLC. **Features – Professional Edition.** Disponível em: <<http://www.agisoft.com/features/professional-edition/>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

AHN, M. M. V. **Análise Antropogeomorfológica em Geossítio da história da mineração:** estudo nas Minas do Camaquã - RS. 2018. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

ANGULO-MARTÍNEZ, M. *et al.* **Splash erosion under natural rainfall on three soil types in NE Spain.** Geomorphology, [s. l.], p. 38-44, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2018.** Brasília, 2018. Disponível em: <[https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Informes/Informe\\_01\\_2019\\_Balanco\\_2018.pdf](https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Informes/Informe_01_2019_Balanco_2018.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; ARANHA, P. R. A. **A ocorrência de voçorocas em Gouveia, MG:** características e processos associados. Geonomos, [S. l.], v. 14 n. 2, p. 75-86, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11541>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

BERTALANFFY, L. V.. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Petrópolis: Vozes, 2008.

BERTOLINI, W. Z. I; CHEREM, L. F. S. **Relação entre o relevo e a rede de drenagem na análise da condição de equilíbrio no alto rio Piranga**. Revista Geografias, [s. l.], p. 102-118, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13417>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007.

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

BIERMAN, P. R.; MONTGOMERY, D. R. **Key Concepts in Geomorphology**. [S. l.] W.H.Freeman & Co Ltd, 2014.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 2003.

BOTELHO, R. G. M.; PELECH, A. S. **Do Mapeamento Geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo**. Revista Brasileira de Geografia, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei Nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Brasília, 1967. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del0227compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227compilado.htm)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto Nº 9.407, de 12 de junho de 2018**. Brasília, 2018. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9407.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9407.htm)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Levantamento dos Recursos Naturais, Vol. 32, Folha SF. 23/24 – Rio de Janeiro/Vitória Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. DNPM. Rio de Janeiro, 1974.

BRASIL. **Lei Nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017**. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/L13540.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13540.htm)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRASIL. **Lei Nº 6.567, de 24 de setembro de 1978**. Brasília, 1978. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6567.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BRICALLI, L. L.; MELLO, C. L. **Padrões de lineamentos relacionados à litoestrutura e ao fraturamento neotectônico (estado do Espírito Santo, -SE do Brasil)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 3, p. 301-311, 2013.

BROWN, E. H. **Man Shapes the Earth**. [S. l.]: Geographical Journal, 1970.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 5286 de 2001**. Cachoeiro de Itapemirim, 2001. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/es/c/cachoeiro-de-itapemirim/lei-ordinaria/2001/528/5286/lei-ordinaria-n-5286-2001-dispoe-sobre-o-sistema-de-licenciamento-ambiental-de-empresarios-atividades-e-servicos-considerados-efetiva-ou-potencialmente-poluidores-e-ou-degradadores-do-meio-ambiente-slaap-e-sobre-o-poder-de-policia-administrativo-disciplinando-as-infracoes-ao-meio-ambiente-e-suas-penalidades-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **Lei nº 6164 de 2008**. Cachoeiro de Itapemirim, 2008. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/es/c/cachoeiro-de-itapemirim/lei-ordinaria/2008/616/6164/lei-ordinaria-n-6164-2008-dispoe-sobre-as-zonas-especiais-de-interesse-social-zeis-determina-a-criacao-das-zeis-1-2-3-e-4-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CAMPOS, A. R. de *et al.* Resíduos: Tratamento e Aplicações Industriais. In: VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. (Org.). **Tecnologia de Rochas Ornamentais: Pesquisa, Lavra e Beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. p. 433-492.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. **Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.: s. n. 2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/&gt;>>. Acesso em: 4 fev. 2020.

CENTRO BRASILEIRO DOS EXPORTADORES DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Informativo mensal: Exportações de Rochas**. Espírito Santo, 2020. Disponível em: <<https://centrorochas.org.br/wp-content/uploads/2020/12/novembro2020.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CHORLEY, R. J. **Geomorphology and general systems theory**. Washington: [s. n.], 1962.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a system approach**. London: PrenticeHall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. A ação antrópica. In: **Notícia Geomorfológica**. 13/14. p. 66-67, 1967.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise Morfométrica de Bacias Hidrográficas**. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.



CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física**. Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro, 16/17 (31/34). p. 119-128, 1986/87.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 93-148.

COLTRINARI, L. **Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 12, n. 3, p. 121-129, 2011.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP J. C. **Geomorphology in environmental management**. Oxford: Clarendon Press, 1994.

CRUTZEN, P.; STOERMER, E. **The Anthropocene**. Global Change Newsletter, [s. l., s.n.], 2000.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. **A Cartografia do Relevo: Uma Análise Comparativa de Técnicas para a Gestão Ambiental**. Revista Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2003.

CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. **A cartografia do relevo como subsídio para a análise morfogenética de setor cuneiforme**. Mercator, Fortaleza, v. 12, n. 27, p. 149-158, 2013. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/759>>. Data de acesso: 20 jul. 2021.

CUPERTINO, W.; SANTOS, J. R. U.; MARCHIORO, E. Análise da Distribuição Granulométrica do Reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas. *In*: **I Congresso Internacional de Hidrossedimentologia**, [s. n.], Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://lamosageoufes.wixsite.com/ufes/simposio-e-seminarios>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

DANTAS, M. E. Análise de padrões de relevo: um instrumento aplicado ao mapeamento da Geodiversidade. *In*: **Bandeira I.C.N.** (ed.) Geodiversidade do Estado do Maranhão, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 10, Teresina/PI, p.133-140, 2013.

DENT, D; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: Allen and Unwin, 1981.

DIKAU, R. Geomorphic landform modeling based on hierarchy theory. *In*: BRASSEL, K.; KISHIMOTO, H. (Org.). **Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling**. Department of Geography, University of Zürich, Zürich, Switzerland, p. 230–239, 1990.

DULIAS, R. **The Impact of Mining on the Landscape: A Study of the Upper Silesian Coal Basin in Poland**. Poland: [s. n.], 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

ESCOBAR, I. P.; OLIVEIRA, S. A. M. de; LIMA, S. P. S.; PRADO, R. L. do; FERREIRA, A. T. A. Reprocessamento digital das imagens SLAR geradas pelos projetos RADAM e RADAMBRASIL - projeto RADAM-D. *In*: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. Anais: INPE, 2005. p. 4395-4398.

ESPÍRITO SANTO. **Avaliação das oportunidades da restauração de paisagens e florestas para o Estado do Espírito Santo, Brasil**. [S.l.: s.n.], 2017. Disponível em: <[https://infoflr.org/sites/default/files/2020-04/forest\\_landscape\\_restoration\\_opportunities\\_assessment\\_in\\_espirito\\_santo\\_state.pdf](https://infoflr.org/sites/default/files/2020-04/forest_landscape_restoration_opportunities_assessment_in_espirito_santo_state.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto nº 1.777, de 2007**. Disponível em: <[https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/legislacao\\_biosolido/decreto\\_1777\\_09\\_jan\\_2008.pdf](https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/legislacao_biosolido/decreto_1777_09_jan_2008.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 10.399 de 17 de julho de 2015**. Vitória, 2015. Disponível em: <<http://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/10.399.htm>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Programa Reflorestar**. Vitória. Disponível em: <<https://www.es.gov.br/programa-reflorestar>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Resolução (CONSEMA) nº 010 de 10 de agosto de 2005**. Vitória, 2005. Disponível em: <[https://iema.es.gov.br/Media/iema/LICENCIAMENTO/Minera%C3%A7%C3%A3o/24.%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONSEMA%20010-2005\\_Extra%C3%A7%C3%A3o%20Mineral%20com%20GU\\_15.08.05.pdf](https://iema.es.gov.br/Media/iema/LICENCIAMENTO/Minera%C3%A7%C3%A3o/24.%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONSEMA%20010-2005_Extra%C3%A7%C3%A3o%20Mineral%20com%20GU_15.08.05.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. **Software de Mapeamento GIS, Inteligência de Localização & Análise**. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

ESTAIANO, J. C. **Impactos da Mineração de Areia em Planícies Fluviais Meândricas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: O Caso do Rio Embu-Guaçu**, São Paulo – SP. 2007. 185 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FELDS, E. **Geomorfologia Antropogenética**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, n. 144. p. 352-357, 1958.

FELIPPE, M. F. *et al.* **Nascentes Antropogênicas: Processos Tecnogênicos**. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 279-286, out.-dez. 2013.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GEOBASES. **IEMA - MAPEAMENTO ES - 2012-2015**. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

- GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. London: Routledge Ltd, 2004.
- GOUDIE, A. S. **Human influence in geomorphology**. *Geomorphology*. v. 53, n. 7, p.37-59, 1993.
- GOUDIE, A. S. **Global warming and fluvial geomorphology**. *Geomorphology*, v. 79, n. 3-4, p. 384–394, 2006.
- GOUDIE, A. S.; VILES, H. A. **Geomorphology in the Anthropocene**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- GREGORY, K. J. **The Earth's Land Surface**. London: SAGE Publications, 2010.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M dos. S. **Geomorfologia Ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- GUSTAVSSON, M. **Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. Uppsala, 2006. Disponível em: <[http://www.science.earthjay.com/instruction/HSU/2016\\_fall/GEOL\\_332/labs/lab\\_02/FULLTEXT01.pdf](http://www.science.earthjay.com/instruction/HSU/2016_fall/GEOL_332/labs/lab_02/FULLTEXT01.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- GUSTAVSSON, M.; KOLSTRUP, E. **New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish**. *Geomorphology*, n. 110, p. 37-44, 2009.
- HAFF, P. K. **Neogeomorphology**. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, v. 83, n. 29, p. 310-317, 2002.
- HOOKE, R. L. **On the efficacy of humans as geomorphic agents**: *GSA Today*, v. 4, p. 217, 224-225, 1994.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia** (Coord. Bernardo de Almeida Nunes *et al.*). Série Manuais Técnicos em Geociências. Número 5, Rio de Janeiro: IBGE, 1995.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso Da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em:

<[https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas\\_brasil/brasil\\_clima.pdf](https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Unidades de Relevo 1:5.000.000**. 2006. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/15827-unidades-de-relevo.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo**. Vitória, 2012. Disponível em: <[http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20120718\\_ij01271\\_notatecnica28.pdf](http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20120718_ij01271_notatecnica28.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

INCAPER. **Monitoramento Agroclimático - Cachoeiro de Itapemirim/ES (Pacotuba)**. Disponível em: <[https://meteorologia.incaper.es.gov.br/monitoramento-cachoeiro\\_de\\_itapemirim](https://meteorologia.incaper.es.gov.br/monitoramento-cachoeiro_de_itapemirim)>. Acesso em: 15 abr. 2021.

LATRUBESSE, E.; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Secretaria de Indústria e Comércio e Superintendência de Geologia e Mineração (org), 2006.

MACHADO, H. A.; HENRIQUES, R. J.; SOUZA, R. F. de. **Mineração e relevo antropogênico, o exemplo da extração de esteatito em Santa Rita, Ouro Preto**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 22, n. 8, p. 166-175, jun. 2021. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/55361>>.

MARCHIORO, E. **A Incidência de Frentes Frias no Município de Vitória (ES)**. Revista ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 49-60, 2012.

MARCHIORO, E.; ANDRADE, E. E.; OLIVEIRA, J. C. **Evolução Espaço-Temporal de Voçorocas no Espírito Santo: Estudo de Caso nos Municípios de Afonso Cláudio e Alegre**. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 17, n. 1, p.191-204, jan./mar. 2016.

MARCHIORO, E.; OLIVEIRA, J. C. **Evolução espaço-temporal de voçoroca às margens da rodovia ES-482 em Alegre (ES)**. Revista Geonorte, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 218-221, 2014.

MARSH, G. P. **Man and Nature: or, Physical Geography as modified by Human Action**. New York: John F. Trow & Co., 1864.

MEIS, M. R.; MIRANDA, L. H. G.; FERNANDES, N. F. **Desnivelamento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul**. Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, 32, p. 1489-1509, 1982.

MOREIRA, A. A. N. **Cartas Geomorfológicas**. Geomorfologia, São Paulo, n. 5, IG-USP, 1969.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. England: Ed. Longman, 1995.

MOSSA, J.; JAMES, L. A. Impacts of mining on geomorphic systems. *In*: SHRODER, J.; JAMES, L. A.; HARDEN, C. P., CLAGUE, J. J. (Org.). **Treatise on Geomorphology**. Academic Press, San Diego, v. 13, Geomorphology of Human Disturbances, Climate Change, and Natural Hazards, p. 74-95, 2013.

MOULIN, M. das G. B.; MINAYO-GOMEZ, C. **Pedras sobre vidas**: vítimas e viúvas na indústria de mármore em Itaoca (ES). *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 1361-1369, jul./ago. 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63013434>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. **Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem**. *Revista da Casa de Geografia de Sobral*, Sobral, v.6/7, n. 1, p. 167-179, 2004-2005.

NETO, R. M. **A Abordagem Sistêmica e os Estudos Geomorfológicos**: Algumas Interpretações e Possibilidades de Aplicação. *Geografia*, Londrina, v. 17, n. 2, p. 67-87, 2008.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent**: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalém: D. Reidel Publishing Co., Keter publishing, 1983.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

PANIZZA, M. **Environmental Geomorphology**. Amsterdam: Elsevier, 1996.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, M. L. **A cartografia geomorfológica como subsídio para a análise do relevo antropogênico em área de mineração**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.13, n.4, (Out-Dez), 2012, p.379-391.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, M. L. **Alterações hidrogeomorfológicas devido à dinâmica de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (SP)**. *Revista Brasileira de Geociências*, Paraná, 42 (Suppl 1), 2012, p. 69-82.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, M. L. **Alterações na topografia e na rede hidrográfica em áreas de intensa atividade de mineração de argila: O Caso do Ribeirão Santa Gertrudes, interior do estado de São Paulo - Brasil**. [S.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/leticia>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila**: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP. 2010, 90 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

PASCHOAL, L. J. **Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração**. 2014, 177p. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2014.



PASCHOAL, L. G. *et al.* **Estudos Geomorfológicos em Área de Mineração em Portugal: Cartografia Geomorfológica para Análise do Impacto Sobre o Relevo.** Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 61-78, jan./mar. 2016.

PASCHOAL, L. G.; MORAIS, F. Contribuição à avaliação da criação de simbologias para mapeamentos geomorfológicos sobre imagens anáglifos georreferenciadas em ambiente SIG. *In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada –SBGFA; I Congresso Nacional de Geografia Física.* Campinas, SP: 2017.

PASCHOAL, L. G.; SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. **Geomorfologia Antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras.** Geographia Meridionalis, v. 1, n. 1, p. 95-126, 2015.

PEDROSA, A. de S. **A geomorfologia perante a ciência geográfica: algumas reflexões.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 409-417, 2014.

PELOGGIA, A. U. G. **A ação do Homem enquanto ponto fundamental da Geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do Município de São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 257-268. 1997.

PELOGGIA, A. U. G. **A cidade, as vertentes e as várzeas: A transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo.** Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 16, p. 24-31, 2005.

PELOGGIA, A. U. G. **A magnitude e a frequência da ação humana representam uma ruptura na processualidade geológica na superfície terrestre?.** Geosul, Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 54-60 (II Simpósio Nacional de Geomorfologia), 1998.

PELOGGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo: as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana.** 1996. 162 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo.** São Paulo: Xamã, 1998a.

PELOGGIA, A. U. G. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO.* Recife, Anais. ABEQUA (CD-ROM), 2003.

PELOGGIA, A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos. *In: PELOGGIA, A. U. G. Manual Geotécnico 3: Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana.* São Paulo, GT-GEOTEC, 1999. p. 35-50.

PERES, A. B. **Aerotriangulação por faixa e em bloco, por aplicação de software especialista, com medições de coordenadas fotográficas em mesa digitalizadora.** 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Programa de

Pós-Graduação em Geomática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. 1981. **Notícia Explicativa do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 94 p. (Monografias, 5).

PONTE, F. C.; SZLAFSZTEIN, C. F. **Uma Interpretação Geográfica Conectada ao Antropoceno**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 20, n. 70, p. 347-366, 2019.

QGIS. **Projeto QGIS**. Disponível em: <[https://qgis.org/pt\\_BR/site/](https://qgis.org/pt_BR/site/)>. Acesso em: 23 jul. 2021.

RINALDI, M.; WYŻGA, B.; SURIAN, N. **Sediment Mining in Alluvial Channels: Physical Effects and Management Perspectives**. [S.l., s. n.], 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/rra.884>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. *In*: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. de. (Org.). **Geografias de São Paulo: representação e crise da metrópole**. São Paulo: Contexto, 2004.

RODRIGUES, C. Efeitos da Urbanização em Sistemas Geomorfológicos. O Exemplo de São Paulo – Brasil. *In*: **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. São Paulo, 2005.

RODRIGUES, C. *et al.* **Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 105-123, 2019. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/view/13216>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros**. 1997. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M. C. Perspectiva geomorfológica na análise das intervenções antrópicas nas paisagens. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (Org.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 66-68.

RODRIGUES, C. **Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista**. Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 17, p. 101-111, 2011. DOI: 10.7154/RDG.2005.0017.0008. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47278>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

RODRIGUES, C. On antropogeomorphology. *In*: **IAG, REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY**. Anais, Rio de Janeiro, p.100-110, 1999.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais**. Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 8, p. 63-74, 2011. DOI:

10.7154/RDG.1994.0008.0006. Disponível em:  
<<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídio para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Revista do Departamento de Geografia, [s. l.], v. 10, p. 41-58, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1996.0010.0004. Disponível em:  
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ROSS, J. L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 6, p. 17-29, 1992.

SANTOS, J. R. U.; CUPERTINO, W. ; MARCHIORO, E. Análise da vulnerabilidade erosiva da bacia do rio Duas Bocas (ES). *In: I Congresso Internacional de Hidrossedimentologia*. [s. n.], Porto Alegre, v. 1, 2015. Disponível em:  
<<https://lamosageoufes.wixsite.com/ufes/simposio-e-seminarios>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

SANTOS, J. R. U.; MARCHIORO, E. **Fragilidade emergente da bacia hidrográfica do rio Duas Bocas, Espírito Santo**: uma análise integradora da paisagem. Revista Geografias, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 8-30, 2020. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/19364>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

SANTOS, R. L. **Cartografia Geomorfológica Retrospectiva do Sítio Urbano de Cuiabá (MT)**. 2017. 192 f. Dissertação (Mestrado Geografia Física) - Departamento de Geografia. São Paulo, 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Sensoriamento Remoto e Geofísica**. Disponível em:  
<<http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Sensoriamento-Remoto-e-Geofisica/RADAM-D-628.html>>. Acesso em: 19 de julho de 2021.

SHERLOCK, R. L. **Man as a geological agent**. London: High Holborn, 1922.

SILVA, C. F. A.; VALADÃO, R. C.. **Relevo Antropogênico**: Mineração de Ferro e a Interferência. Curitiba: Appris, 2016.

SILVA, T. M. da. **Mapeamentos Geomorfológicos**: escalas, aplicações e técnicas de compartimentação do relevo. v. 1, n. 17, p. 70-94, 2007. Disponível em:  
<<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/1296>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SIMON, A. L. H. **A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. 185f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.

SIMON, A. L. H.; LUPINACCI, C. M. (Org.). **A cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento**. Pelotas: UFPel, 2019.

SINDIROCHAS. **Exportações de rochas**. Espírito Santo, 2020. Disponível em: <<https://www.sindirochas.com/downloads/relatorios/Relatorio-de-Exportacoes-Abril-2020.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITHS, J. S. **Geomorphological Mapping: Methods and Applications**. Elsevier: Oxford, 2011.

SOUZA, A. G.; SILVA, F. B.; MARCHIORO, E. Dinâmica hidrossedimentológica da bacia hidrográfica do córrego Pau Amarelo, na reserva biológica de Duas Bocas – Cariacica (ES). *In: XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Hidrossedimentologia no Contexto NEXO para uma Sociedade Sustentável*, Vitória, 2018. Disponível em: <<https://lamosageoufes.wixsite.com/ufes/simposio-e-seminarios>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

SOUZA, J. C. de; PEREIRA, U. C. **Antropogeomorfologia: Base Teórica e Análise Acerca da Extração do Amianto Crisotila em Minaçu (GO)**. *Geoambiente On-line*, [S. l.], n. 24, p. 32-48, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/34070>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

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

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). *In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (Org.). Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea*. Curitiba: Ed. UFPR, 2002. p. 111-120.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms**. [ S. l.]: Pearson Prentice Hall, 1991.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. *In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. (Org.). Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms*. London: Springer, 2010.

TEODORO, V. L. T.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Disponível em: <[https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20\\_11.pdf](https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2021.

THOMAZ, E. **Erosão do solo: teorias, métodos e perspectivas**. Curitiba: Editora CRV, 2019.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, 1977.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965.

UGB – União da Geomorfologia Brasileira. **Avanços no Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo**. Youtube. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=Tm\\_BzCo0YNk&t=2479s](https://www.youtube.com/watch?v=Tm_BzCo0YNk&t=2479s)>. Acesso em: 08 jul. 2021.

UGB – União da Geomorfologia Brasileira. **Classificação do Relevo no Brasil: demandas, desafios, ações e proposições**. Youtube. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=lejD6r9jHPU&ab\\_channel=Uni%C3%A3odaGeomorfologiaBrasileira](https://www.youtube.com/watch?v=lejD6r9jHPU&ab_channel=Uni%C3%A3odaGeomorfologiaBrasileira)>. Acesso em: 08 jul. 2021.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **TOPODATA**: processamento dos dados SRTM. São José dos Campos, INPE, 2010. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/05.10.18.42/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA**: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. 2008. 75 f. Trabalho acadêmico (pesquisa em dados topográficos). Ministério da ciência e tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.19.24/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A.. **ITC System of geomorphological survey**. Netherlands, Manuel ITC Textbook, Vol. VII, Chapter VII. 3, 1975.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A.. **ITC textbook of PhotoInterpretation, VII:2 – ITC system of geomorphological survey**. ITC: The Netherlands, 1968.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996.

WARNAVIN, L.; ARAUJO, W. M. **Estudo das transformações da paisagem e do relevo**. Curitiba: Intersaberes, 2016.

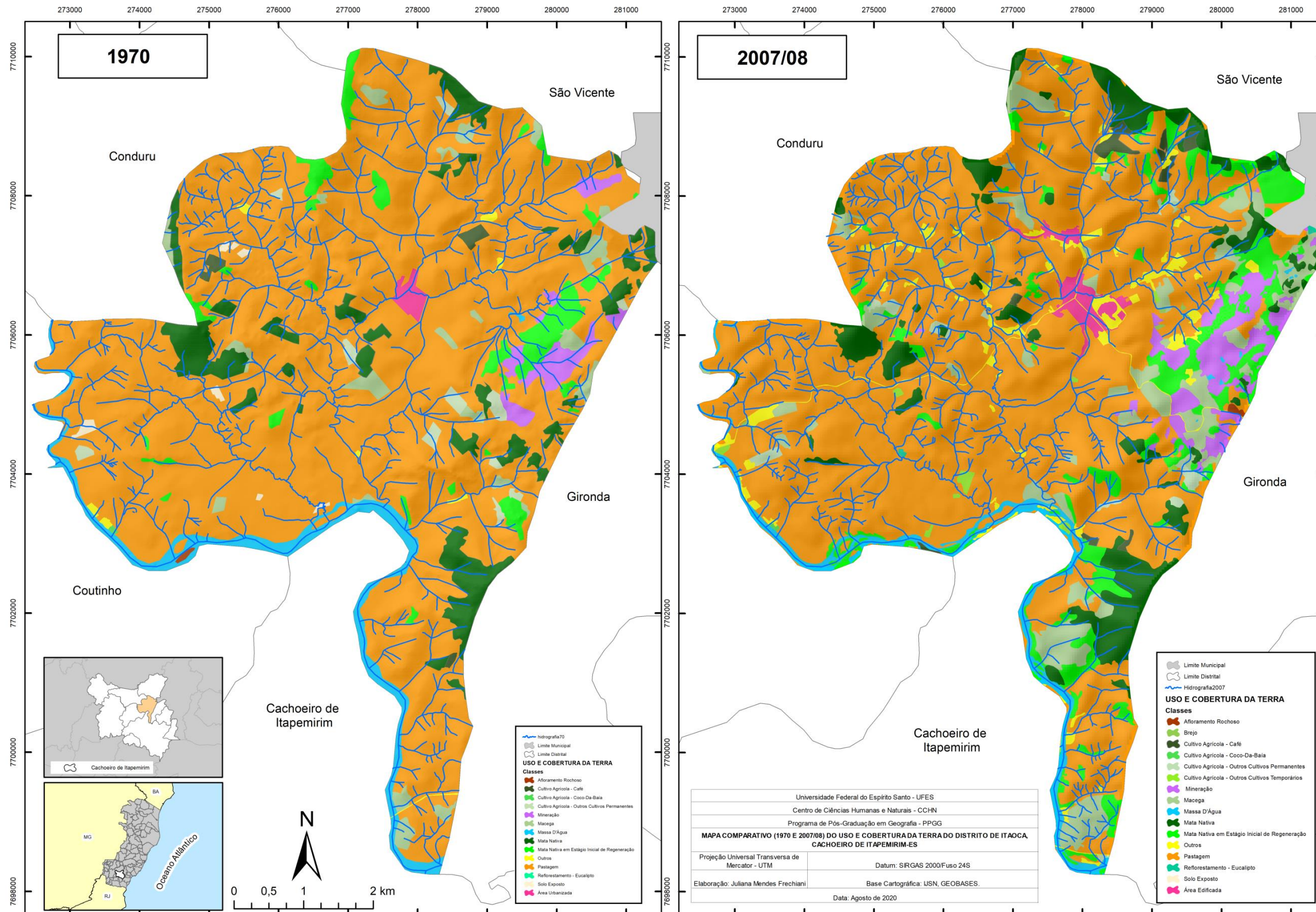
WINGE, M. *et. al.* **Glossário Geológico Ilustrado**. 2001. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>>. Acesso em: 19 jul. 2021.



# APÊNDICES

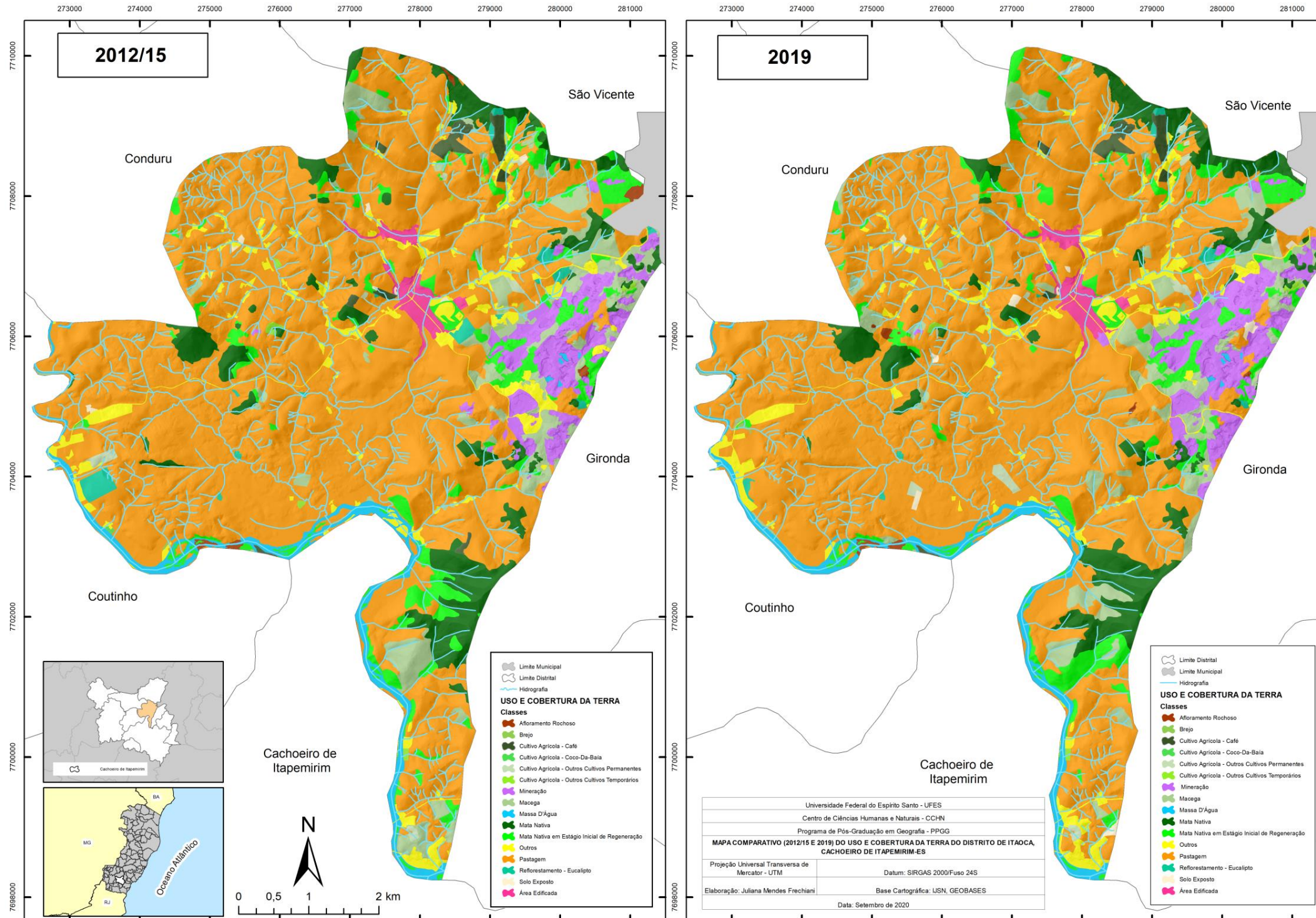
APÊNDICE A – Mapa Comparativo (1970 e 2007/08) do Uso e Cobertura da Terra do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (ES)

MAPA COMPARATIVO (1970 E 2007/08) DO USO E COBERTURA DA TERRA DO DISTRITO DE ITAOCA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM (ES)



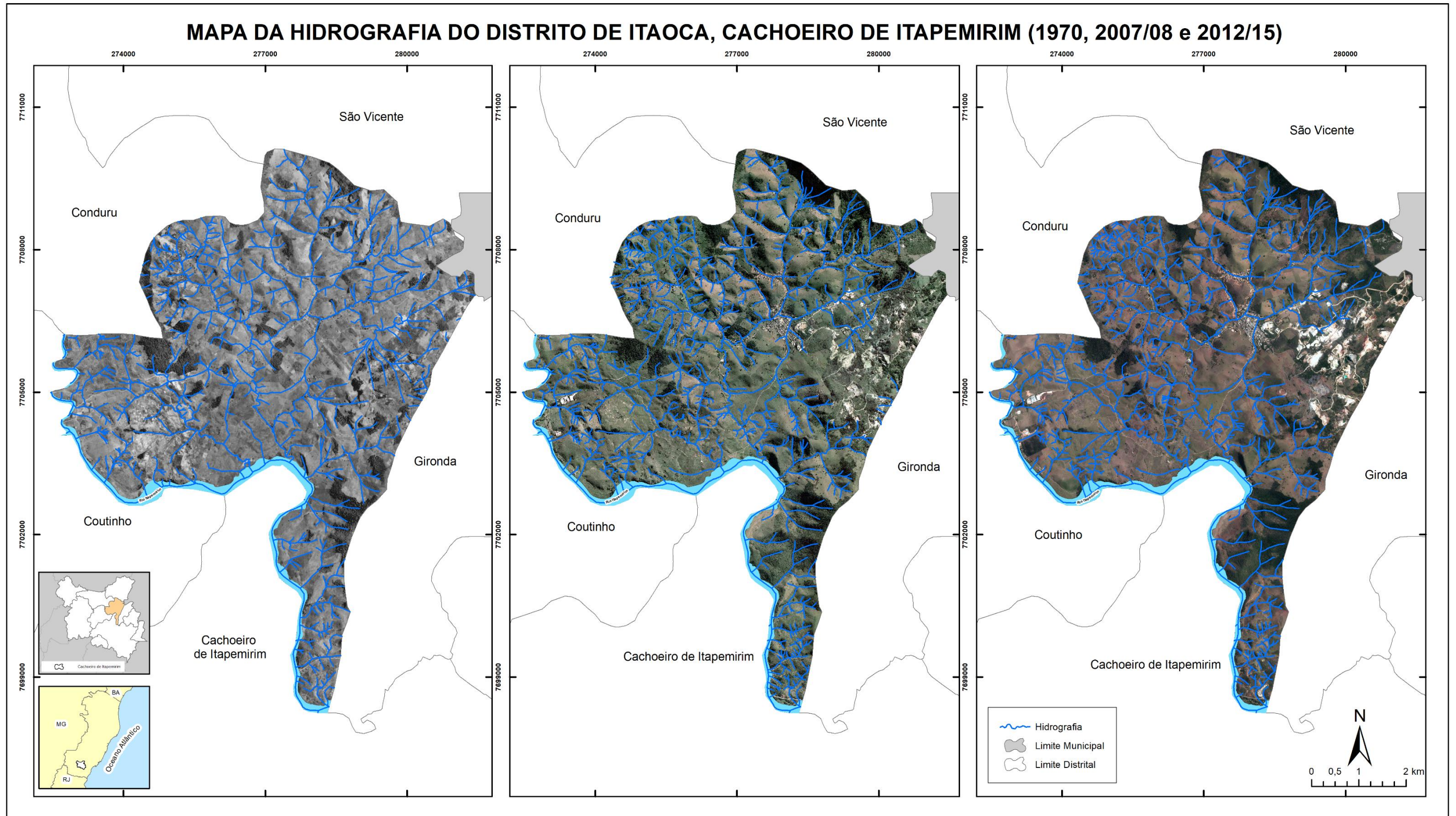


APÊNDICE Aa – Mapa Comparativo (2012/15 e 2019) do Uso e Cobertura da Terra do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (ES)



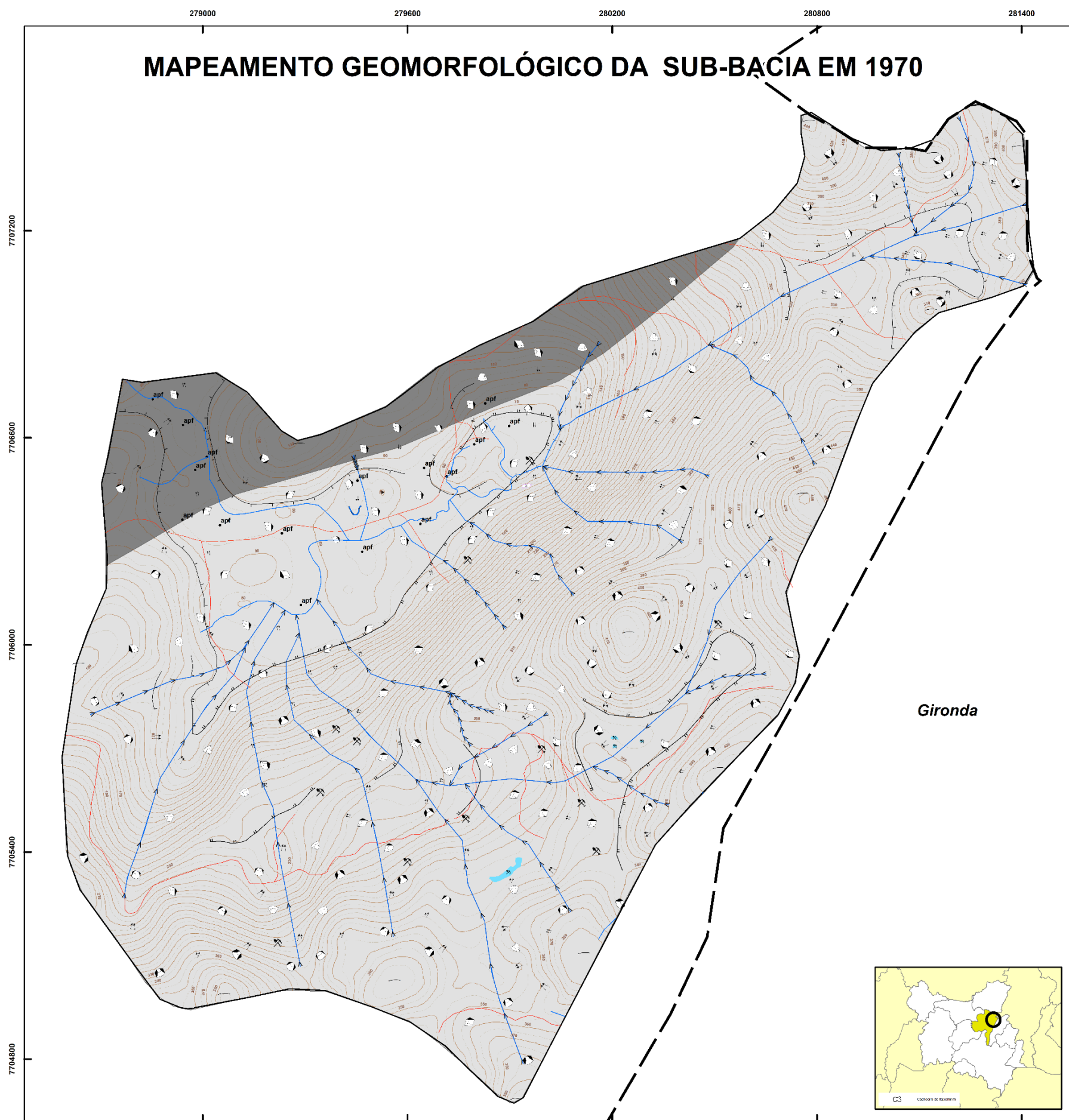


APÊNDICE B – Mapa da Hidrografia do Distrito de Itaoca, Cachoeiro de Itapemirim (1970, 2007/08 e 2012/15)

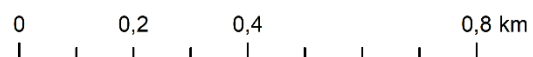




APÊNDICE C – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 1970



LEGENDA					
		Simbol/Lot	Autor		
LITOLOGIA	Eliacariano	Unidade São Joaquim	Verstappen e Zúrdam (1975)		
	Cambriano	Pedregulho	Verstappen e Zúrdam (1975)		
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLÚVIOS	Escoamento	Divergente	Verstappen e Zúrdam (1975)		
		Convergente	Verstappen e Zúrdam (1975)		
		Planar	Verstappen e Zúrdam (1975)		
	Formas de vales				
	Interflúvio	Arredondado	Florenzano (2008) adaptado de Dent e Young (1961)		
	Feições Topográficas	Curvas de Nível			
		Canal Fluvial		Tiscar (1965)	
	Feições Hidrográficas	Meandro Abandonado		Christofolotti (1981), Gaudin (2003)	
		Ruptura Topográfica			
	FORMAS DE ACUMULAÇÃO	Suave		Verstappen e Zúrdam (1975)	
				Verstappen e Zúrdam (1975)	
		Formas das Vertentes	Côncava Convergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
			Côncava Planar		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
			Côncava Divergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)
Retilínea Convergente				Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Retilínea Planar				Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Retilínea Divergente				Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Convexa Convergente				Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Convexa Planar				Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Convexa Divergente		Valeriano (2008) adaptado de Dikau (1990)			
FORMAS DE ACUMULAÇÃO	Acumulação de planície fluvial	apf	Tiscar (1965)		
MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	Colina Residual derivada da microação	Suave	Adaptado de Paschoal et al. (2010)		
	Lagos Antropóicos		Adaptado de Paschoal et al. (2010)		
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Mineração	Ativa	Convenção Cartográfica <sup>2</sup>		
	Estrada Não Pavimentada		Convenção Cartográfica <sup>2</sup>		
	Limite Distrital		Convenção Cartográfica <sup>2</sup>		



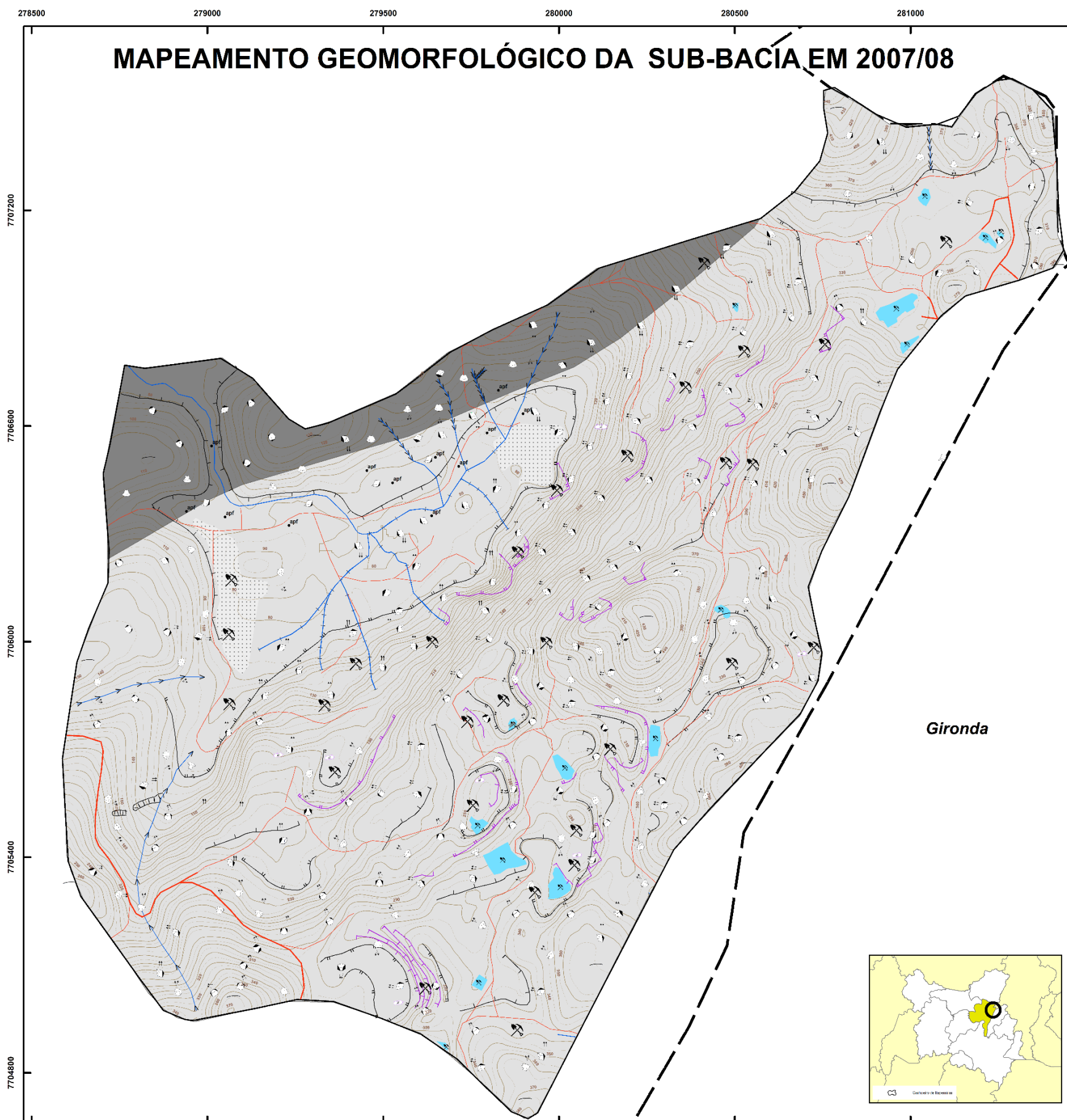
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
 Centro de Ciências Humanas e Naturais - CCHN  
 Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG  
**MAPA DO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA SUB-BACIA EM 1970 DO DISTRITO DE ITAOCA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM**

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum: SIRGAS 2000/Fuso 24S

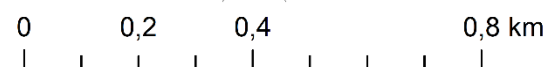
Elaboração: Juliana Mendes Frechiani  
 Base Cartográfica: IJUN, GEOBASES  
 Data: Abril de 2021



APÊNDICE D – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 2007/08



LEGENDA				
		Símbolo/Cor	Autor	
LITOLÓGICA	Edacarana	Unidade São Joaquim	Verstappen e Zalcman (1975)	
	Carbonato	Podagallo	Verstappen e Zalcman (1975)	
	Esocometo	Divergente	Verstappen e Zalcman (1975)	
FORMAS DE VERTENTES E INTERFLUVIOS	Formas de vóte	Planar	Verstappen e Zalcman (1975)	
		Convergente	Verstappen e Zalcman (1975)	
	Interrívios	Arredondado	Floreszano (2008) adaptado de Dent e Young (1991)	
		Feições topográficas	Curvas de Nível	-
	Feições Hidrográficas	Canal Fluvial	Ticot (1966)	
		Ruptura Topográfica	Abrupta	Verstappen e Zalcman (1975)
	Suave		Verstappen e Zalcman (1975)	
	Formas dos Vertentes	Côncava Convergente	Côncava	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
			Côncava Fluvial	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
		Côncava Divergente	Côncava	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
			Côncava Fluvial	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
		Retilínea Convergente	Retilínea	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
			Retilínea Fluvial	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
		Retilínea Divergente	Retilínea	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
			Retilínea Fluvial	Valentino (2008) adaptado de Dikou (1990)
Formas de Acumulação		Acumulação de planície fluvial	apf	Ticot (1966)
		Colina Residual derivada da mineração	Suave	Adaptado de Paschoal et al. (2010)
Planície em um curso de mineração	Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
	MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	Suave	Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)		
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Lagoas Antropicas	la	Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
	Canal fluvial sob influência antropica	ca	Adaptado de Simon (2007)	
	Área de acumulação de planície e terraço fluvial sob influência antropica	ap	Paschoal et al. (2010); Paschoal (2011)	
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Margem	Alta	Convenção Cartográfica 6	
	Estado	Fluvial	Convenção Cartográfica 7	
	Estado	Fluvial	Convenção Cartográfica 8	
	Estado	Fluvial	Convenção Cartográfica 9	
	Estado	Fluvial	Convenção Cartográfica 10	
	Limite Municipal	---	Convenção Cartográfica 11	
	Limite Distrital	---	Convenção Cartográfica 12	



Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Centro de Ciências Humanas e Naturais - CCHN

Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA SUB-BACIA EM 2007/08 DO DISTRITO DE ITAOCA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

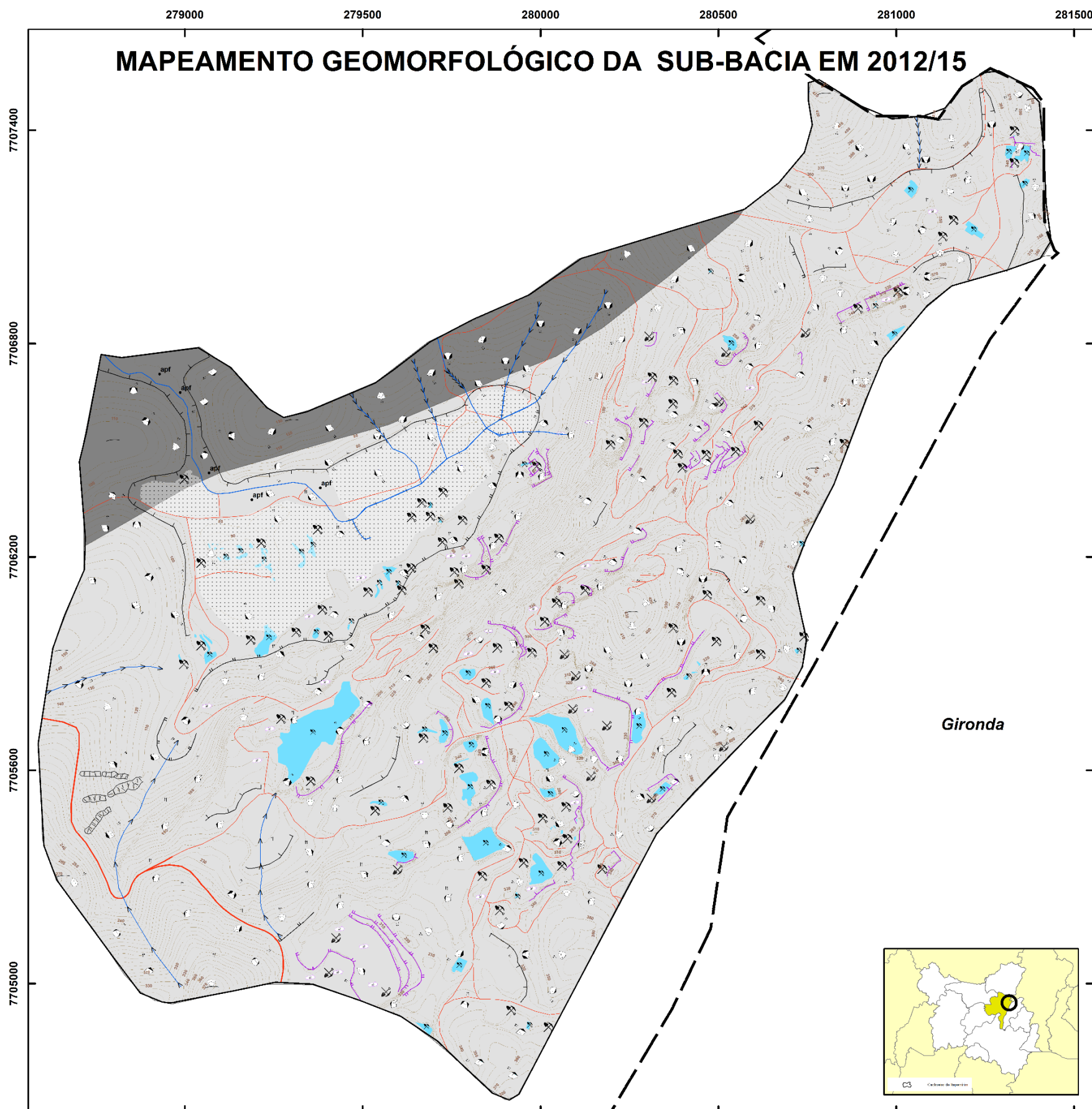
Datum: SIRGAS 2000/Fuso 24S

Elaboração: Juliana Mendes Frechiani

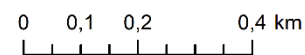
Base Cartográfica: IJSN, GEOBASES

Data: Abril de 2021

APÊNDICE E – Mapeamento Geomorfológico da Sub-bacia em 2012/15



LEGENDA				
	Simbol	Cod	Autor	
LITOLOGIA	Edacuarato	Unidade Gão Junquirim	Verstappen e Zuidam (1975)	
	Cambriano	Fedregulho	Verstappen e Zuidam (1975)	
FORMAS DE VÁLEIS E INTERFLÚVIOS	Escoamento	Divergente	Verstappen e Zuidam (1975)	
		Convergente	Verstappen e Zuidam (1975)	
		Planar	Verstappen e Zuidam (1975)	
	Formas de vales	V	Verstappen e Zuidam (1975)	
	Intorfícios	Arredondado	Florenzano (2008) adaptado de Dent e Young (1981)	
	Fleções Topográficas	Cunha de Nível		
		Fleção		
	Fleções Hidrográficas	Canal Fluvial		Trecaut (1965)
		Ranuras Topográficas	Abrupta	Verstappen e Zuidam (1975)
	FORMAS DE ACUMULAÇÃO	Suave		Verstappen e Zuidam (1975)
				Verstappen e Zuidam (1975)
		Côncavo Convergente		Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)
				Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)
		Côncavo Divergente		Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)
				Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)
Ritmo Plano			Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)	
			Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Coneca Convergente			Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)	
			Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)	
Coneca Divergente		Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)		
		Valentim (2008) adaptado de Dikau (1990)		
MORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA	Acumulação de planície fluvial	apf	Trecaut (1965)	
	Cúria Residual delimitada da mineração	Suave		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
		Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)
Hátaras em áreas de mineração	Suave		Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
	Abrupta		Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Lagos Antropicos		Adaptado de Paschoal et al. (2010)	
	Canal fluvial sob influência antropica		Adaptado de Simon (2007)	
	Área de acumulação de planície e terraco fluvial sob influência antropica		Paschoal et al. (2012); Paschoal (2011)	
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS	Mineração	Ativa	Convenção Cartográfica <sup>1</sup>	
		Inativa	Convenção Cartográfica <sup>2</sup>	
	Estrada Pavimentada		Convenção Cartográfica <sup>3</sup>	
	Estrada Não Pavimentada		Convenção Cartográfica <sup>4</sup>	
	Limite Municipal		Convenção Cartográfica <sup>5</sup>	
	Limite Distrital			



Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
 Centro de Ciências Humanas e Naturais - CCHN  
 Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG  
**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA SUB-BACIA EM 2012/15 DO DISTRITO DE ITAOCA, CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM**  
 Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
 Datum: SIRGAS 2000/Fuso 24S  
 Elaboração: Juliana Mendes Frechiani  
 Base Cartográfica: IJSN, GEOBASES  
 Data: Abril de 2021