



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Yasmim Rizzolli Fontana dos Santos

**CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DE DETALHE APLICADA AO
GEOPATRIMÔNIO: GEOMORFOSSÍTIOS DO PROJETO GEOPARQUE
CAMINHOS DOS CÂNIIONS DO SUL, SC/RS**

Florianópolis

2021

Yasmim Rizzolli Fontana dos Santos

**CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DE DETALHE APLICADA AO
GEOPATRIMÔNIO: GEOMORFOSSÍTIOS DO PROJETO GEOPARQUE
CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL, SC/RS**

Dissertação submetida do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestra em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Valdati

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Santos, Yasmim Rizzolli Fontana dos
Cartografia geomorfológica de detalhe aplicada ao
geopatrimônio: : geomorfossítios do Projeto Geoparque
Caminhos dos Cânions do Sul, SC/RS / Yasmim Rizzolli
Fontana dos Santos ; orientador, Jairo Valdati, 2021.
191 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Patrimônio geomorfológico. 3.
Geomorfossítio. 4. Mapa geomorfológico. 5. Escala de
detalhe. I. Valdati, Jairo . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III.
Título.

Yasmim Rizzolli Fontana dos Santos

**CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DE DETALHE APLICADA AO
GEOPATRIMÔNIO: GEOMORFOSSÍTIOS DO PROJETO GEOPARQUE
CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL SC/RS**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Dr.^a Maria Carolina Villaça Gomes
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Marcos Antonio Leite do Nascimento
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Orlando Ednei Ferretti
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestra em Geografia

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia

Prof. Dr. Jairo Valdati
Orientador

Florianópolis, 2021

AGRADECIMENTOS

Gratidão aos meus pais, Adroaldo e Maria, por entenderem a minha ausência e sempre me motivarem a continuar, se cheguei até aqui é graças a vocês.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Jairo, pelo aprendizado e pela parceria na pesquisa, e ao Prof. Joel Pellerin, quem me apoiou e esteve comigo no início deste trabalho.

Prof^a. Maria Carolina e Prof^a. Edna, obrigada por sempre estarem disponíveis a ajudar e pelos papos divertidos do laboratório. Também aos colegas de laboratório e de trabalho de campo do grupo de pesquisa BIOGEO – UDESC.

Agradeço a Prof^a Rosemy pelo aprendizado e o auxílio nesse período na UFSC e a todos os docentes do PPGG que contribuíram para minha formação. Ao Prof. Orlando e Prof. Marcos, obrigada por aceitarem participar da banca e contribuir com o trabalho.

As minhas eternas roomies, Thaís, Iara e Marcos, companheiras da pós-graduação e de cafés, obrigada! As minhas amigas e revisoras, Priscila e Raila, agradeço por toda ajuda com o texto e pelas longas conversas, vocês foram muito importantes nesse processo. A Angel e Marina, agradeço o companheirismo de sempre.

Ao querido Hatan, quem esteve comigo do processo seletivo até defesa. Foi meu piloto de carro e de drone, fotógrafo e assessor geotecnológico, meu parceiro de trilhas e da vida, gratidão por estar ao meu lado. E a Malu, agradeço todo apoio e pela da saveiro preta. A saveiro (preta) que voltava toda marrom dos trabalhos de campo!

Agradeço a UFSC e a UDESC, universidades públicas que propiciaram o ensino de qualidade e a estrutura para o desenvolvimento do trabalho. Por fim, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela oportunidade de bolsa durante todo o mestrado.

Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou por outro – atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma *herança*.

(Aziz Ab'saber, 2003)

RESUMO

Geopatrimônio consiste em elementos do meio abiótico que possuem o valor de uma herança para as futuras gerações. Neste contexto, o patrimônio geomorfológico pode ser expresso pelos geomorfossítios, que são formas, processos e depósitos associados em que se pode atribuir um valor, como científico e cultural. Um instrumento para a representação desse patrimônio é a cartografia geomorfológica, pois ela permite apresentar os aspectos do relevo e a dinâmica da paisagem. A legenda, a escala, o objetivo e a legibilidade são pontos importantes na representação, que resultam em mapas geomorfológicos. A escala é fundamental nesta representação, os mapas em grande escala são indicados para os geomorfossítios por possibilitar maior grau de detalhamento, sendo uma forma de reconhecimento do geopatrimônio e contribuição para a geoconservação. O objetivo deste trabalho é identificar e representar os geomorfossítios de valor científico das unidades geomorfológicas do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul SC/RS por meio da cartografia geomorfológica de detalhe. Nesse sentido, uma legenda geomorfológica compatível com a grande escala é necessária para legibilidade das informações, porém a legenda usada no Brasil não contempla tal particularidade. O sistema de legenda geomorfológica de detalhe aprimorado por pesquisadores italianos foi aplicado para a representação dos sítios. Esta legenda é elaborada para a grande escala e é apoiada em cores e símbolos para cada processo geomorfológico. A área de estudo compreende o geoparque situado entre o extremo sul de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul, onde se encontram cinco unidades geomorfológicas: Planície Litorânea, Planície Colúvio-aluvionar, Patamares da Serra Geral, Escarpa da Serra Geral e Planalto dos Campos Gerais. Com base em imagens aéreas e trabalhos de campo, oito geomorfossítios foram selecionados por indicarem a dinâmica de cada unidade, sendo eles: 1) uma turfeira do Planalto dos Campos Gerais, 2) cânion Itaimbezinho e 3) cânion Fortaleza nas Escarpas da Serra Geral, 4) Paredão da Areia Branca nos Patamares da Serra Geral, 5) canal entrelaçado do Rio Seco, 6) contato entre o depósito aluvial e o coluvial e 7) os terraços fluviais do Rio da Pedra e Rio Pai José na Planície Colúvio-aluvionar, 8) depósitos eólicos de Itapeva na Planície Litorânea. Assim, resultando em oito mapas geomorfológicos entre as escalas 1:4.000 e 1:32.000, que mostram formas, processos e depósitos de origem gravitacional, fluvial, aluvial, eólico e estrutural.

Palavras-chave: Patrimônio geomorfológico. Mapa geomorfológico de detalhe. Geossítio.

ABSTRACT

Geoheritage consists in elements of the abiotic environment that have the value of a heritage for the future generations. In this context, geomorphological heritage can be expressed by geomorphosites, which are forms, processes, and associated deposits that a value can be attributed to, such as scientific and cultural. An instrument for this heritage representation is the geomorphological cartography because it allows presenting the aspects of relief and the dynamics of the landscape. Legend, scale, objective and legibility are important points of this representation, which results in geomorphological maps. The scale is fundamental in this representation, the large-scale maps are indicated for geomorphosites because it enables a greater degree of detail, being a way of recognizing the geoheritage and contributing for the geoconservation. The aim of the work is to identify and represent the geomorphosites of scientific value of the geomorphological units of the Aspirant Geopark “Caminhos dos Cânions do Sul SC/RS” through the detailed geomorphological cartography. A geomorphological legend compatible with the large scale is necessary for the readability of the information, however legend used in Brazil does not include this particularity. The detailed geomorphological legend system improved by Italian researchers was applied to represent the geosites. This proposal was designed for large scales and is based on colors and various symbols for each geomorphological process. The study area is a geopark located between the south of Santa Catarina and northeast of Rio Grande do Sul, where five geomorphological units are found: Littoral Plain, Colluvium-alluvial Plain, Serra Geral hills (“patamares”), Serra Geral Escarpment and Campos Gerais Plateau. Based on aerial images and fieldwork, eight geomorphosites were selected to indicate the dynamics of each unit, namely: 1) one peat bog in the Campos Gerais Plateau, 2) Itaimbezinho canyon and 3) Fortaleza canyon in the Serra Geral Escarpment, 4) “Paredão da Areia Branca” in the Serra Geral hills, 5) braided channel of the Seco river, 6) a contact between alluvial and colluvial deposits and 7) fluvial terraces of Pedra river and Pai José river in the Colluvium-alluvial plain, 8) Itapeva’s eolian deposits in the Littoral Plain. Thus, there are eight geomorphological maps between the scales 1:4,000 and 1:32,000, which show shapes, processes and deposits of gravitational, fluvial, alluvial, eolian and structural origin.

Keywords: Geomorphological heritage. Detailed geomorphological map. Geosite.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual da geoconservação proposto por Brilha (2016).....	29
Figura 2 – Formas de relevo ruiformes esculpidas no arenito Vila Velha do Grupo Itararé, Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.....	34
Figura 3 – Monte Roraima.....	35
Figura 4 – Vulnerabilidade dos geomorfossítios em relação aos processos naturais e à ação antrópica.	35
Figura 5 – Geossítios do Geoparque Araripe. A: Pontal da Santa Cruz; B: Pedra Cariri.	40
Figura 6 – Mapas de Passarge de 1914: A) representa as formas dos vales; B) apresenta o ângulo de inclinação das encostas em quatro classes.....	41
Figura 7 – Exemplo de carta de base: carta geomorfológica da bacia de Tenna, escala original 1:50.000.....	45
Figura 8 – Exemplo de mapa derivado: mapa das principais unidades morfológicas, baseado na carta geomorfológica da bacia do rio Trionto, Firenze. Escala original 1:170.000.	45
Figura 9 – Estrutura para mapeamento geomorfológico do IBGE (2009).....	52
Figura 10 – Proposta de taxonomia do relevo de Ross estruturada em 6 táxons (1992).....	53
Figura 11 – Simbologia de polígonos, linhas e pontos das formas de SGI (2018).	63
Figura 12 – Simbologia da litologia com a referência do lápis <i>Stabilo</i> por Dramis e Bisci (1998).	64
Figura 13 – Cores das formas, processos e depósitos do sistema de legenda geomorfológica de Dramis e Bisci (1998) com o número do lápis <i>Stabilo</i>	66
Figura 14 – Cores das formas ativas e inativas do sistema de legenda geomorfológica do SGI (2018).	67
Figura 15 – Simbologia de cada classe de escarpa de falha de Dramis e Bisci (1998).....	68
Figura 16 – Texturas dos depósitos conforme a granulometria, SGI (2018) tem como base as classes granulométricas da União Americana de Geofísica.	69
Figura 17 – Mapa geomorfológico detalhado do Alto Vale de Fanes e Vale Paron, Parque Natural de Fanes-Senes-Braies, Itália.....	70
Figura 18 – Mapa geoturístico do Alto Vale de Fanes e Vale Paron, Parque Natural de Fanes-Senes-Braies, elaborado a partir do mapa geomorfológico detalhado.	71
Figura 19 – Mapa índice dos sítios geológicos e paleontológicos do Brasil da Sigep.....	74
Figura 20 – Mapa índice dos geossítios do Geopark Villuercas Ibores Jara, na Espanha.	74
Figura 21 – Normal climatológica de precipitação (em mm) e temperatura (°C) de Cambará do Sul, no planalto dos Campos Gerais.....	83

Figura 22 – Normal climatológica de precipitação (em mm) e temperatura (°C) de Torres, na planície litorânea.....	83
Figura 23 – Perfil interno de um derrame do Grupo Serra Geral.....	85
Figura 24 – Convenções geológicas para a simbologia dos mapas geológicos, apresentada por IBGE (2009).....	97
Figura 25 – Elaboração da simbologia em camadas no QGis 3.8, exemplo da construção do símbolo do escoamento superficial concentrado, composto por linhas e marcador de seta.....	99
Figura 26 – Símbolos pontuais e lineares criados no <i>software</i> QGis.....	99
Figura 27 – Nevoeiro no período da manhã, a baixa visibilidade da área da turfeira auxilia perceber a intensidade do nevoeiro, cuja umidade é fundamental para a manutenção do alto teor de água nesse ambiente.....	117
Figura 28 – Imagens Google de 2016 e 2020 da turfeira confinada.....	119
Figura 29 – A turfeira está confinada no fundo de um pequeno vale no topo do planalto, no centro da imagem se visualiza a vegetação mais verde do <i>Sphagnum sp.</i> , indicando a extensão da turfeira.....	120
Figura 30 – Curso d'água no fundo do vale onde se forma a turfeira. A: Visão do curso à montante; B: Visão do curso d'água à jusante, percebe-se que a água flui sobre o leito rochoso e plano, o que é característico de rios do planalto.....	121
Figura 31 – Perfis topográficos do geomorfossítio da turfeira do planalto.....	123
Figura 32 – Principais cânions da escarpa a Serra Geral, situados no extremo sul de Santa Catarina, na divisa com o Rio Grande do Sul.....	125
Figura 33 – Extensão do cânion Itaimbezinho apresentando duas direções.....	125
Figura 34 – Registro com Vant do ponto de mudança de direção do Itaimbezinho, nota-se a forma de "cotovelo" e a trilha que dá acesso aos mirantes do cânion.....	126
Figura 35 – Lineamentos tectônicos do Itaimbezinho visualizados e vetorizados com base no Modelo Digital de Terreno.....	126
Figura 36 – Parte superior da encosta com blocos de rochas suspensos e de forma irregular, indicando a queda de blocos por gravidade.....	127
Figura 37 – Paredão rochoso do cânion Itaimbezinho com o limite dos derrames de lava demarcados pela vegetação.....	127
Figura 38 – A: Cachoeira das Andorinhas, próxima ao vértice do cânion; B: Cachoeira Véu de Noiva, próxima ao cotovelo.....	128
Figura 39 – Depósitos aluviais de variados tamanhos ao longo do leito do Rio do Boi.....	129
Figura 40 – Perfis topográficos do geomorfossítio cânion Itaimbezinho.....	132

Figura 41 – A: Visualização do interior do cânion Fortaleza, a partir do mirante (ponto mais alto); B: Visualização da porção final do cânion, do final da trilha da Pedra do Segredo.	133
Figura 42 – A: Rio Arroio Segredo flui pelo planalto e termina na borda da superior escarpa, a trilha da Pedra do Segredo passa sobre rio, no trecho próximo à escarpa; B: Cachoeira do Tigre Preto com suas três quedas, cada uma formando um patamar onde se notam blocos caídos por ação gravitacional.	134
Figura 43 – Blocos caídos na primeira queda da Cachoeira do Tigre Preto, nota-se que os blocos são de tamanhos variados e bem angulosos, indicando que é um material recente, com pouco ou sem retrabalhando fluvial.	135
Figura 44 – Parede rochosa com a delimitação de patamares pela vegetação, na porção central se nota as três quedas da segunda cachoeira – na data do registro tinha pouco volume de água.	136
Figura 45 – Geossítio da Pedra do Segredo, na encosta do cânion Fortaleza.	136
Figura 46 – Perfis topográficos do geomorfossítio cânion Fortaleza.	139
Figura 47 – Visão lateral do Paredão da Areia Branca: topos de morro convexos, borda das escarpas, encostas verticalizadas e os tons esbranquiçados na rocha arenítica.	140
Figura 48 – Visão frontal do Paredão da Areia Branca: topos de morro e topos das torres ruiniiformes mais à frente, em meio à vegetação.	141
Figura 49 – Arenito Botucatu erodido em forma de torres, característico do relevo ruiniiforme.	141
Figura 50 – Cavidade na base do Paredão da Areia Branca.	142
Figura 51 – Geossítio Fenda da Raia do GCCS, junto do geomorfossítio Paredão da Areia Branca, em Timbé do Sul.	143
Figura 52 – Perfis topográficos do geomorfossítio Paredão da Areia Branca.	145
Figura 53 – Em primeiro plano, a planície de inundação do Rio Pai José, em segundo plano, um dos terraços fluviais mapeados – do centro e à direita da imagem é perceptível o terreno mais elevado e levemente ondulado do terraço.	147
Figura 54 – Planície do Rio da Pedra antes da confluência com Rio Pai José, há atividades agrícolas na planície e no terraço, situado no lado esquerdo da imagem.	148
Figura 55 – Solo sendo preparado para cultivo na planície de inundação do Rio da Pedra, observa-se a grande quantidade de seixos, típicos da planície aluvial atual dessa região, o local desse registro está a 140m do canal fluvial.	149
Figura 56 – Perfis topográficos dos terraços fluviais.	151

Figura 57 – Imagem Google de 2004 do segmento do rio representado, notam-se algumas ilhas estabilizadas dentro do canal devido ao porte e a densidade da cobertura vegetal, em outros pontos se percebe uma vegetação incipiente, indicando que são mais recentes.....	153
Figura 58 – Série temporal de imagens Google do Rio Seco mostrando as alterações do canal entre 2013 e 2019. Em comparação com a Figura 57 (2004), ocorreram modificações especialmente na estabilização e evolução da ocupação vegetal das ilhas.....	153
Figura 59 – Visão de dentro do canal: no primeiro plano os seixos depositados dentro no canal, ocasionando agradação do rio; em segundo plano, no centro está a ilha de vegetação arbustiva, que separa os dois canais, nota-se as margens dos canais com uma vegetação de porte arbóreo; em terceiro plano está o Monte Realengo.	154
Figura 60 – A: Registro de um dos canais em 11 de julho de 2019; B: Registro do dia 10 de julho de 2020, após um evento de alta pluviosidade e cheia ocorrida no dia 08 de julho.....	155
Figura 61 – Depósito aluvial dentro do canal entrelaçado, as imagens são de pontos diferentes do segmento do rio, percebe-se a variedade de tamanho e arredondamento dos sedimentos.	156
Figura 62 – Perfis topográficos do geomorfossítio do canal entrelaçado do Rio Seco.	158
Figura 63 – Trilha da Paleotoca Três Barras, que passa sobre a planície do geomorfossítio do contato entre depósito coluvial e aluvial.	159
Figura 64 – Fotografia oblíqua do geomorfossítio: em primeiro plano, o depósito aluvial da planície de inundação, onde é ocupada por atividade agropecuária; em segundo plano, o depósito coluvial; em terceiro plano, a encosta de um patamar da Serra Geral.	160
Figura 65 – Detalhe dos seixos e blocos expostos na rampa de colúvio.	161
Figura 66 – Imagem Google (2020) da visão geral do geomorfossítio do contato entre depósito coluvial e aluvial, na parte central da imagem é perceptível os sulcos de escoamento superficial concentrado.....	162
Figura 67 – Perfis topográficos do geomorfossítio do contato entre depósito aluvial e depósito coluvial.	164
Figura 68 – Série histórica de imagens Google, (A: 2003, B: 2007, C:2009, D: 2011, E: 2013 e F: 2017) na área do Peva delimitada como geomorfossítio, onde se percebe a variação de formas eólicas e aluviais ao longo dos anos.	166
Figura 69 – Série histórica do campo de dunas de Itapeva, modificações no período de 1953-2013: amarelo representa as dunas móveis, verde a área vegetada e rosa a área urbana.	167
Figura 70 – A: Em primeiro plano se vê a água do canal sangradouro fluindo sobre depósitos marinhos praias, nota-se que a forma se abre como um leque, já em segundo plano, há as dunas frontais de Itapeva (esquerda do sítio); B: Os depósitos marinhos praias e as dunas frontais	

(depósitos eólicos ativos) do lado direito do sítio. Nas duas imagens é possível visualizar a vegetação herbácea sobre as dunas frontais.	168
Figura 71 – As dunas frontais, a interduna com o campo de <i>nebkas</i> e as dunas interiores com os limites bem demarcados pela vegetação. A: Visualização da porção norte do Peva, no centro da imagem se nota o afloramento rochoso do grupo Serra Geral, no fundo da imagem, à esquerda está a área urbana do município de Torres e à direita a Torre da Guarita e o Morro do Farol; B: Visualização do sul do Peva, sendo nítido as dunas interiores ativas, a interduna com espaços sem vegetação ou com vegetação rala.	170
Figura 72 – Área central do geomorfossítio: canal sangradouro da baixada úmida e seus depósitos aluviais, observa-se no segundo plano os depósitos eólicos ativos em forma de duna, na frente há as dunas móveis e atrás as dunas fixas ocupadas por vegetação de maior porte.	171
Figura 73 – Leque aluvial formado na desembocadura do sangradouro.	171
Figura 74 – Comparação entre os símbolos pontuais dos geossítios: A) símbolo reproduzido conforme SGI (2018); B) símbolos modificados, círculo com a borda em amarelo ouro, preenchida com a cor do processo/forma e a letra do grau de relevância.	176
Figura 75 – Comparação das cores do processo eólico: A) Azul turquesa definido por Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994); B: Amarelo definido por SGI (2018).	177
Figura 76 – Exemplo dos símbolos que seriam usados nos mapas geomorfológicos deste trabalho com legenda do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009).	178
Figura 77 – Cores da litologia: A) simbologia das rochas efusivas de Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994) e SGI (2018); B) simbologia de IBGE (2009) para rochas basálticas, sem a textura.	179

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	78
Mapa 2 – Mapas das áreas protegidas inseridos total ou parcialmente no GCCS.....	82
Mapa 3 – Unidades geomorfológicas situadas no território do GCCS.	110
Mapa 4 – Geomorfossítios do GCCS elencados por CPRM (2011), Geodiversidade Ltda. (2018) e o Dossiê de candidatura do GCCS (2019), com o respectivo grau de relevância de acordo com a avaliação de cada autor.	114
Mapa 5 – Localização dos geomorfossítios selecionados para o mapeamento de detalhe por unidade geomorfológica.	116
Mapa 6 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio da turfeira do Planalto dos Campos Gerais.	122
Mapa 7 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio cânion Itaimbezinho na escarpa da Serra Geral.	131
Mapa 8 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio cânion Fortaleza na escarpa da Serra Geral.	138
Mapa 9 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio Paredão da Areia Branca nos patamares da Serra Geral.....	144
Mapa 10 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio dos terraços fluviais da planície colúvio-aluvionar.	150
Mapa 11 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio do canal entrelaçado do Rio Seco na Planície Colúvio-aluvionar.	157
Mapa 12 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio do contato do depósito coluvial e depósito aluvial.	163
Mapa 13 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio dos depósitos eólicos de Itapeva.	173

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Geomorfossítios brasileiros inventariados e publicados pela Sigep.....	37
Quadro 2 – Propostas de geoparques no Brasil.	38
Quadro 3 – Estado de atividade dos movimentos de massa.	48
Quadro 4 – Legenda geomorfológica pelo mundo.	60
Quadro 5 – Classes de rochas e suas respectivas cores para representação cartográfica apresentadas no documento Diretrizes do Mapa geomorfológico da Itália, SGI (2018).	64
Quadro 6 – Cores das formas e processos geomorfológicos de SGI (1994) e a atualização de SGI (2018).	65
Quadro 7 – Nove princípios orientadores para o mapeamento de geomorfossítios.	75
Quadro 8 – Coluna litoestratigráfica do território do GCCS.	88
Quadro 9 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.	90
Quadro 10 – Cores e código RGB da simbologia de cada processo, forma e depósito usadas no mapeamento dos geomorfossítios do GCCS.	96
Quadro 11 – Cores e seus códigos RGB usados para representação da litologia no fundo dos mapas do geomorfológicos dos geomorfossítios do GCCS.	98
Quadro 12 – Geomorfossítios catarinenses do GCCS por Geodiversidade Ltda. (2018).	111
Quadro 13 – Geomorfossítios do GCCS por Godoy, Binotto e Wildner (2011).	111
Quadro 14 – Geomorfossítios indicados do dossiê de candidatura do geoparque.	112
Quadro 15 – Geomorfossítios selecionados em cada compartimento geomorfológico e a escala do mapa elaborado.	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Geossítios no Brasil inventariados e publicados pela Sigep.....	36
Tabela 2 – Classes de escala de mapas, intervalos e comprimentos mapeáveis.	55
Tabela 3 – Mapas e escalas conforme o IBGE (2009).	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

APA	Área de Proteção Ambiental
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GCCS	Geoparque Caminho dos Cânions do Sul
GGN	Rede Global de Geoparques
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IGU	União Geográfica Internacional
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IUGS	<i>International Union of Geological Sciences</i>
MAB	<i>Man and the Biosphere Programme</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
MMA	Ministérios do Meio Ambiente
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
Parna	Parque Nacional
PES	Parque Estadual
Peva	Parque Estadual de Itapeva
Radam	Radar na Amazônia
RB	Reserva da Biosfera
RBMA	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
Revis	Refúgio da Vida Silvestre
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SDS/SC	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
Sema	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
SGI	<i>Servizio Geologico d'Italia</i>

SGN	<i>Servizio Geologico Nazionale (Servizio Geologico d'Italia)</i>
Sigep	Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos
SRTM	<i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i>
UC	Unidade de Conservação
UGB	União da Geomorfologia do Brasil
UGG	<i>UNESCO Global Geoparks</i>
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
Vant	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	26
2.1	DA GEODIVERSIDADE AO GEOPATRIMÔNIO	26
2.1.1	Geomorfossítios: geomorfologia e patrimônio.....	32
2.1.2	Geopatrimônio brasileiro.....	36
2.2	CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA	40
2.2.1	Aspecto Geomorfológicos do Mapas.....	44
2.2.1.1	<i>Morfologia.....</i>	46
2.2.1.2	<i>Morfogênese</i>	47
2.2.1.3	<i>Morfodinâmica</i>	47
2.2.1.4	<i>Morfocronologia</i>	48
2.2.2	Cartografia Geomorfológica pelo Mundo.....	49
2.2.3	Cartografia Geomorfológica Brasileira.....	50
2.2.4	Escala.....	54
2.2.4.1	<i>Pequena escala.....</i>	56
2.2.4.2	<i>Média Escala</i>	56
2.2.4.3	<i>Grande escala.....</i>	57
2.2.5	Legenda geomorfológica	58
2.2.5.1	<i>Legenda Geomorfológica Italiana</i>	61
2.3	MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO à REPRESENTAÇÃO DE GEOMORFOSSÍTIOS	71
3	ÁREA DE ESTUDO: GEOPARQUE ASPIRANTE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL.....	77
3.1	ASPECTOS FÍSICOS	83
3.1.1	Clima.....	83
3.1.2	Geologia.....	84
3.1.3	Hidrografia.....	88
3.1.4	Relevo	89
3.1.5	Solo.....	91
3.1.6	Vegetação	92
4	METODOLOGIA	96
4.1.1	Simbologia usada nos mapas dos geomorfossítios.....	96
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	100
4.2.1	Seleção dos geomorfossítios	100

4.2.2	Trabalhos de Campo	100
4.2.3	Materiais utilizados	101
4.2.4	Materiais e etapas do mapeamento dos geomorfossítios	104
5	RESULTADOS	107
5.1	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	107
5.2	GEOMORFOSSÍTIOS DO GCCS.....	111
5.3	MAPAS GEOMORFOLÓGICOS DE DETALHE DOS GEOMORFOSSÍTIOS SELECIONADOS.....	115
5.3.1	Turfeiras na unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais	117
5.3.2	Cânion Itaimbezinho na unidade geomorfológica da Escarpa da Serra Geral	124
5.3.3	Cânion Fortaleza na unidade geomorfológica da Escarpa da Serra Geral	133
5.3.4	Paredão da Areia Branca na unidade geomorfológica dos Patamares da Serra Geral	140
5.3.5	Terraços fluviais na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar	146
5.3.6	Canal entrelaçado do Rio Seco na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar	152
5.3.7	Contato entre planície aluvial e depósitos coluviais na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar	159
5.3.8	Depósitos eólicos de Itapeva na unidade geomorfológica Planície Litorânea ...	165
5.4	DISCUSSÃO.....	174
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	182
	REFERÊNCIAS	184

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1980 surgiu a primeira noção de diversidade das feições do relevo e, na década seguinte, a ideia de bem geomorfológico, sendo o princípio do que se conhece atualmente como geodiversidade e patrimônio geomorfológico (GRAY, 2004; REYNARD, 2009a). Esses dois conceitos vêm conquistando espaço na comunidade científica desde os anos 2000. Assim, também vem crescendo o reconhecimento de formas, conjuntos de formas, processos e paisagens que são exemplares da história da Terra ou elementos únicos que são importantes em diferentes aspectos, em especial científicos, culturais e paisagísticos.

Do ponto de vista da geomorfologia, a paisagem geomorfológica é fruto de processos pretéritos e atuais, das condições climáticas e da base geológica. Como destaca Aziz Ab'Saber (2003, p. 9) “Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou por outro – atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma herança”. Este estudo se refere em específico ao patrimônio geomorfológico, em reconhecer as feições do relevo, os processos e depósitos associados como uma herança do tempo geológico para as futuras gerações. Apesar de ser comum o uso dos termos patrimônio geológico e geopatrimônio, vale salientar que não se referem apenas à geologia, mas a todo o meio abiótico que é uma herança do tempo geológico.

Cada unidade espacial desse patrimônio é chamada de geossítio, que é uma nomenclatura geral para os seus diversos tipos, podendo ser paleontológico, espeleológico, paleoambiental, entre outros. Neste trabalho tratar-se-á dos sítios geomorfológicos, que são denominados de geomorfossítios. Na concepção de Panizza (2001), os geomorfossítios são formas de relevo em que se pode atribuir valores, sendo eles: científicos, culturais, cênicos e socioeconômicos. Esses valores retratam as qualidades do relevo que são significativas além dos seus aspectos morfológicos. O geopatrimônio e os geomorfossítios não tem escala pré-definida, vão desde uma única feição até uma paisagem.

Devido à percepção da relevância da geodiversidade e do geopatrimônio foi desenvolvida a concepção de geoconservação. Usa-se a palavra conservação com o intuito de permitir que os processos e as mudanças naturais ocorram, haja vista que a palavra “preservação” remete à ideia de proteção do *status quo* (GRAY, 2004). Deste modo, a geoconservação preza pela evolução natural, mesmo que envolva processos autodestrutivos.

Embora estratégias de conservação do meio abiótico ocorram desde meados do século XIX em alguns países, as ações se tornaram de âmbito internacional a partir da década de 1970,

com a Convenção do Patrimônio Mundial da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Um dos programas mais recentes é o Geociências e Geoparques da Unesco (*Internacional Geosciences and Geoparks Programme – IGGP*), que foi criado em 2015 e tem sido amplamente adotado pelos países membros da Unesco. Um geoparque global consiste em sítios e paisagens em áreas geográficas únicas e unificadas que abrigam um patrimônio geológico de relevância internacional. Este patrimônio deve ter importância científica, raridade ou beleza, sendo representativa, principalmente, na história geológica regional. A gestão de um geoparque global é baseada no conceito holístico de proteção, educação desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2020).

A área de estudo deste trabalho é um projeto de geoparque, atualmente denominado Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS). O projeto está sendo construído desde 2007, com o objetivo de reconhecer uma área singular no território brasileiro como um geopatrimônio internacional pelo selo de geoparque global da Unesco. Godoy, Binotto e Wildner (2011), Lima e Vargas (2018) e própria proposta do GCCS (2019) apontam sítios geológicos, geomorfológicos, estratigráficos e paleontológicos que estão presentes nesse território. O geoparque se situa na região onde há os maiores cânions do Brasil, sendo já conhecida pelo seu valor cênico e turístico.

O GCCS abrange os limites territoriais de sete municípios entre o extremo sul do estado de Santa Catarina e nordeste do Rio Grande do Sul, nos quais se localizam também Unidades de Conservação, uma Reserva da Biosfera e outras áreas protegidas que reforçam a importância do meio físico local. Segundo Santa Catarina (1986), nesse território há cinco unidades geomorfológicas ou compartimentos de relevo: Planície Litorânea, Planície Colúvio-aluvionar, Planalto dos Campos Gerais, Escarpa da Serra Geral e Patamares da Serra Geral. A variedade de unidades geomorfológicas indica a diversidade paisagística deste território.

IBGE (2009) define unidades geomorfológicas como conjuntos de formas que indicam os seus processos de origem, portanto as formas do relevo e depósitos do GCCS expressam os processos passados e os atuais. A distância da planície litorânea até o planalto da área de estudo é de, aproximadamente, 45km. Observam-se as dunas eólicas na planície litorânea, os patamares testemunhos da regressão da escarpa da Serra Geral, cânions e as turfeiras do planalto. Neste percurso o relevo apresenta feições, processos e depósitos distintos que contam uma história evolutiva, razão pela qual o patrimônio do GCCS é principalmente geomorfológico.

O mapeamento é um instrumento de informação de cada componente do território e sua complexidade (CARTON et al, 2003a). Tratando-se de geopatrimônio, o mapeamento dos

geomorfossítios é para o seu conhecimento e também um modo de geoconservação. Carton et al. (2003a) e SGI (2018) apontam a cartografia geomorfológica como meio de representação dos geomorfossítios, uma vez que os princípios desta cartografia mostram a perspectiva dinâmica da paisagem, diferente da cartografia temática de outras áreas das Ciências da Terra.

O mapa é uma representação da realidade e, como salienta Florezano (2008), é informação, síntese e instrumento. Os mapas geomorfológicos são instrumentos de estudo e de desenvolvimento da geomorfologia, pois apresentam um quadro dos aspectos do relevo, dos processos naturais e antrópicos que os modelam e, deste modo, permitem análises e previsões da sua evolução e a reconstrução paleogeográfica (SGI, 2018). Autores como Ab'Saber (1969), Ross (1992), Dramis e Bisci (1998), Gustavsson (2006), Knight et al. (2011) e Dramis et. al (2011) discutem sobre o que deve ser representado e qual aspecto central dos mapas geomorfológicos – morfologia, morfodinâmica, morfocronologia, morfogênese, litologia, hidrografia e *status* dos processos.

Nesse contexto, a escala, a legenda e a legibilidade são três pontos fundamentais desses mapas que são discutidos por muitos autores e serão evidenciados no decorrer deste estudo. Como o relevo possui de micro a macroformas, o grau de detalhe de um mapa muda conforme a sua escala, sendo assim, o objeto de estudo deve ser bem delineado. A grande escala possibilita representar os aspectos do relevo e uma análise integrada de seus elementos (DRAMIS; BISCI, 1998; DRAMIS et al., 2011). Em função disso, Carton et al. (2003b) salienta que a grande escala é a mais adequada aos geomorfossítios.

Klimaszewski (1982) apresenta oito princípios do mapa geomorfológico de detalhe da União Geográfica Internacional (*Union Geographic International - UGI*), sendo que o primeiro e essencial é que tais documentos devem ser produzidos com base em trabalho de campo. Ademais, os limites da escala de detalhe, simbologia e a ordem de legenda, dados litológicos, de idade e das formas são pontos destacados. A legenda é uma das questões mais complexas, tendo em vista a quantidade de elementos representados. Por esse motivo, vários países elaboraram um sistema de legenda geomorfológica com simbologias para as especificidades de seus territórios nacionais.

Com base nos conceitos de geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação se propõe a representar os geomorfossítios do GCCS pela cartografia geomorfológica de detalhe, isto é, elaborar mapas geomorfológicos de grande escala. No entanto, a legenda brasileira do Manual Técnico da Geomorfologia do IBGE (2009) não atende às particularidades da grande escala, diante disso um outro sistema de legenda foi adotado para os mapas dos geomorfossítios, a legenda geomorfológica do *Servizio Geologico d'Italia*.

A cartografia geomorfológica italiana começou a ser sistematizada na década de 1960 por Mario Panizza, com base Tricart (1965) e Klimaszewski (1956). Em 1972, o mesmo autor elaborou uma proposta de legenda para a geomorfológica de detalhe. Esses estudos incentivaram a elaboração de diretrizes para os mapas geomorfológicos da Itália, que foram publicadas em 1994 pelo *Servizio Geologico Nazionale* (atualmente chamado *Servizio Geologico d'Italia – SGI*). Com o desenvolvimento dessa cartografia ao longo dos anos, os mapas deste sistema de legenda adquiriram um alto valor científico para a descrição e análise da paisagem, sendo aplicados em diversas áreas (SGI, 2018).

Isto posto, os objetivos do presente trabalho são:

Objetivo geral: Identificar e representar geomorfossítios de valor científico relevante em cada unidade geomorfológica do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul por meio da cartografia geomorfológica de detalhe.

Objetivos específicos:

- Identificar geomorfossítios de valor científico no território do Projeto de Geoparque com base nas unidades geomorfológicas;
- Representar os geomorfossítios por meio da aplicação de técnicas do mapeamento geomorfológico de detalhe;
- Elaborar uma legenda adequada para representação dos geomorfossítios com base do sistema de legenda geomorfológica do *Servizio Geologico d'Italia*.

A partir do conhecimento das unidades geomorfológicas encontradas no GCCS, os sítios foram selecionados por meio de análises de imagens aéreas e de trabalhos de campos. Com base em Dramis e Bisci (1998) e nas “Diretrizes da Carta Geomorfológica da Itália 1:50.000” de 1994 e na sua atualização publicada em 2018, estrutura-se a legenda geomorfológica para representação dos geomorfossítios. As cores e símbolos referentes aos aspectos geomorfológicos e a identificação dos sítios são recriados no *software* QGis, onde todos os mapas foram elaborados. Contudo, a litologia – que compõe o plano de fundo dos mapas geomorfológicos – é indicada com as convenções geológicas apresentadas por IBGE (2009). Algumas adaptações das simbologias de ambos os autores são realizadas visando a legibilidade dos mapas.

A pesquisa está estruturada em quatro partes: 1) referencial teórico (seção 2) com os conceitos e o histórico do tema de pesquisa; 2) caracterização do meio físico do Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul (seção 3); 3) metodologia (seção 4) com o

detalhamento do sistema de legenda geomorfológica e materiais e métodos; 4) resultados (seção 5) com os mapas e a descrição do geomorfossítios selecionados e a discussão dos resultados.

Este trabalho está vinculado do Grupo em Pesquisa em Dinâmica, Estrutura e Conservação da Biodiversidade e da Geodiversidade (BIOGEO) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

O referencial teórico metodológico da pesquisa está subdividido em três partes, a primeira sobre o geopatrimônio (2.1), a segunda sobre a cartografia geomorfológica (2.2) e a terceira sobre a representação dos geomorfossítios (2.3).

2.1 DA GEODIVERSIDADE AO GEOPATRIMÔNIO

Os estudos sobre geodiversidade têm aumentado significativamente o seu espaço no meio acadêmico desde os anos 2000, embora as primeiras associações entre diversidade, geologia e geomorfologia tenham ocorrido ainda na década de 1980 na Austrália. Segundo Gray (2004), chamadas de “diversidade das feições do relevo” e “diversidade geomórfica”, o termo geodiversidade surgiu apenas na década de 1990.

Para Gray (2013, apud GRAY, 2018) a geodiversidade consiste na diversidade natural dos componentes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, também considerando os seus sistemas, estruturas, conjuntos e relações. Gray (2004) descreve seis valores para a geodiversidade, considerando que tais valores podem se sobrepor:

- 1) Valor intrínseco ou de existência, sendo um valor subjetivo sobre natureza abiótica por si só, livre de uma avaliação pelos seres humanos;
- 2) Valor cultural, relacionado ao valor atribuído pela sociedade em um aspecto do meio físico, como histórico e arqueológico, folclórico ou religioso;
- 3) Valor estético, voltado às características visuais e de beleza de paisagens locais e geoturismo;
- 4) Valor econômico, atribuição de um valor financeiro aos elementos do ambiente abiótico, como para os fósseis¹, minerais, rochas, entre outros, usados nas indústrias ou para geração de energia;
- 5) Valor funcional, quanto ao papel funcional da geodiversidade, subdividida em função geossistêmica, ecossistêmica e utilitária ao ser humano;
- 6) Valor educacional e de pesquisa, associado aos estudos científicos e projetos de educação para alunos e professores, assim como para futuros profissionais de ciências da Terra.

¹ O valor econômico da geodiversidade não pode ser atribuído aos fósseis no Brasil, pois a legislação nacional considera os fósseis como bens da União, deste modo a sua exploração e comercialização são proibidas.

Brilha (2005) assume o termo proposto pela *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, que define a geodiversidade como a “variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que dão suporte para a vida na Terra” (BRILHA, 2005, p. 17). Baseado em Gray (2004), Brilha (2005) também considera os seis valores da geodiversidade antes mencionados.

Dessa mesma forma, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) considera a geodiversidade como a natureza abiótica composta por diversos ambientes, fenômenos e processos geológicos que originam as rochas, minerais, depósitos superficiais, solos, fósseis, águas e, por fim, a paisagem, sendo esses os elementos que promovem o desenvolvimento da vida terrestre (SILVA, 2008). O referido autor ainda destaca que a geodiversidade tem valores científicos, turísticos, educativos, culturais, econômicos e estéticos.

A Associação Internacional de Geomorfólogos (IAG) adota a definição de Panizza e Piacente (2009, p. 40, tradução nossa), para os quais geodiversidade é “a variedade de ambientes geológicos e geomorfológicos considerados como a base para a diversidade biológica da Terra”.

Brilha (2016) ressalta que na literatura científica se encontram muitos conceitos e definições sobre geodiversidade e patrimônio geológico. Apesar das amplas discussões, ainda não há um consenso desse conceito na comunidade científica internacional. Posto isso, Panizza e Piacente (2009) apontam que as diversas definições de geodiversidade existentes são associadas ao conceito de biodiversidade, conhecida mundialmente como a diversidade biótica, ou seja, a geodiversidade é a diversidade abiótica.

Diferente da diversidade geológica, a compreensão da relevância da diversidade biológica foi mais evidente. A percepção da extinção e declínio das espécies, das mudanças na paisagem e destruição de habitats suscitou eventos, acordos e leis sobre o tema, culminando na idealização do termo biodiversidade em meados da década de 1980 (GRAY, 2004). O conceito de biodiversidade tomou grandes proporções desde então. Para Sharples (2002), a geodiversidade e a biodiversidade são vinculadas, de modo que a geoconservação é a base para a bioconservação.

Estabelecido o que define a geodiversidade, e sendo essa qualidade reconhecida em uma determinada parte do planeta, a sua conservação e valorização pode ser promovida. Segundo Sharples (2002), a geoconservação objetiva conservar a diversidade abiótica e manter a evolução natural dos processos geológicos, geomorfológicos e pedológicos. Para Brilha

(2005), é a conservação e gestão do patrimônio geológico e dos processos naturais a eles relacionados, em outras palavras, é a gestão sustentável dos elementos da geodiversidade.

Gray (2004) destaca que geodiversidade é herdada e, por consequência, se esta é usada e destruída, priva as futuras gerações de conhecê-la. Nesse contexto, Gordon e Leys (2001, apud GRAY, 2004) citam duas justificativas da geoconservação: 1) o dever de conservar o atual patrimônio para que seja também o patrimônio das futuras gerações; e 2) os benefícios do uso sustentável para a humanidade e o mundo natural.

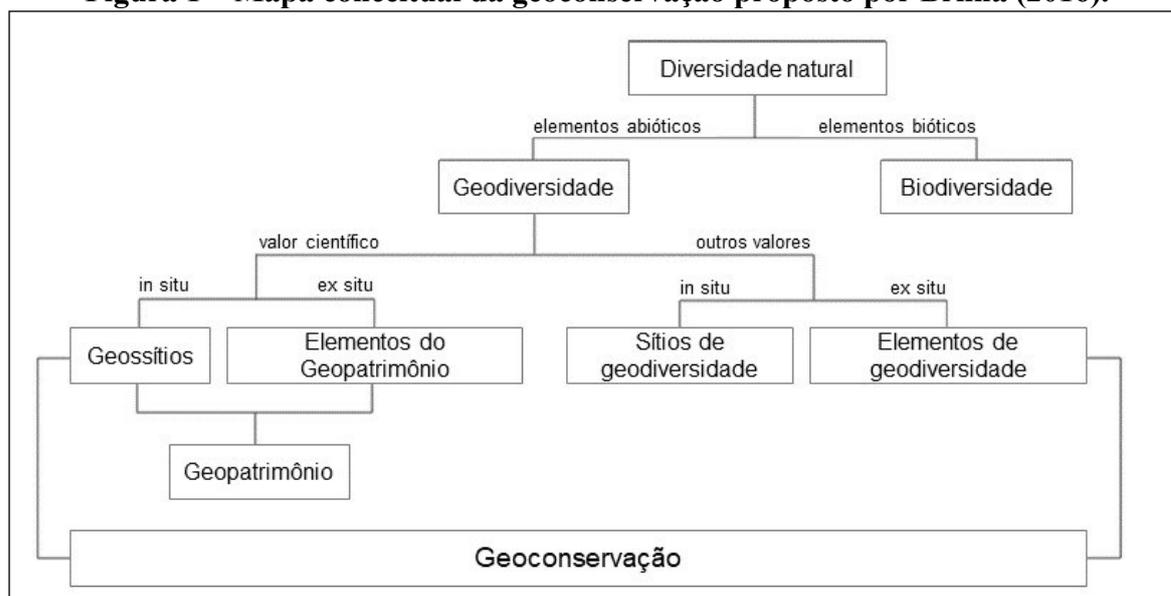
Como resume Sharples (2002), a geoconservação é o esforço para tentar conservar a geodiversidade e o geopatrimônio é um exemplo concreto importante para conservação. Embora esses três conceitos sejam conectados, Nascimento, Ruchkys e Mantesso Neto (2008) salientam que a geodiversidade não é sinônimo de geopatrimônio, sendo que o primeiro é a variedade abiótica e o segundo é uma parcela importante dela. Assim, não são todos os elementos abióticos que serão conservados.

O geopatrimônio ou patrimônio geológico são elementos do meio abiótico associados à ideia de uma herança comum. Gray (2018) relaciona os conceitos de geodiversidade e geopatrimônio e resume o termo geopatrimônio como parte da “geodiversidade identificada” da Terra que a conservação é essencial. Este patrimônio é constituído por sítios geomorfológicos, paleontológicos, mineralógicos, petrológicos, hidrogeológicos e outros, sendo o valor científico que os legitimam (BRILHA, 2005, 2016)

De acordo com Coratza e Hobléa (2018), o patrimônio geomorfológico é uma parte importante do geopatrimônio. Reynard (2009a) define que o patrimônio geomorfológico compreende feições do relevo que valem ser conservadas e transmitidas as futuras gerações. Coratza e Hobléa (2018) afirmam que, além das formas e paisagens, este patrimônio engloba os processos genéticos, o valor cênico e seus aspectos culturais.

Brilha (2016) associa a geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação por meio de um esquema conceitual (Figura 1).

Figura 1 – Mapa conceitual da geoconservação proposto por Brilha (2016).



Fonte: adaptado de Brilha (2016, p. 120, tradução nossa).

Gray (2004) afirma que, mesmo antes da ideia de geoconservação, ações de conservação geológica e geomorfológica ocorreram, como a criação em 1863 da primeira reserva natural geológica em Siebengebirge, na Alemanha, e do Parque Nacional de Yellowstone em 1872, nos Estados Unidos, entre outras iniciativas no século XIX. Apesar da geoconservação ainda ser pouco desenvolvida na maioria dos países, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) é uma das maiores organizações de fomento à preservação e conservação do patrimônio natural.

A partir da Convenção do Patrimônio Mundial da Unesco, em 1972, foi dado início a ações internacionais para geoconservação. Em 1989, 111 países, dentre eles o Brasil, aderiram à proposta da Convenção, que consiste em salvaguardar o patrimônio cultural e natural da humanidade. Para a Unesco (2017), o patrimônio cultural e natural de Valor Universal Excepcional é insubstituível e inestimável, e, desse modo, devem ser especialmente protegidas, a sua degradação ou desaparecimento acarreta o empobrecimento do patrimônio, afetando cada nação, bem como toda a humanidade.

Os Estados Membro da Convenção têm a autonomia de identificar e nomear sítios e submetê-los ao Comitê de Patrimônio Mundial, para inclusão na Lista do Patrimônio Mundial. Ademais, cada Estado tem a responsabilidade de proteger, conservar, valorizar e transmitir para as futuras gerações o patrimônio natural e cultural, bem como desenvolver e incentivar estudos científicos e técnicos, criar medidas jurídicas, administrativas e financeiras adequadas para a sua proteção (UNESCO, 2017).

A Convenção de Patrimônio Mundial definiu que o patrimônio natural consiste em monumentos naturais físicos e biológicos, formações geológicas e fisiográficas, zonas de habitat de animais e vegetais ameaçados, locais ou zonas de interesse natural do ponto de vista científico, estético e de conservação (UNESCO, 2017). Os Valores Universais Excepcionais para o patrimônio natural da Unesco são:

- (vii) conter fenômenos naturais notáveis ou áreas de beleza natural e de importância estética excepcionais;
- (viii) ser exemplos excepcionais representativos dos grandes estágios da história da Terra, incluindo os registros da vida, processos geológicos significativos em desenvolvimento de formas de relevo ou de elementos geomórficos ou fisiográficos significativos;
- (ix) ser exemplos excepcionais representativos de processos ecológicos e biológicos significativos em curso na evolução e desenvolvimento de ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros, e marinhos e de comunidades de plantas e de animais;
- (x) conter os habitats naturais mais importantes e significativos para a conservação *in situ* da diversidade biológica, nomeadamente aqueles em que sobrevivem espécies ameaçadas que tenham um Valor Universal Excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação. (UNESCO, 2017, p. 25-26).

Iniciativas específicas ao patrimônio abiótico também foram tomadas. Em 1993, a União Internacional das Ciências Geológicas (*International Union of Geological Sciences – IUGS*) instituiu o Grupo de Trabalho de *Geosites* e, em 1994, criou o Programa *Geosites* com o objetivo de envolver a comunidade geológica internacional na proteção dos recursos geológicos para fins educacionais e científicos. Já em 1995, a IUGS em parceria com a Unesco constituiu o Grupo de Trabalho de Geossítios Globais (*Global Geosites Working Group – GGWG*) para o projeto de compilação da lista dos geossítios importantes em escala global e construção de uma base de dados (IUGS, 2013).

A lista do Projeto *Geosites* é composta de 310 geossítios, a localização e os dados de cada um são apresentados no *website* da Subcomissão de Coleção e Sítios de Patrimônio da IUGS². A descrição dos geossítios é breve, com informações básicas de localização, área e um resumo do valor de conservação do sítio. A distribuição desses sítios é por todos os continentes, sendo que a maior concentração é na Europa. Na América do Sul há 25, sendo 14 situados no Brasil, seis na Argentina, um entre Brasil e Argentina – as Cataratas do Iguaçu – dois no Equador, um na Bolívia e um na Venezuela.

Com o encerramento do Projeto *Geosites* em 2003, a Unesco se empenhou nos geoparques (*geoparks*, em inglês), um conceito criado na década de 1990 em resposta à necessidade de conservar áreas de valor geológico significativo na história da Terra. Com apoio

² Website da Heritage Sites and Collections Subcommission da IUGS com a representação e dados dos geossítios selecionados: https://geoheritage-iugs.mnhn.fr/geosites_iugs.php

da Unesco, da Rede de Geoparques Europeus e dos geoparques chineses, foi criada a Rede Global de Geoparques (*Global Geoparks Network – GGN*) em 2004. Nesse período existiam dezessete geoparques da rede europeia e oito geoparques chineses.

Com base no GGN, em 2015, os 195 Estados membros da Unesco na 38ª Conferência Geral da Organização criaram o Programa Internacional de Geociências e Geoparques, que certificam um território como Geoparques Globais da Unesco (*UNESCO Global Geoparks*). Um geoparque global consiste em “áreas geográficas únicas e unificadas onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são gerenciados com conceitos holísticos de proteção, educação e desenvolvimento sustentável” (UNESCO, 2015, p. 7, tradução nossa).

Um órgão gestor precisa ser estabelecido e reconhecido legalmente, envolvendo autoridades e atores locais e regionais, bem como os povos nativos e a comunidade local. O conhecimento e práticas dos nativos, as necessidades econômicas e sociais, a paisagem e a sua identidade cultural devem ser consideradas no planejamento e gestão (UNESCO, 2015).

Ademais, um geoparque aspirante pode se sobrepor a áreas de outros programas da Unesco, como as Reservas da Biosfera (RB) e o Patrimônio Mundial, no entanto, deverá ter justificativas e evidências de como um geoparque global da Unesco irá agregar valor a essa área. Todas as informações necessárias para a criação, gestão e manutenção de um geoparque global está detalhada no documento “Estatuto e Guia Operacional dos Geoparques Globais da UNESCO”.

Para entrar para a UGG, um geoparque aspirante deve passar por um processo de candidatura com duas etapas: a indicação e a avaliação. Para a indicação, submete-se uma carta de intenção do geoparque, depois um dossiê de candidatura com todas as informações relativas à proposta, como a localização, o patrimônio geológico e cultural, os aspectos naturais, referências bibliográficas de trabalhos sobre a área, formulário e autoavaliação e cartas de apoio ao geoparque. Destaca-se que podem se candidatar ao UGG apenas geoparques em Estados Membro da Unesco (UNESCO, 2015). A avaliação é subdividida em duas etapas, avaliação do dossiê e demais documentos em gabinete e a avaliação em campo. A etapa em campo é chamada de missão de avaliação em campo, que é uma visita *in loco* realizada por dois avaliadores designados pela Unesco. Por fim, as equipes de avaliação preparam um relatório que é enviado para Unesco e, posteriormente, ocorre a revisão pelo Conselho do UGG. Com um resultado positivo, o geoparque aspirante se tornará um geoparque global.

O *status* de geoparque global não é vitalício, a cada quatro anos ocorre o processo de reavaliação para assegurar a alta qualidade da UGG. Após quatro anos uma nova missão de campo é feita por dois avaliadores e resultará em um relatório do geoparque submetido ao

Conselho. Se ainda estiver sendo cumprido os critérios de qualidade e gestão, o geoparque ganha um “*green card*” para continuar no UGG por mais quatro anos; se constar no relatório que os critérios não são cumpridos, recebe um “*yellow card*” e o Conselho estabelece um prazo de dois anos para o órgão gestor do geoparque se readequar. Após o período, uma nova missão de campo e relatório são realizados e, se o geoparque ainda não atender as exigências, perde o *status* de geoparque global (UNESCO, 2015).

Em 2020 o UGG conta com 161 geoparques distribuídos em 44 países, 81 na Europa, 66 na Ásia, 13 na América e 2 na África. Na América no Sul há cinco: Geoparque Araripe no Brasil, Geoparque Grutas del Palacio no Uruguai, Geoparque Imbabura no Equador, Geoparque Kütralkura no Chile e Geoparque Colca y Volcanes de Andagua no Peru. Cinco propostas sul-americanas se tornaram geoparques aspirantes em 2020 e estão em processo de avaliação pela Unesco, sendo duas brasileiras, o Seridó - RN e o Caminhos dos Cânions do Sul - SC/RS.

2.1.1 Geomorfossítios: geomorfologia e patrimônio

As unidades importantes da natureza abiótica são denominadas sítios, geossítios ou sítios geológicos, embora a nomenclatura seja “geológico”, o termo engloba todos os componentes da diversidade abiótica. Segundo Reynard (2009b, p. 10, tradução nossa), “Geossítios podem ser considerados como porções da geosfera que representam uma importância particular para a compreensão da história da Terra”. Para Brilha (2005), o geossítio consiste em uma unidade delimitada geograficamente de um ou mais elementos da geodiversidade, sendo que esses elementos podem ter sido aflorados por processos naturais ou antrópicos.

Brilha (2005) ainda declara que um geossítio deve apresentar algum valor singular de cunho científico, turístico, cultural ou pedagógico. Tal concepção está de acordo com a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Sigep), que define um “geossítio como um sítio geológico de interesse singular pela importância científica, didática, turística, pela beleza ou outro aspecto que justifique recomendar a sua proteção (geoconservação)” (WINGE et al., 2013, p. 11). No entanto, Brilha (2016) aponta que o principal valor do geossítios é o científico, a comunidade geocientífica é quem deve identificar os sítios representativos da história e evolução da Terra com base em critérios objetivos e dados científicos.

Quando surgiram as primeiras noções de sítio geomorfológico e seus valores, foram denominadas, por exemplo, de “patrimônio geomorfológico” por Panizza e Piacente em 1993, “bem geomorfológico” por Carton et al. em 1994, “sítio geomorfológico” por Hooke em 1994 e “sítios de interesse geomorfológico” por Rivas et al. em 1997 (REYNARD, 2009b). O conceito de sítios geomorfológico foi definido por Panizza (2001) como geomorfossítio (*geomorphosite*, em inglês), que é, sucintamente, uma forma de relevo a qual podem ser atribuídos valores cênicos, socioeconômicos, culturais e científicos.

Os valores socioeconômicos são relacionados ao uso para o turismo e aos esportes, como realizar trilhas e acampar, esquiar e escalar, destacando que estas práticas podem oferecer riscos e a deterioração do sítio (PANIZZA, 2001). Por vezes associados ao socioeconômico, os valores culturais envolvem o relevo com as artes e as tradições culturais e religiosas, como Monte Sinai para os cristãos e o Monte Uluru para os povos indígenas na Austrália.

O valor cênico é o mais difícil de atribuir e comparar, haja vista que é o mais subjetivo, pois envolve o sentimento, a experiência e a percepção pessoal do pesquisador. Para avaliação deste valor há os procedimentos quantitativos – como medidas morfométricas dos componentes da paisagem para representar a qualidade cênica ou escalas de classificação numérica – e há outros processos de percepção da paisagem em relação a termos qualitativos, mas todos apresentam limitações e graus de subjetividade (PANIZZA, 2001).

Por fim, os valores científicos são baseados na natureza da evolução do geomorfossítio. Panizza (2001) elenca quatro aspectos importantes para sua avaliação: 1) modelo de processos geomorfológicos; 2) objeto de exemplo para fins educativos, como meandros abandonados; 3) exemplar paleogeomorfológico, como terraços fluviais; 4) Base ecológica, uma vez que o sítio pode ser habitat exclusivo para determinadas espécies animais ou vegetais.

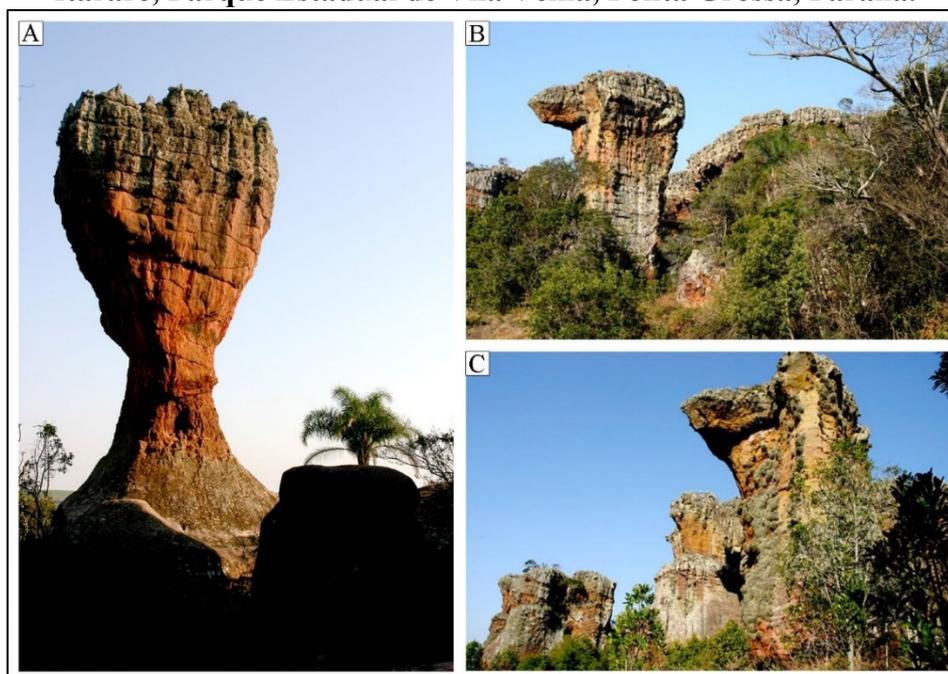
Portanto, um geomorfossítio é um tipo de geossítio que possui valores específicos. Reynard (2009b) define para geossítios em geral o valor científico e valores adicionais – cultural, histórico, religioso, ecológico, estético, social e econômico – a soma deles resulta em um valor global. O autor destaca mais três aspectos específicos dos geomorfossítios: a escala, a estética e a dinâmica.

Para os geomorfossítios a escala é um ponto complexo, pois podem abranger desde formas isoladas até um conjunto de feições na paisagem. Reynard (2009b) propõe apenas duas escalas, a do objeto e a da paisagem: a primeira é pontual, contendo-se em uma feição incomum da superfície, a segunda é uma área que leva em consideração a sua estética, ou seja, a composição cênica da paisagem. Contudo, independente de qual escala, é fundamental que os

limites do sítio sejam bem definidos. Embora o autor se refira a escala espacial, Coratza e Hobléa (2018) mencionam a escala temporal como outro ponto importante nesse aspecto, considerando os geomorfossítios como arquivos de ampla escala temporal.

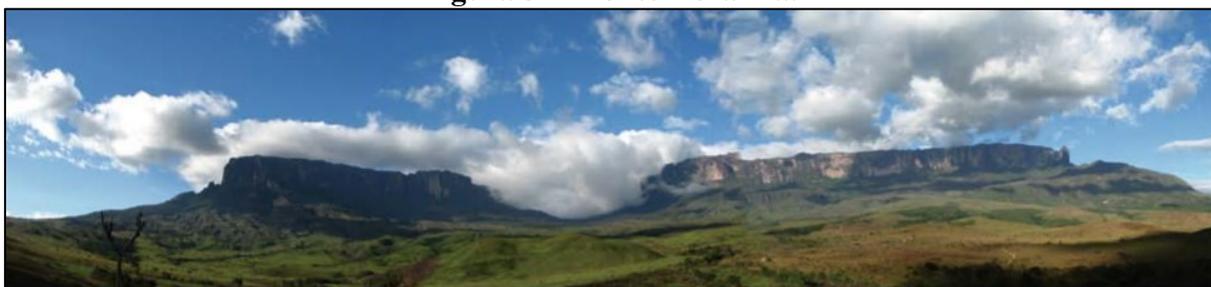
Um exemplo de escalas de geomorfossítios é o Parque Estadual de Vila Velha – PR, cada forma ruiforme pode ser um sítio pontual, como a taça (Figura 2A), e tendo em vista que há diversas feições diferentes da mesma litologia no parque (Figura 2B e C), pode-se considerar o conjunto como um geomorfossítio areal.

Figura 2 – Formas de relevo ruiformes esculpidas no arenito Vila Velha do Grupo Itararé, Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.



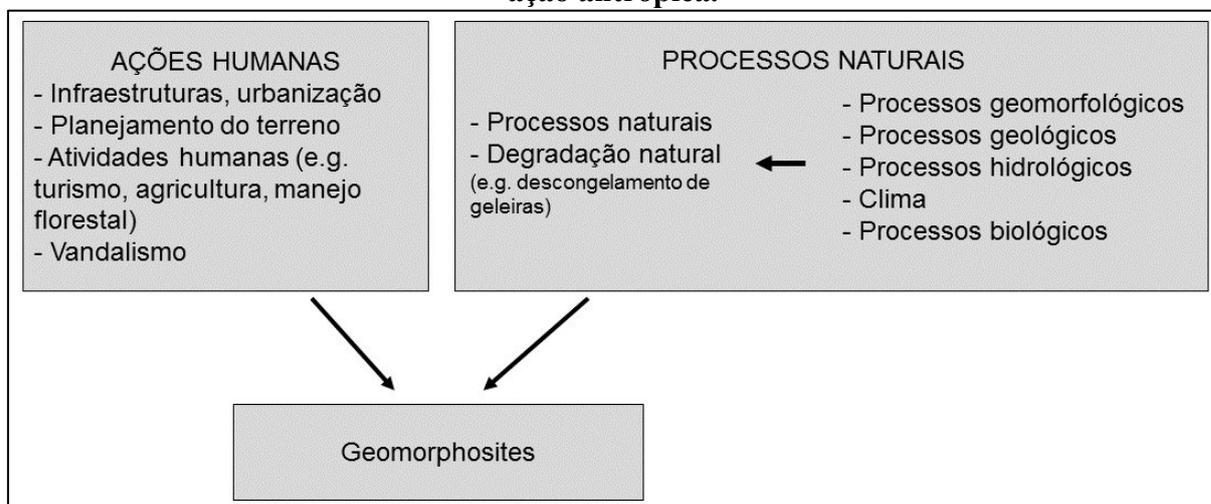
Fonte: Prefeitura de Ponta Grossa. Disponível em: <http://www.pontagrossa.pr.gov.br/parque-estadual-vila-velha>
Acesso em 17 de jan. 2020

A estética é a composição da paisagem geomorfológica e do geomorfossítio em que é atribuído um alto valor estético. Geralmente esta é a característica relevante, porém nunca deve ser o único aspecto a ser considerado, de forma que a expressão física precisa estar aliada à importância científica, assim como pode existir geomorfossítio sem valor estético. O Monte Roraima é um exemplo de geomorfossítio que pode ser de valores científicos, também de valor estético e cultural, em razão da composição paisagística relevante em cenário nacional (Figura 3).

Figura 3 – Monte Roraima.

Fonte: Reis (2009, p. 90).

A diferença dos geomorfossítios em relação aos outros sítios é a dinâmica, a possibilidade de observar a atividade dos processos. Os processos são classificados em Ativos – em que os processos geológicos e geomorfológicos estão ocorrendo, sendo passíveis de observação na superfície – e Inativos – nos quais o sítio evidencia processos e eventos antigos. (REYNARD, 2009b, CORATZA; HOBLÉA, 2018). E a interferência antrópica nessa dinâmica geomorfológica pode ter consequências irreversíveis na escala humana (REYNARD, 2009b). Os tipos de ameaças naturais e antrópicas aos geomorfossítios são sintetizados por Reynard (2009a) (Figura 4).

Figura 4 – Vulnerabilidade dos geomorfossítios em relação aos processos naturais e à ação antrópica.

Fonte: adaptado de Reynard (2009a, p. 18, tradução nossa).

Segundo Zouros (2009), os geomorfossítios em geoparques são os aspectos mais atrativos e reconhecidos pelo público em geral, sendo importante destacar o seu valor científico, de modo que os visitantes não especializados possam reconhecer o seu valor e a motivação da geoconservação. A elaboração do inventário dos geossítios de um geoparque é uma etapa importante e obrigatória, pois através desse material que se entende os valores dos sítios e do patrimônio de maneira detalhada. A inventariação é a descrição dos componentes de um

determinado sítio, com o objetivo de identificar os elementos representativos da geodiversidade que configuram um geopatrimônio, sendo construído de maneira sistemática e com base no conhecimento científico, o inventário é o primeiro passo para a geoconservação (LIMA, 2008).

2.1.2 Geopatrimônio brasileiro

Em razão do compromisso assumido pelo Brasil na conferência Geral da Unesco para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural de 1972, em 1993 o Grupo de Trabalho Nacional de Sítios Geológicos e Paleobiológicos, pertencente ao Departamento Nacional de Produção Mineral, foi criado. Em 1997, este grupo se tornou a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (Sigep), composta por onze entidades públicas nacionais: CPRM, IBGE, Petrobrás, Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira para Estudos do Quaternário (ABEQUA), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Sociedade Brasileira de Espeleologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Sociedade Brasileira de Paleontologia e Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Contudo, os trabalhos da Sigep ocorreram até 2015, atualmente as atividades estão suspensas em razão da não oficialização da comissão pelo Ministério Público.

A Sigep era responsável por identificar, avaliar, descrever e publicar os sítios geológicos e paleobiológicos, objetivando a conservação do patrimônio geológico brasileiro (WINGE et al., 2013), inclusive submetendo propostas de sítios à Unesco. Os critérios para seleção de geossítios pela Sigep foram:

- sua singularidade na representação de sua tipologia ou categoria
- importância na caracterização de processos geológicos-chave regionais ou globais, períodos geológicos e registros expressivos na história evolutiva da Terra
- expressão cênica
- bom estado de conservação
- acesso viável
- existência de mecanismos ou possibilidade de criação de mecanismos que lhe assegure conservação e consequente aproveitamento (WINGE et al., 2013, p. 11)

A Sigep e a CPRM publicaram três volumes do “Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil” entre 2002 e 2013. Os livros apresentam os inventários de 116 geossítios no território brasileiro, sendo subdivididos em doze categorias (Tabela 1).

Tabela 1 – Geossítios no Brasil inventariados e publicados pela Sigep.

	Categoria de Geossítio	Quantidade
1	Paleontológicos	37
2	Geomorfológicos	23

3	Paleoambiental	13
4	Espeleológico	11
5	Sedimentológicos	9
6	História da Geologia e da Mineração	8
7	Ígneos	3
8	Marinhos	5
9	Astroblemas	4
10	Estratigráficos	1
11	Tectônicos	1
12	Hidrogeológicos	1
	Total	116

Fonte: elaborado pela autora (2016) com base em Schobbenhaus (2002) e Winge et al. (2009, 2013).

Os vinte e três sítios geomorfológicos estão distribuídos em treze estados brasileiros, sendo o Paraná o estado que mais possui sítios catalogados, totalizando seis. O nome do geomorfossítio e sua localização estão elencados no Quadro 1.

Quadro 1 – Geomorfossítios brasileiros inventariados e publicados pela Sigep.

	Nome do geomorfossítio	Localização
1	Pão de Açúcar	Rio de Janeiro – RJ
2	Vila Velha	Ponta Grossa – PR
3	Canyon do Guartelá	Castro e Tibagi – PR
4	Lagoa Dourada	Ponta Grossa – PR
5	Escarpamento Estrutural Furnas	SP/PR
6	Morro do Pai Inácio	Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA
7	Parque Nacional do Iguaçu	Foz do Iguaçu – PR
8	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	GO
9	Parque Nacional das Sete Cidades	Piracuruca e Piripiri – PI
10	Monte Roraima	Serra da Pacaraima – RR
11	Itaimbezinho e Fortaleza	Cambará do Sul – RS, Praia Grande e Jacinto Machado – SC
12	Canyon do Talhado	Porteirinha – MG
13	Eolianitos de Flecheiras/Mundaú	Flecheiras e Mundaú – CE
14	Dunas de Albardão	RS
15	Pedra Pintada	Reserva Indígena São Marcos, Pacaraíma – RR
16	Cachoeira da Casca D’Anta	Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas – MG
17	Cachoeira de Santa Bárbara no Rio São Jorge	Ponta Grossa – PR
18	Pedra do Baú	São Bento do Sacupá – SP
19	Pico do Itambé	Serra do Espinhaço – MG
20	Três Morrinhos	Terra Rica – PR
21	Ponta de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara – CE
22	Mar de Bolas do Lajedo do Pai Mateus	Cabaceiras e Boa Vista – PB
23	Pedra Furada de Venturosa	Venturosa, Alagoinha e Pesqueira – PE

Fonte: elaborado pela autora (2019) com base em Schobbenhaus (2002) e Winge et al. (2009, 2013).

Quanto a geoparques no território brasileiro, a CPRM tem um papel indutor importante na sua proposição. Fundado em 2006, o Projeto Geoparques do Brasil da CPRM tem como objetivos a identificação, descrição, georreferenciamento, divulgação de áreas com potencialidade para criação de geoparques e elaboração de diretrizes para desenvolvimento sustentável dessas áreas, além de realizar a inventariação e quantificação dos geossítios (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO NETO, 2008; SCHOBENNHAUS; SILVA, 2012). Além da CPRM, outras instituições de nível municipal, estadual e federal, assim como as universidades, podem elaborar uma proposta de geoparque, contudo ainda é necessário estabelecer uma estrutura de gestão, o envolvimento da ação conjunto de autoridades públicas e a comunidade local.

A CPRM publicou o primeiro volume do livro “Geoparques do Brasil: Propostas” em 2012, abrangendo o conjunto de 17 propostas de geoparques pelo Brasil. O segundo volume está para ser publicado, sendo que até o momento (2020) doze propostas foram divulgadas no site oficial da CPRM para compor o volume. A lista das propostas e suas categorias são apresentadas no Quadro 2, com destaque aos que possuem o valor geomorfológico.

Quadro 2 – Propostas de geoparques no Brasil.

	Propostas de Geoparque	UF	Categorias
1	Cachoeiras do Amazonas	AM	Estratigráfico, Espeleológico e Arqueológico
2	Morro do Chapéu	BA	Estratigráfico, Geomorfológico e Histórico
3	Pirineus	GO	Estratigráfico, Tectônico, Geomorfológico , Histórico-cultural
4	Astroblema Araguainha-Ponte Branca	GO/MT	Astroblema
5	Quadrilátero Ferrífero	MG	Estratigráfico, Paleoambiental, História da Mineração, Geomorfológico , Metalogenético
6	Bodoquena-Pantanal	MS	Espeleológico, Paleoambiental, Geomorfológico , Paleontológico, Metalogenético
7	Chapada dos Guimarães	MT	Geomorfológico , Paleontológico, Espeleológico, Beleza Cênica
8	Fernando de Noronha	PE	Ígneo, Beleza Cênica
9	Seridó	RN	Estratigráfico, Ígneo, Geomorfológico , Metalogenético, Histórico-cultural
10	Quarta Colônia	RS	Paleontológico, Estratigráfico
11	Caminhos dos Cânions do Sul	SC/RS	Beleza Cênica, Geomorfológico , Ígneo, Estratigráfico
12	Serra da Capivara	PI	Estratigráfico, Arqueológico
13	Catimbau-Pedra Furada	PE	Estratigráfico, Paleoambiental, Geomorfológico , Ígneo, Arqueológico

14	Sete Cidades – Pedro II	PI	Geomorfológico , Paleoambiental, Mineralógico, Beleza Cênica
15	Alto Vale do Ribeira	SP/PR	Espeleológico, Paleoambiental
16	Chapada Diamantina	BA	Geomorfológico , Paleoambiental, Beleza Cênica, Histórico-cultural
17	Uberaba, Terrados Dinossauros do Brasil	MG	Paleontológico
18	Litoral Sul de Pernambuco	PE	Ígneo, Estratigráfico, Beleza Cênica, Histórico-Cultural
19	Rio das Contas	BA	Estratigráfico, Geomorfológico , Histórico
20	Monte Alegre	PA	Estratigráfico, Geomorfológico , Tectônico, Arqueológico
21	Alto Alegre dos Parecís	RO	Estratigráfico, Geomorfológico , Beleza Cênica
22	Serra da Canastra	MG	Beleza Cênica, Geomorfológico
23	Chapada dos Veadeiros	GO	Geomorfológico , Estratigráfico, Beleza Cênica
24	Canudos	BA	Petrológico, Estratigráfico, Ígneo, Geomorfológico , Metalogenético, Histórico-cultural
25	Cânion São Francisco	SE/AL	Geomorfológico , Beleza Cênica
26	Vale Monumental	CE	Geomorfológico , Ígneo, Beleza Cênica
27	Tepuis	RR	Geomorfológico , Estratigráfico, Paleoambiental, Beleza Cênica
28	Cariri	PB	Nova proposta
29	Vale das Águas	MA	Nova proposta
30	Serra do Sincorá	BA	Nova proposta
31	Guaritas – Minas de Camaquã	RS	Nova proposta
32	São Desidério	BA	Nova proposta
33	Rio do Peixe	PB	Nova proposta

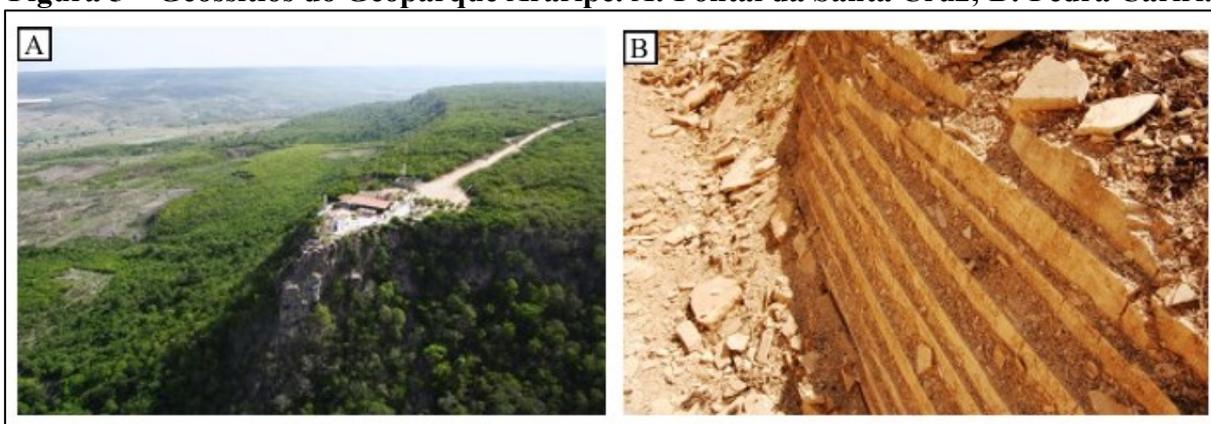
Fonte: adaptado de Schobbenhaus e Silva (2012).

Além dessas propostas, Schobbenhaus (2006) aponta outras áreas potenciais, como a Chapada do Apodi – RN/CE, Serra do Martins – RN, Itu – SP, Diamantina – MG, entre outros. O Brasil possui grande potencial para a proposição de geoparques, tendo em vista a existência a geodiversidade deste território de proporções continentais (SCHOBENNHAUS; SILVA, 2012).

Atualmente, o Geoparque Araripe é o único geoparque brasileiro reconhecido pela UGG. Situado no sul do estado do Ceará, o geoparque abrange seis municípios da região do Cariri e tem aproximadamente 3.441 km² de área (MORCHIUTTI et al, 2012). A proposta foi submetida à Unesco em 2005, por iniciativa da Universidade Regional do Cariri (Urca) em parceria com o Governo do Estado do Ceará, e foi oficializado na GGN durante a 2ª Conferência dos Geoparques em 2006, tornando o Araripe o primeiro geoparque das Américas.

Esse geoparque está situado na porção cearense da Bacia Sedimentar Araripe, em um território de importantes registros geológicos e paleontológicos do período Cretáceo (entre 145 a 66Ma), apresentando grande diversidade paleobiológica, especialmente na Formação Santana, em bom estado de conservação (SOARES, [201?]). Há nove geossítios definidos no geoparque com relevância geológica, paleontológica, ecológica, história e cultural, são eles: Batateira, Cachoeira da Missão Velha, Colina do Horto, Floresta Petrificada do Cariri, Parque dos Pterossauros, Pontal da Santa Cruz (Figura 5A), Pedra Cariri (Figura 5B), Ponte de Pedra e Riacho do Meio (MORCHIUTTI et al., 2012).

Figura 5 – Geossítios do Geoparque Araripe. A: Pontal da Santa Cruz; B: Pedra Cariri.



Fonte: Geopark Araripe. Disponível em: <http://geoparkararipe.urca.br/> Acesso em 17 de dez. de 2019.

2.2 CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

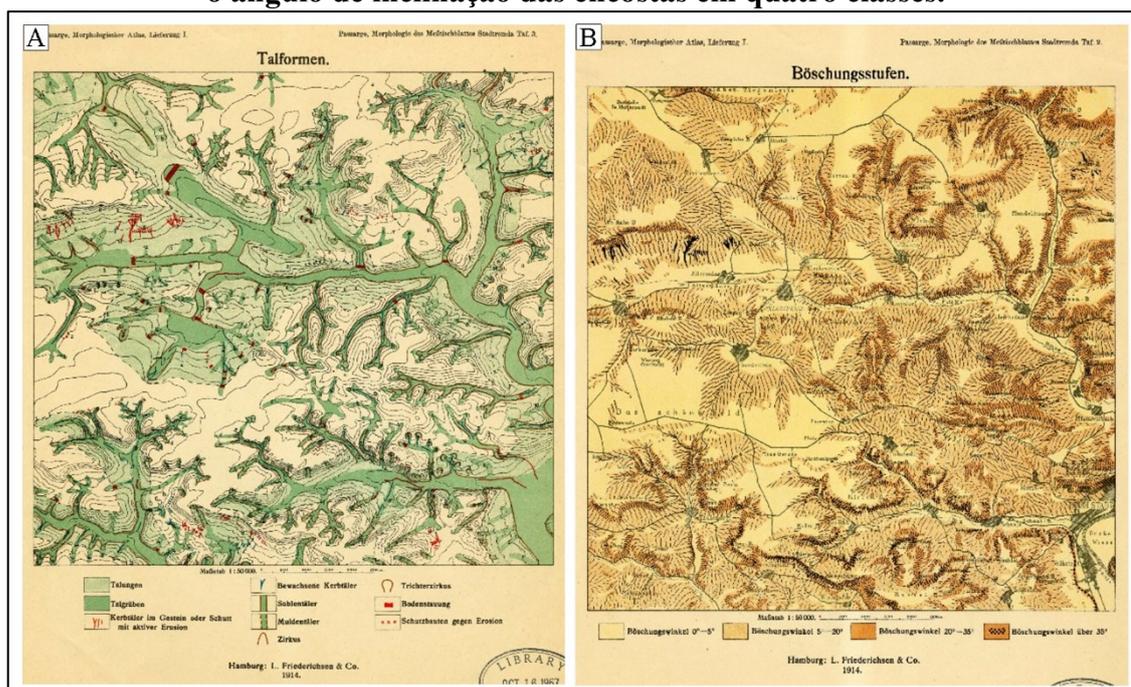
Os mapas topográficos precederam os geomorfológicos, sendo os primeiros materiais representativos da configuração da superfície terrestre. Os primeiros meios para criação destes registros remetem à idade antiga, eram elaborados em placas de argila aproximadamente há 4.500 anos na Babilônia (GUSTAVSSON, 2006). Posteriormente, no século XVIII, os mapas topográficos eram elaborados no método de hachuras, e somente no século XIX passaram a ser feitos com o método conhecido atualmente como das curvas de nível (KLIMAZEWKI, 1982; GUSTAVSSON, 2006).

No entanto, os mapas topográficos não apresentam informações sobre a gênese do relevo ou sua idade, processos ou materiais, não sendo possível entender e reconstruir o desenvolvimento da paisagem. Segundo Gustavsson (2006), desde o final do século XIX houve tentativas de compreensão e da documentação científica da paisagem através da geomorfologia, que, por sua vez, começaram a resultar em mapas. As primeiras publicações das pesquisas geomorfológicas consistiam em descrições verbais, desenhos e perfis, enquanto os primeiros

mapas apresentavam apenas um aspecto do relevo, como os vales e terraços (GUSTAVSSON, 2006).

A cartografia aplicada à elaboração de mapas geomorfológicos, que continham as relações entre os aspectos do relevo, começaram a ser registrados no início do século XX. Gehne em 1912, produziu um mapa morfográfico, morfogenético e da estrutura do substrato, já em 1914, Passarge elaborou o Atlas Morfológico de Stadtremba, na Alemanha (KLIMASZEWSKI, 1982; GUSTAVSSON, 2006). O Atlas de Passarge representa um marco inicial da cartografia geomorfológica. Esse material consiste em oito mapas em escala 1:50.000 dos elementos do relevo – entre eles o das formas dos vales e o gradiente das encostas (Figura 6) – o seu desenvolvimento, a estrutura do substrato, bem como a susceptibilidade aos processos de intemperismo (KLIMASZEWSKI, 1982).

Figura 6 – Mapas de Passarge de 1914: A) representa as formas dos vales; B) apresenta o ângulo de inclinação das encostas em quatro classes.



Fonte: Atlas Morfológico (1914). Disponível em:

http://maps.library.utoronto.ca/datapub/digital/G_1914_R45P37/G_1914_maps.pdf

A despeito do atlas produzido por Passarge, no início do século XX a tendência entre os geomorfólogos eram mapas de esboços estruturais e fisiográficos que não representavam mais de um aspecto geomorfológico, por isso o material não ganhou proporções internacionais (VERSTAPPEN, 2011). Situação semelhante aconteceu com Erwin Raisz, o autor do mapa geomorfológico dos Estados Unidos da América em 1921. Segundo Ab'Saber (1969), tal mapa

era uma representação mais desenhada do que cartografada, que teve certa influência nos mapas produzidos no Brasil, embora não tenha sido difundida.

Na percepção da necessidade de padronização dos mapas geomorfológicos, assim como eram os geológicos, conceitos de mapeamento geomorfológico foram propostos no 18º Congresso da União Geográfica Internacional (UGI), realizado no Rio de Janeiro em 1956. Desde então a cartografia geomorfológica foi considerada uma das tarefas mais importantes da Comissão de Geomorfologia Aplicada (KLIMASZEWSKI, 1982). No 19ª Congresso da UGI em 1960, em Estocolmo, foi criada a Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico, cujos objetivos eram introduzir um método de mapeamento geomorfológico, desenvolver um sistema de mapeamento uniforme dos mapas detalhados para possibilitar a comparabilidade, bem como proporcionar a imagem detalhada do relevo para a economia nacional, de modo que promovesse o uso racional dos recursos da superfície terrestre (KLIMASZEWSKI, 1982).

Amparado nessas ideias, em 1962, na Cracóvia, a Subcomissão apresentou os princípios do mapa geomorfológico detalhado:

- (1) Um mapa geomorfológico detalhado deve ser o resultado do mapeamento de campo, é recomendado o uso de fotografias aéreas-fotointerpretação;
- (2) Mapas geomorfológicos detalhados são elaborados em escalas variando de 1:10.000 a 1:100.000, porque em tais escalas o relevo e suas peculiaridades podem ser representados apropriadamente;
- (3) Um mapa geomorfológico detalhado deve apresentar a imagem completa do relevo, permitindo o usuário aprender o caráter deste relevo, reconstruir seu passado e prever as tendências de desenvolvimento. O mapa deve informar sobre a distribuição e correlações de formas de certos aspectos, aparência, tamanho, origem e idade; deve incluir dados morfográficos, morfométricos, morfogenéticos e morfocronológicos;
- (4) Todas as formas investigadas devem ser marcadas no mapa por meio de símbolos coloridos verdadeiros a área. Por meio de símbolos e cores, informação é dada na perspectiva, tamanho, origem e idade das formas do relevo;
- (5) A determinação da idade das formas é necessária porque introduz a ordem cronológica do conteúdo dos mapas e ajuda a reconstruir o desenvolvimento geomorfológico e prever novas tendências de desenvolvimento;
- (6) Os dados litológicos devem ser marcados com símbolos especiais, preferencialmente no background do mapa;
- (7) A legenda deve ser organizada em ordem genética-cronológica;
- (8) Mapa geomorfológico detalhado é de grande importância para o desenvolvimento da geomorfologia e investigações de campo de geomorfologia regional realizada em territórios que diferem em condições estruturais e climáticas. (KLIMASZEWSKI, 1982, p. 266-267, tradução nossa).

Quanto à legenda, segundo Klimaszewski (1982), designou-se a um grupo de trabalho especial para desenvolver símbolos e cores para uma legenda padronizada, a fim de atender às diversas formas, tamanhos, origens e idades do relevo. O resultado foi publicado no Congresso da UGI em Nova Dehli em 1968, consistindo em um conjunto de mais de 500 símbolos para serem aplicados em mapas geomorfológicos detalhados. Posteriormente, a Subcomissão foi

promovida à Comissão de Cartografia Geomorfológica, responsabilizada para organização de um Manual de Cartografia Geomorfológica Detalhada (COLTRINARI, 2011).

A geomorfologia é uma ciência recente comparada à geologia. Através do breve histórico dos mapas geomorfológicos apresentado até aqui, mostra que a prática do mapeamento sistematizado é também recente, começando a ser mais desenvolvida desde a década de 1950, especialmente na Europa (PARON; CLAESSENS, 2011). Geomorfólogos e cientistas de áreas afins foram gradualmente compreendendo a importância do mapeamento e aprimorando suas técnicas, tornando os mapas geomorfológicos documentos geocientíficos reconhecidos como mapas geológicos e pedológicos (VERSTAPPEN, 2011).

A complexidade da ciência geomorfológica – que lida com os processos de superfície e suas interações com a litosfera, biosfera, atmosfera, hidrosfera e antroposfera – pode se tornar um obstáculo para a representação em um mapa legível (PARON; CLAESSENS, 2011). Em virtude de tal diversidade de variáveis a serem consideradas, a cartografia aplicada em Geomorfologia, como destaca Florenzano (2008), traz a representação gráfica e espacial dos fenômenos, sendo expressa a análise e interpretação geomorfológica.

As cartas geomorfológicas retratam a realidade geográfica regional, que é elaborada pela integração dos componentes básicos da paisagem regional e, segundo Ab'Saber (1969, p. 4) “[...] uma boa carta geomorfológica deve atender sobretudo à representação dos fatos reativos à compartimentação topográfica e as formas de relevo, deixando margem para que se deduzam fatos de ordem morfoclimática [...]”.

Ross (1992), por sua vez, afirma que a cartografia geomorfológica deve mapear o que é concreto, se deter no que se observa e não partir para a dedução da análise geomorfológica. O autor afirma ainda que, nos mapas geomorfológicos, o primeiro plano deve apresentar os tamanhos das formas do relevo, de acordo com uma escala adequada para sua representação, apenas em segundo plano se representa as características morfométricas, morfocronológicas e morfogenéticas que estão associadas àquela tipologia de formas.

Para Verstappen (2011), o mapeamento geomorfológico é a representação da configuração do terreno, e, independente da escala, as formas do relevo são as unidades cartográficas a serem distinguidas. O mapa geomorfológico resulta da interpretação de formas de relevo, assim o mapeamento geomorfológico procura identificar, interpretar e representar as formas de relevo de acordo com a morfologia e os processos de formação (gênese), bem como os processos geomórficos atuantes e material que é composto (KNIGHT et al., 2011).

Em relação à compreensão dos mapas geomorfológicos, Gustavsson (2006) afirma que um mapa geomorfológico legível e que possa proporcionar a visão geral da paisagem deve

apresentar as informações da morfografia, morfometria, litologia e estrutura, hidrografia, idade geológica e morfogênese. Dramis et al. (2011) ainda destacam que os mapas geomorfológicos devem conter, além das informações levantadas por Gustavsson (2006), as idades absolutas e relativas, os depósitos de superfície, bem como os *status* de atividades dos processos genéticos.

Uma síntese dessa discussão é apresentada por Coltrinari (1980). A autora destaca que as cartas geomorfológicas são complexas, pois podem apresentar diversas categorias de fenômenos de dimensões espaciais e temporais, visto que a escala que definirá a dimensão da representação. As escalas espacial e temporal representam uma das principais questões do mapeamento geomorfológico, considerando-se que, a partir dela, será definido o grau de detalhe ou de generalização dos aspectos do relevo. A escala, assim como a legenda, é uma questão importante a ser discutida, portanto será mais bem aprofundada nas seções 2.2.4 e 2.2.5.

O mapa geomorfológico é significativo para o desenvolvimento da própria geomorfologia. Tais mapas representam o relevo e seus aspectos dinâmicos, assim permitindo a reconstrução do desenvolvimento dessas feições, remontando sua origem e transformações, bem como a noção de participação de determinados processos geomórficos. Desse jeito, possibilita representar quando, como e sob quais condições tais formas foram originadas, o que, para Klimaszewki (1982), atribuiu ao mapa geomorfológico valores científicos e práticos.

Klimaszewki (1982) aponta os valores práticos e econômicos aplicados para utilização dos vários ramos da economia para o uso racional da superfície terrestre, a sua configuração é de interesse para a agricultura, ocupação, turismo e recreação e gestão de recursos. O autor afirma que os mapas de qualidade dos sítios geomorfológicos podem conter todas as feições do relevo sob vistas de sua utilidade econômica, delineando as classes: favorável para atividade econômica, favoráveis sob certas condições; e desfavoráveis.

Apoiado nessa dupla importância – científica e econômica – o mapa geomorfológico e quem o elabora, deve pensar no relevo, os processos e fenômenos conforme esses dois valores (KLIMASZEWSKI, 1982). Tendo em vista as considerações desse autor, pode-se afirmar que os mapas geomorfológicos dispõem de diversas aplicações, sendo que, do ponto de vista científico, podem ser utilizados para: avaliação de riscos e desastres, para erosão do solo, para geopatrimônio e geoconservação.

2.2.1 Aspecto Geomorfológicos do Mapas

Dramis e Bisci (1998) distinguem dois tipos de cartas geomorfológicas: 1) as cartas de base, produtos da transposição gráfica das observações objetivas e sistemáticas sobre o terreno em trabalhos de campo e por sensoriamento remoto – fotografias aéreas, imagens de satélite (Figura 7); e 2) as cartas derivadas, que consistem na reelaboração das cartas de base, na seleção e generalização das informações de tais documentos para ilustrar dados significativos e também o zoneamento dos fenômenos geomorfológicos, sobretudo para usuários não especialistas (Figura 8).

Há duas direções principais das cartas de base, a primeira é para representar a evolução do ambiente físico através do tempo geológico, como cartas geomorfológicas-evolutivas; a segunda é a carta de processos morfogenéticos atuais, apresentando as características de tipologia e do *status* das atividades dos processos morfogenéticos que se manifestam na área (DRAMIS; BISCI, 1998).

Figura 7 – Exemplo de carta de base: carta geomorfológica da bacia de Tenna, escala original 1:50.000.



Fonte: Dramis e Bisci (1998, p. 206).

Figura 8 – Exemplo de mapa derivado: mapa das principais unidades morfológicas, baseado na carta geomorfológica da bacia do rio Trionto, Firenze. Escala original 1:170.000.

nos aspectos quantitativos do relevo, ou seja, são medidas de variáveis, como altura absoluta e relativa, comprimento e declividade (FLORENZANO, 2008).

O mapa morfológico é uma representação gráfica das formas do terreno, dos padrões espaciais que delimitam o relevo em escalas menores ao invés de formas individuais (KNIGHT et al., 2011). Como afirma Tricart (1965), um mapa morfográfico apresenta um inventário das formas, no entanto não é um mapa geomorfológico.

2.2.1.2 Morfogênese

A morfogênese aborda a origem e o desenvolvimento das formas, sendo relativo à natureza genética do relevo, que são resultantes de grandes tipos de processos: 1) endógenos, são processos originados no interior da terra, como vulcanismo e movimentos sísmicos; 2) exógenos são processos na superfície terrestre, ou seja, sendo movimentos externos que moldam o relevo, como o intemperismo e a erosão (FLORENZANO, 2008).

A representação dos processos que deram origem às formas e suas respectivas formações superficiais, segundo Coltrinari (1980, p. 56), “um testemunho de processos presente ou passados, e uma condicionante da morfogênese, por apresentarem características intrínsecas que interferem na atuação da dinâmica atual”. Para Tricart (1965), os mapas morfogenéticos apresentam as formas segundo sua origem de modo inteligível, o que requer certo estudo do terreno e análises de laboratório.

2.2.1.3 Morfodinâmica

Os processos endógenos e exógenos ativos que moldam as formas de relevo e os depósitos superficiais, assim sendo a relação entre a evolução da forma e os processos morfogenéticos que o originaram, denominam-se morfodinâmica (DRAMIS; BISCI, 1998; FLORENZANO, 2008).

Nessa perspectiva, é possível distinguir formas e depósitos ativos ou inativos, isto é, de acordo com Bisci e Dramis (1991), os ativos são as formas que estão em desenvolvimento por meio da atuação dos mesmos agentes da sua gênese e condicionam a sua evolução, enquanto as formas inativas são formas geradas por processos que não atuam mais. A inatividade ocorre por exaurir o próprio processo de evolução ou por alguma modificação substancial, tal como variação climática ou movimento tectônico (BISCI; DRAMIS, 1991).

Outra subdivisão pode ser feita em razão de uma forma não apresentar atividade, contudo não se enquadra como processo inativo, considera-se como forma quiescente (ou dormente) (BISCI; DRAMIS, 1991). Segundo os referidos autores, tais formas ainda podem ser distintas de acordo com o tempo transcorrido desde sua última atividade, como atual (menos de 200 anos), recente (200 a 1.000 anos).

Por exemplo, Cruden e Varnes (1996, apud BORGATTI; CESTARI, 2005) dividem o estado de atividade dos movimentos de massa em ativo e inativo, com suas respectivas subdivisões, (Quadro 3).

Quadro 3 – Estado de atividade dos movimentos de massa.

Estado de atividade		
Ativa	Ativa	
	Suspensa	
	Reativada	
Inativa	Dormente	
	Estabilizada	Naturalmente abandonada
		Artificialmente estabilizada
		Relito

Fonte: Cruden e Varnes (1996, apud BORGATTI; SOLDATI, 2005, p. 108, tradução nossa.).

Segundo Dramis et al. (2011), os mapas morfodinâmicos representam o relevo e os depósitos superficiais associados aos processos geomorfológicos atuais, incluindo as interferências das atividades humanas, como os depósitos antropogênicos. A partir dos mapas morfodinâmicos se pode compreender o funcionamento da morfogênese recente.

2.2.1.4 Morfocronologia

De acordo com Florenzano (2008), a morfocronologia envolve a história evolutiva, as formas de relevo e os processos geomórficos com a sua idade absoluta e relativa. Dado que todo o relevo carrega as características de sua formação e evolução, a representação das feições deve ser localizada o mais precisamente possível no tempo, a fim de permitir fazer e aparecer as associações das formas desenvolvidas em momentos diferentes da evolução. Além disso, deve mostrar as gerações sucessivas de formas – as recentes e aquelas em desenvolvimento a partir de formas antigas – além de distinguir as formas funcionais/vivas e as formas estagnadas/herdadas (TRICART, 1965; COLTRINARI, 1980).

Dentre os aspectos geomorfológicos, a cronologia é a mais variável entre uma região e outra, por isso uma margem de incerteza e flexibilidade de datas deve estar na sua representação (TRICART, 1965). Panizza (1985, apud DRAMIS; BISCOI, 1998) fez um esquema cronológico para classificação das formas: 1) atual; 2) recente; 3) Holoceno antigo; 4) Pleistoceno superior-médio; 5) Pleistoceno inferior; 6) Pré-Quaternário.

Para aplicação de um esquema cronológico é importante estar atualizado conforme a Tabela Cronoestratigráfica Internacional, da *Internacional Union of Geological Sciences* (IUGS). A versão 2019/05 da Tabela Cronoestratigráfica define o início do Período Quaternário a partir de 2,58Ma, sendo subdividido em 1) Holoceno: 1.1) *Megahalayan*: até 4.200 anos; 1.2) *Northgrippian*: 4.200 até 8.200 anos; 1.3) *Greenlandian*: 8.200 até 117.000; e 2) Pleistoceno: 2.1) Superior: 117.000 até 126.000 anos; 2.2) Médio: 126.000 até 773.000; 2.3) Calabriano: 773.000 até 1,80Ma; 2.4) Gelasiano: 1,80Ma até 2,58Ma.

2.2.2 Cartografia Geomorfológica pelo Mundo

A primeira ideia de mapa geomorfológico, como já mencionado, foi com Passarge no início do século XIX. A Europa foi pioneira na estruturação do mapeamento geomorfológico e vem construindo caminhos distintos em cada país, tendo em vista os diferentes interesses dos geomorfólogos e, especialmente, a diversidade do relevo das regiões europeias (FLORENZANO, 2008).

Os estadunidenses se dedicam mais a mapeamento de formas específicas da paisagem, já os europeus, de modo geral, realizam mapeamentos detalhados (FLORENZANO, 2008). Países como França, Holanda, Áustria, Hungria, Itália, Polônia, Romênia, Espanha e Suíça possuem programas de mapeamento geomorfológicos nacionais, assim como outros países fora da Europa, como Brasil, Rússia, China, Austrália e Índia (PARON; CLAESSENS, 2011).

Nem sempre os programas de mapeamento abordam todos os aspectos do relevo ou possuem o mesmo aspecto em evidência, os geomorfólogos de cada país enfatizam os aspectos do relevo que mais interessam. Os franceses e os húngaros, por exemplo, destacam as unidades litológico-estruturais, enquanto os poloneses, russos e romenos tem a forma como unidades básica (FLORENZANO, 2008). O sistema de mapeamento francês teve grande influência no Brasil por meio de Jean Tricart, cujo destaque é para as unidades litológicas e informações morfológicas, voltadas principalmente para escalas detalhadas (FLORENZANO, 2008), tema que será retomado na seção 2.2.3.

Os mapas alemães também têm a base na topografia, apresentando a descrição litológica da superfície e subsuperfície, morfometria, hidrologia e a idade do substrato (PARON; CLAESSENS, 2011). Os mapas geomorfológicos romenos começaram a ser desenvolvidos na década de 1990, em médias e grandes escalas, representando o substrato rochoso, grandes unidades de relevo e nove diferentes formas de relevo – lacustre, cárstico, glacial, antrópico, entre outros (PARON; CLAESSENS, 2011).

A Itália tem tradição de longa data na elaboração de mapas geomorfológicos com ênfase acadêmica, especialmente em grande escala. Os mapas italianos são complexos, assim como a legenda, contendo muitas cores e símbolos para representar a topografia, hidrologia, substrato e os depósitos superficiais, morfogênese, morfocronologia e morfoevolução, ainda subdividindo em formas e depósitos ativos, inativos e dormentes (PARON; CLAESSENS, 2011). O Serviço Geológico da Itália (*Sevizio Geologico d'Italia* – SGI), iniciou um programa de mapeamento geológico-geomorfológico de todo território nacional no final da década de 1980, resultando em 652 mapas em escala 1:50.000 (PARON; CLAESSENS, 2011).

2.2.3 Cartografia Geomorfológica Brasileira

Um mapa geomorfológico preliminar do Brasil foi elaborado por Aziz Ab'Saber em 1964, com ênfase nos aspectos morfoestruturais, enquanto a versão publicada em 1967 pelo mesmo autor, representa os domínios morfoclimáticos. Assim, como afirma Ab'saber (1969), o verdadeiro mapa geomorfológico brasileiro seria composto na superposição de ambos os mapas.

A influência do grupo de Jean Tricart para representação geomorfológica tomou proporções internacionais, sendo bem difundida no Brasil, com técnicas baseadas na utilização de fotografias aéreas, rígido trabalho de campo e alto grau de detalhamento (AB'SABER, 1969). Francis Ruellan introduziu métodos mais objetivos e o uso de fotografias áreas para produção de cartas geomorfológicas detalhadas, sendo responsável por trabalhos pioneiros e importantes a nível regional, como o projeto de cartografia geomorfológica em toda a região do Vale do São Francisco com base em fotografias aéreas em escala de 1:25.000 (AB'SABER, 1969).

Ruellan e Tricart, ambos franceses, moldaram a cartografia geomorfológica nacional, deixando vários discípulos e introduzindo, de uma vez por todas, as técnicas das cartas geomorfológicas detalhadas, que se reflete dos estudos de cartografia de Olga Cruz e Margarida Penteado (AB'SABER, 1969).

Um importante marco para a cartografia geomorfológica brasileira foi o Projeto RADAM (RADar na AMazônia), que foi criado em 1970 pelo Ministério de Minas e Energia do Departamento Nacional Produção Mineral (DNPM), com o intuito de realizar o levantamento dos recursos naturais das regiões norte e nordeste do Brasil (OLIVEIRA et al., 2011). O projeto foi expandido para todo o território brasileiro em 1975, tornando-se o RADAM Brasil, com o objetivo de realizar um mapeamento integrado dos recursos naturais. Para isso foram utilizadas imagens de radar e outros sensores, em especial o *Synthetic Aperture Radar* (SAR), tecnologias que foi um marco de um programa de dinamização da pesquisa no Brasil (OLIVERA et al, 2011). Os registros obtidos consistem em 551 mosaicos semicontrolados de radar em escala 1:250.000, sendo os produtos cartográficos publicados em escala 1:1.000.000 (IBGE, 2009; OLIVEIRA et al., 2011).

Para produção de mapas de forma padronizada para todo o território, a Divisão de Geomorfologia do RADAM Brasil elaborou um documento de referência para o mapeamento geomorfológico sistemático em quatro fases, contendo a descrição de todas as etapas da pesquisa e procedimentos do mapeamento (IBGE, 2009). Conforme Del'Arco e Natali Filho (1984), a metodologia adotada era de caráter aberto, permitindo à Divisão estabelecer etapas de avaliação de resultado, assim conduzindo o aprofundamento da pesquisa geomorfológica, o refinamento da representação, bem como melhorias no próprio método.

Por fim, desse projeto resultou dois documentos normativos: o Manual de Etapas de Trabalho e Álbum de Legendas. Ademais, um manual de campo foi formulado com o intuito de padronização das informações coletadas em trabalhos de campo, juntamente com explicações do uso das fichas de campo, desdobrando-se em mais dois documentos, a Descrição da Paisagem e Amostragem de Formação Superficial (IBGE, 2009).

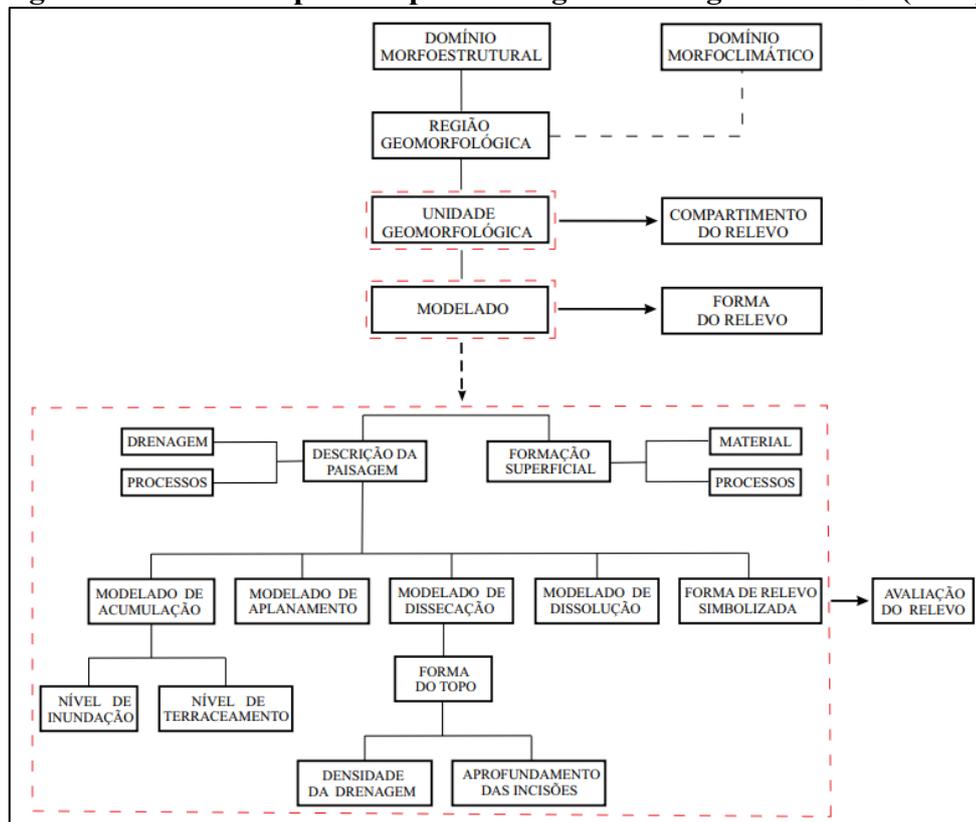
Fundado em tais documentos, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publicou o Manual Técnico da Geomorfologia, sendo a primeira edição em 1995 e a segunda de 2009. Segundo Barbosa et al. (1984), as bases e princípios da cartografia geomorfológica desenvolvida no RADAM Brasil foram discutidas e lançadas por Ab'Saber e Moreira, posteriormente adotados no Manual Técnico da Geomorfologia. Dessa maneira, os mapas geomorfológicos nacionais devem conter:

- base geológica como elemento essencial;
- fixação, delimitação e descrição precisas das formas de relevo em si mesmas;
- fixação da altimetria;
- representação dos domínios morfoclimáticos e morfoestruturais;
- representação da dinâmica de evolução geomorfológica atual;
- cartografia das formações superficiais. (IBGE, 2009, p. 25).

Isto posto, o Manual Técnico da Geomorfologia apresenta um compilado de técnicas e procedimentos para a interpretação e mapeamento geomorfológico sistemático em escala regional (IBGE, 2009). Ressalta-se que não há uma escala específica para os métodos apresentados, ou menção a uma possível multiescalaridade, assim, haja vista que os princípios foram baseados no RADAM, pressupõe-se que seja para mapas de pequenas e média escalas.

O Manual ainda estabelece “[...] normas e procedimentos para produção e armazenamento de informações de geomorfologia em meio digital, atendendo, assim, às necessidades de especificações técnicas exigidas pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais” (IBGE, 2009, p. 17). A proposta de mapeamento do IBGE (2009) tem uma estrutura baseada no ordenamento dos fatos geomorfológicos segundo a classificação temporal e espacial, cuja unidade básica é a forma de relevo (Figura 9).

Figura 9 – Estrutura para mapeamento geomorfológico do IBGE (2009).



Fonte: IBGE (2009, p. 27).

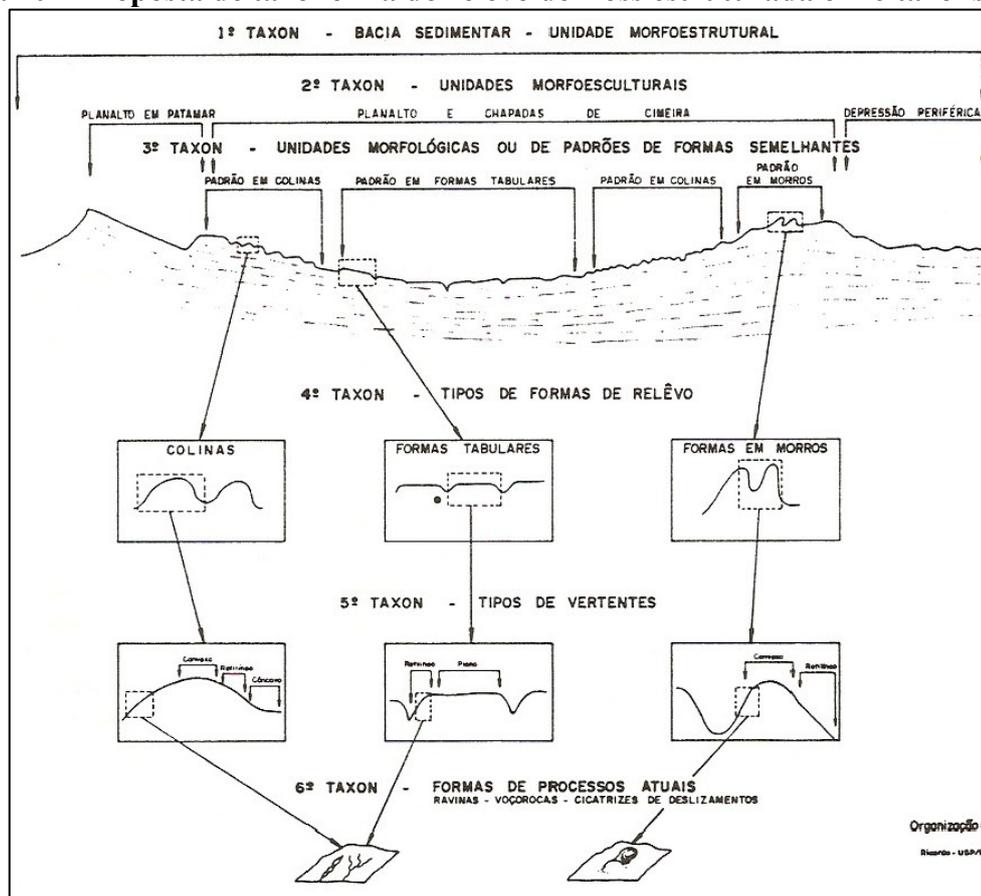
Outra proposta de taxonomia e mapeamento foi elaborada por Ross (1992) a partir dos aspectos fisionômicos do relevo. O autor declara que as formas de relevo são reflexo da sua origem e sua idade, portanto a proposta de classificação é fundamentada na gênese e idade das formas, assim é possível afirmar que tamanho da forma é diretamente proporcional a sua idade, isto é, quanto maior é a forma, maior idade ela tem, e quanto menor a forma, menor a sua idade.

Apesar de não ser viável determinar um tamanho fixo para as formas ou relacioná-las apenas a um processo, segundo o autor, a representação geomorfológica não deve negligenciar a classificação, reafirmando que sua dimensão está associada à gênese e à cronologia.

A proposta taxonômica do relevo de Ross (1992) tem como objetivo a cartografia geomorfológica integrada e de leitura direta, tentando solucionar um problema não resolvido na classificação Cailleux-Tricart (1965) e Mecerjakov (1968), que é a relação de proposta de classificação com a efetiva cartografia do relevo.

Para realizar o mapeamento geomorfológico, Ross (1992) sugere a classificação do relevo em seis táxons (Figura 10), identificação em imagens de radar e trabalhos de campo.

Figura 10 – Proposta de taxonomia do relevo de Ross estruturada em 6 táxons (1992).



Fonte: Ross (1992, p. 22).

- 1º táxon: corresponde às Unidades Morfoestruturais, como um arranjo estrutural do relevo terrestre que, por sua vez, sustenta um aspecto escultural (o 2º táxon). Esse táxon é o maior, conseqüentemente, o mais antigo, por exemplo, uma bacia sedimentar. A representação cartográfica é dada por uma determinada família de cor;
- 2º táxon: em razão da ação climática atual e pretérita sobre o táxon maior se esculpe o relevo, compondo uma morfoescultura, chamada por Ross (1992) de Unidades

Morfoesculturais. Os exemplos são planaltos residuais e depressões periféricas, cuja representação é feita por uma tonalidade da cor usada no 1º táxon;

- 3º táxon: constitui-se das Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes, ou seja, conjuntos de tipologias de formas que possuem alto grau de semelhança entre si, seja de aspectos fisionômicos ou de tamanho. Esses padrões podem apresentar duas gêneses distintas, as denominadas formas de acumulação e as formas de denudação. Essas duas formas identificam o táxon no mapa, primeiro por letras, *A* para acumulação e *D* para denudação, juntamente com duas letras minúsculas que indicam, respectivamente, o processo de origem e a morfologia do topo. Como por exemplo, *Apm* para forma de acumulação de planície marinha; *Dc* para forma de denudação convexa;
- 4º táxon: consiste na forma individualizada do 3º táxon, sendo cada uma das formas dentro do conjunto de padrões, como uma colina com determinadas características de topo e de tamanho;
- 5º táxon: abrange as partes das formas do relevo, isto é, as vertentes, podendo ser representadas apenas em mapas de grande escala. Para destacar os setores das vertentes e topos, usa-se letras, tal como *Vr* para vertente retilínea e *Tp* para topos planos. Segundo o autor, este táxon possibilita a melhor percepção da dinâmica atual do relevo;
- 6º táxon: esta unidade se refere às pequenas formas de relevo, geradas por ação antrópica ao longo das vertentes ou por processos acumulativos e denudacionais atuais, como ravinas e cicatrizes de deslizamentos. Ross (1992) não define simbologia para este táxon, tendo em vista que na época não existiam bases para cartografar formas nesta escala de detalhe.

2.2.4 Escala

A escala, por conceito, é uma relação entre a dimensão real e a dimensão representada no mapa. A escala geomorfológica pode abranger quilômetros, representando continentes inteiros, ou em escalas de metros, como sulcos ou ravinas. Dessa forma, é necessária uma análise criteriosa para a sua escolha, podendo-se determiná-la pelo objetivo do mapeamento e pela complexidade da textura topográfica da área (FLORENZANO, 2008; DRAMIS et al., 2011).

Para Tricart (1965), pequenas escalas são menores que 1:500.000 e grandes escalas estão entre 1:5.000 e 1:25.000. Guerra (1993) chama as pequenas escalas de geográficas, menores de 1:1.000.000, já as escalas topográficas são grandes, variando de 1:10.000 a 1:100.000. Demek e Embleton (1978, apud DRAMIS; BISCO, 1998) classificam os mapas geomorfológicos conforme o nível de detalhe: 1. Grandes escalas são inferiores a 1:100.000; 2. Média escala é entre 1:100.000 e 1:1.000.000; 3. Pequenas escalas são menores que 1:1.000.000.

Dramis e Bisci (1998) definem: 1) grandes escalas são iguais ou maiores que 1:25.000; 2) média escalas variam entre 1:25.000 e 1.250.000; 3) pequenas escalas são menores que 1:250.000. Os referidos autores também fazem a relação das escalas com a menor unidade possível a ser representada (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de escala de mapas, intervalos e comprimentos mapeáveis.

Escala	Intervalo de escalas	Máximo/Mínimo de comprimentos mapeáveis (40cm/2mm no mapa) em km.
Pequena	<1:1.000.000	>400/> 2
	1:1.000.000-1:5000.000	400/2-200/1
	1:500.000-1:250.000	200/1-100/0.5
Média	1:250.000-1:100.000	100/0.5-40/0.2
	1:100.000-1:50.000	40/0.2-20/0.1
	1:50.000-1:25.000	20/0.1-10/0.05
Grande	1:25.000-1:10.000	10/0.05-0.4/0.02
	1:10.000-1:5.000	0.4/0.02-0.2/0.01
	>1:5.000	<0.01

Fonte: Dramis e Bisci (1998, apud DRAMIS et al., 2011, p. 45, tradução nossa)

IBGE (2009) estabelece três intervalos de escalas que caracterizam três tipos de mapas geomorfológicos (Tabela 3)

Tabela 3 – Mapas e escalas conforme o IBGE (2009).

Tipo de Mapa	Escala Preferencial	Segmento mínimo representável
Mapa Mural – Pequenas escalas (<1:1.000.000)	1:2.500.000	37,5km ²
	1:5.000.000	150km ²
	1:10.000.000	600km ²
Mapa básico – Médias escalas (1:1.000.000-1:50.000)	1:1.000.000	6km ²
	1:500.000	1,5km ²
	1:250.000	0,375km ²
	1:100.000	0,06km ²
Mapa detalhado – Grandes escalas (>1:50.000)	1:50.000	0,015km ²
	1:25.000	Objetivo específico
	1:10.000	

Fonte: elaborado pela autora baseado em IBGE (2009).

A mudança da escala altera tecnicamente o grau de detalhe possível de se representar em um mapa, desse modo, a importância da interpretação correta aumenta conforme a escala aumenta (GUSTAVSSON, 2006). Há três casos em que a escala pode ser de importância maior: “1) na escolha da escala apropriada para um propósito específico, 2) na legibilidade dos resultados finais que são baseados em diferentes fontes, e 3) durante a generalização e extrapolação dos dados” (GUSTAVSSON, 2006, p. 27, tradução nossa).

Como destacam Dramis et al. (2011), a natureza dos aspectos geomorfológicos muda conforme a escala adotada, pois abrangem diferentes dimensões do relevo, logo, mapas de escalas significativamente distintas não podem tratar dos mesmos contextos geomorfológicos a menos que tenham objetivos distintos. Isto posto, a escala adequada para um mapa é condicionada pelos objetivos da pesquisa e do objeto que se quer representar. A seguir, alguns autores indicam, em termos gerais, as unidades geomorfológicas para cada tipo de escala.

2.2.4.1 Pequena escala

Para Tricart (1965) e IBGE (2009), os mapas de pequena escala devem ser direcionados aos fenômenos morfoestruturais. IBGE (2009) ainda destaca que essa escala visa apresentar trabalhos de síntese da geomorfologia regional, assim gerando produtos da integração regional. Para Dramis et al., (2011), tal escala permite representar o quadro morfoestrutural e a história geomorfológica das maiores unidades deposicionais e erosivas, para fins educacionais na integração dos ambientes naturais e na gestão territorial a nível nacional.

Os mapas em pequena escala podem ser elaborados em gabinete, com base em mapas geológicos e topográficos, bem como em análises bibliográficas, na generalização de representações de mapas de maior detalhe (TRICART, 1965; DRAMI; BISCO, 1998). Esses autores ainda reforçam o uso de mapas pré-existentes, fotografias aéreas, imagem de satélite e fotomosaico. Segundo Gustavsson (2006), os dados de hidrografia, impactos antrópicos e processos superficiais são as informações que mais sofrem com a diminuição da escala.

2.2.4.2 Média Escala

A média escala pode representar completa ou parcialmente as grandes unidades morfológicas/geomorfológicas, como relevo vulcânico, *cuestas* e vales glaciais de acordo com Dramis e Bisci (1998) e IBGE (2009). Mapas nesta escala podem ser resultado da generalização de grandes escalas ou produzidos por meio da fotointerpretação, aliado a trabalhos de campo

restritos a áreas de amostragem ou trajetos representativos na coleta de chaves de interpretação (DRAMIS et al., 2011).

Dado que no Manual Técnico da Geomorfologia, os Mapas Básicos (médias escalas) têm uma amplitude maior de denominadores, ainda são subdivididos em mapas regionais ($>1:250.000$ ou $<1:1.000.000$), mapas de reconhecimento ($1:100.000$ e $1:250.000$) e mapas de semi-detulhe ($>1:100.000$ e $1:50.000$). Dessa forma, para o IBGE (2009), a média escala ainda possibilita representar uma perspectiva mais completa possível da área em relação espaço e tempo, além da história evolutiva e disposição estrutural e interpretar sítios favoráveis aos tipos de uso.

A ideia de mesoescala varia conforme a perspectiva de cada autor, porém, de maneira geral, a escala de $1:100.000$ é a transição entre mapas detalhados e de média escala. Como afirma Florenzano (2008), dependendo da área mapeada, o grau de generalização da redução de $1:50.000$ para $1:100.000$ é pouco.

2.2.4.3 Grande escala

A diferença entre os mapas de pequena e grande escala é, essencialmente, que os de grande escala ou de detalhe são baseados no trabalho de campo sistemático (TRICART, 1965; DRAMIS et al., 2011). Para o mapa detalhado “Só o estudo minucioso do terreno permite identificar corretamente as formas do ponto de vista dinâmico, essencial nesta escala, e permite ainda datar com a precisão desejada por tal estudo” (TRICART, 1965, p. 187).

De acordo com Tricart (1965), o foco dos mapas em grande escala aborda os processos morfogenéticos e as formas criadas por eles, tal como um cone de dejeção ou uma duna, entre escalas de $1:5.000$, $1:10.000$ e $1:25.000$, no entanto, em casos excepcionais, como regiões com relevo pouco escavado, a escala pode ser grande em $1:50.000$ ou até $1:100.000$. Escalas maiores de $1:5.000$ são viáveis para a representação de linha de costa, leitos de rios e deslizamentos, pois possibilita o detalhamento da evolução de fenômenos específicos. Cartas geomorfológicas de no máximo $1:2.000$ podem estar integradas com características geotécnicas, assim como informação de águas superficiais e subterrâneas (DRAMIS; BISCOI, 1998).

O mapeamento de campo de grande escala permite representar os quatro aspectos geomorfológicos: morfologia, morfogênese, morfocronologia e morfodinâmica, assim como as características de estratigrafia e sedimentologia, afloramentos, espessura dos depósitos superficiais e status de atividade (DRAMIS et al., 2011). Somente a partir das observações de campo a atividade dos processos geomórficos se classificam em: ativos, inativos e dormentes.

Segundo Dramis e Bisci (1998), a grande escala permite a análise integrada dos fenômenos, isto é, entre as formas, processos e depósitos, além da observação da distribuição espacial e temporal em relação às características ambientais. Tais informações podem compor um “quadro orgânico” da morfogênese atual e antiga, tendo em vista uma avaliação atenta do status de atividade, assim possibilitando a previsão das tendências morfoevolutivas.

Em mapas detalhados, a classificação cronológica deve ser mais específica, separando entre o atual e épocas do Quaternário, distinguindo as formas vivas e herdadas, as estabilizadas e aquelas submetidas a outros processos, assim sendo, formas de diversas gerações. O intuito de uma cronologia apurada é evidenciar as diversas gerações de formas que se sucederam, que por sua vez, deixaram marcas mais ou menos perceptíveis no determinado terreno (TRICART, 1965). Para o IBGE (2009), os mapas detalhados têm objetivos específicos, portanto, o objeto define o conteúdo, o material cartográfico e especificações.

2.2.5 Legenda geomorfológica

Em razão da grande quantidade de elementos que compõem a geomorfologia, a sua representação também carrega tal complexidade. Os diversos aspectos do relevo – a morfografia, morfometria, morfocronologia, morfogênese, a litologia e os depósitos superficiais – resultam em mapas com muita informação e de valor científico (VERSTAPPEN, 2011). No entanto, geralmente é de difícil compreensão.

Ross (1992) também afirma que encher os mapas com símbolos e ornamentos deixam os mapas muito ricos, contudo, ainda os tornam difíceis de serem utilizados. Assim, sobrecarregar os mapas com informações deve ser evitado, haja visto que prejudica a sua eficiência, especialmente quando parte do conteúdo do mapa é mais importante e quando há um público não especialista (VERSTAPPEN, 2011).

Como antes citado, a Subcomissão de Cartografia Geomorfológica publicou 570 símbolos em cinco línguas para mapas de escala detalhe, com o intuito de uma legenda universal, culminando no Manual de Legenda Geomorfológica. Esse manual não foi amplamente adotado, existindo variações entre os mapas geomorfológicos de cada país. As legendas geomorfológicas nacionais continuaram a ser desenvolvidas, atendendo à linha de pesquisa da comunidade científica de cada país e, principalmente, cada realidade das condições ambientais, por exemplo, a geomorfologia, o clima, a extensão do território e o uso do solo orientam os aspectos das cartas e a construção da legenda adequada (DRAMIS; BISCI, 1998).

Para Verstappen (2011), a padronização de legenda é necessária apenas em casos de séries de mapas de escala nacional e internacional, do contrário, é apropriado adotar conceitos gerais e flexíveis, objetivando atender características específicas das áreas mapeadas e dos propósitos da pesquisa. Ainda se deve ponderar a limitação de materiais de muitos países, quanto à disponibilidade de bases topográficas e de informações geomorfológicas para o mapeamento, logo para o desenvolvimento de uma legenda adequada.

O uso de cores para a representação geomorfológica é inevitável, sendo que todo o tipo de informação pode ser identificado por meio de cores (VERSTAPPEN, 2011). Na proposta de Tricart, por exemplo, os símbolos coloridos são para a litologia, já para Klimazewski é para indicar a morfogênese. Dramis e Bisci (1998) sintetizaram os sistemas de legendas geomorfológicas de diversos países (Quadro 4).

Quadro 4 – Legenda geomorfológica pelo mundo.

País	Morfologia	Morfogênese			Morfochronologia	Organização das formas
	<i>Morfografia e Morfometria</i>	<i>Litologia e estrutura</i>	<i>Processos Endógenos</i>	<i>Morfodinâmica</i>		
Polônia	Linhas, letras e números coloridos. Símbolos areais coloridos relacionados com a morfogênese e combinados com a atividade das vertentes (sombreamento das encostas) e a morfochronologia (variação do tom)	Frequentemente ausente ou parcialmente indicada por símbolos areais coloridos	Ausente	Ausente	Tons de cores relacionadas com a morfografia e a morfogênese	Símbolos areais coloridos sobre base morfogenética e morfochronológica
IGU	Linhas, letras e números coloridos. Símbolos areais coloridos relacionados com a morfogênese e combinados com a atividade das encostas (sombreamento das encostas) e a morfochronologia (variação do tom)	A litologia é representada de fundos monocromáticos. Símbolos areais coloridos pela gênese, combinados a morfologia e a morfochronologia	Ausente	Símbolos lineares pretos	Letras e números em preto para a idade exata, diferenças de tom no âmbito dos grupos genéticos	Símbolos areais coloridos sobre base morfométrica, morfogenética e morfochronológica.
Holanda	Símbolos areais coloridos, indiretamente relacionados com a morfogênese. Linhas, letras e números coloridos	Hachuras brancas sobre fundo marrom. Símbolos lineares em vermelho para os aspectos estruturais	Ausente	Geralmente ausente ou indicada indiretamente pela unidade geomorfológica	Hachuras branca sobre fundo cinza	Indicada pela morfologia e indiretamente pela morfogênese
França	Linhas, letras e números coloridos	Símbolos areais coloridos para as formas e unidade com forte influência da litologia	Símbolos lineares em preto ou cinza	Linhas coloridas com gradação baseada sobre morfochronologia	Cores e tons dos símbolos areais e lineares usados para a morfogênese e a morfodinâmica	Expresso indiretamente por símbolos coloridos usados pela litologia e a morfochronologia
Itália	Símbolos areais e coloridos	Símbolos areais coloridos com tons claros para a litologia; símbolos lineares monocromáticos para a estrutura	Símbolos lineares em vermelho ou marrom	Gradação de cores dos símbolos lineares	Letras e números em preto	Expresso indiretamente

Fonte: adaptado de Dramis e Bisci (1998, p. 35, tradução nossa)

A legenda geomorfológica brasileira, conforme o Manual Técnico da Geomorfologia do IBGE (2009), usa cores apenas para a base geológica. O restante da simbologia do IBGE (2009) não apresenta cores, sendo que a maioria indica a morfologia do relevo e a litologia, com pouca ênfase na morfodinâmica. A simbologia é dividida em dois grupos, um a partir de letras e outro com símbolos. Os símbolos para os modelados são letras, uma maiúscula para indicar qual tipo de modelado e duas letras minúsculas para o ambiente de formação.

- Modelados de Acumulação (A);
- Modelados de Aplanamento (P);
- Modelados de Dissecação (D);
- Modelados de Dissolução (K).

Ademais, há 67 símbolos divididos de acordo com as formas a seguir:

- Formas relacionadas às ações fluviais, lacustres e marinhas;
- Forma relacionada à ação eólica;
- Formas relacionadas à ação cárstica;
- Formas relacionadas à dissecação englobando feições residuais;
- Formas relacionadas a bacias e coberturas sedimentares;
- Formas relacionadas a dobramentos;
- Formas relacionadas à tectônica de falha;
- Forma relacionada a estruturas circulares;
- Formas de gênese indiferenciada;
- Símbolos relacionados a processos de erosão e movimento de massa;
- Símbolos de representação cartográfica temática.

2.2.5.1 Legenda Geomorfológica Italiana

Em razão da importância da padronização da legenda geomorfológica, o setor de geomorfologia da SGI, junto com o Grupo Nacional de Geografia Física e Geomorfologia (AIGeo), instituíram um grupo de trabalho para a elaboração de uma normativa para os mapas geomorfológicos da Itália. O grupo iniciou os estudos em outubro de 1990, com base no esquema de legenda geomorfológica de Panizza (1972), em mapas geomorfológicos italianos produzidos na década de 1980, na bibliografia internacional sobre o tema e pela experiência em trabalhos de campo de professores universitários. A normativa foi elaborada tendo em conta a necessidade de garantir a validade do conteúdo representado, facilitar a leitura e interpretação

do mapa por meio de elementos cartográficos precisos e evidentes, além de fornecer uma cartografia de base e aplicada (SGN, 1994).

Em 1994, foi publicado o documento “Diretrizes da Carta Geomorfológica da Itália 1:50.000” (*Carta Geomorfológica D’Italia 1:50.000 – Guida al Rilevamento*) com aproximadamente 350 símbolos. SGN (1994) define mapa geomorfológico como o resultado de um estudo científico sobre o terreno e em laboratório, fornecendo informações das características geomorfológicas da área mapeada e, deste modo, possuindo diversas utilidades, especialmente nas ciências aplicadas. Este tipo de mapa deve representar os quatro aspectos geomorfológicos do relevo terrestre e submarino:

[...] as formas do relevo terrestre, incluindo o submarino; retrata as características morfográficas e morfométricas; interpreta a sua origem em função dos processos geomórficos (endógenos e exógenos), passados e presentes, que as geraram, identifica a sequência cronológica, com uma particular distinção entre as formas em evolução e aquelas relitas. (SGN, 1994, p. 2).

SGN (1994) destaca que é necessário um levantamento de dados em campo para o mapeamento detalhado e a obtenção de dados geofísicos. Tais dados podem ser complementados por análises de laboratório e por interpretação de imagens aéreas, bem como relacionados com o mapa geológico ou outros mapas temáticos. Os trabalhos de campo devem ser feitos com base na escala de 1:25.000 ou 1:10.000, assim o mapa final pode ser elaborado até a escala de 1:50.000 por meio de síntese interpretativa.

Uma atualização destas diretrizes foi publicada em 2018, cujo objetivo é propor critérios de representação para geomorfologia aplicada e possibilitar a cartografia geomorfológica para escalas maiores e para ambiente SIG. Os três pontos foram desenvolvidos para estes objetivos: 1) atualização e inclusão de elementos geomorfológicos, com definição de termos e conceitos; 2) revisão de métodos de coleta e análise de dados, em especial no que se refere a geotecnologias (SIG, MDT, GPS e *database*); 3) proposta de cartografia geomorfológica multiescalar.

Segundo SGI (2018), o mapa geomorfológico traça um quadro das características do relevo, representando em escala e com símbolos específicos a morfologia, morfocronologia, morfogênese e morfodinâmica. Sendo assim, é considerado um documento geocientífico de representação da superfície terrestre e instrumento de estudo dos processos naturais e antrópicos que a envolvem.

A legenda apresentada pelo SGI (2018) possui uma ampla variedade de símbolos para as formas com base no processo morfogenético. Há cerca de 408 formas catalogadas e divididas em treze processos, sendo que as formas podem ter os três símbolos vetoriais: o polígono, a

linha e o ponto (Figura 11). O intuito dessa quantidade de símbolos é propiciar a representação cartográfica de qualquer paisagem, seja antiga ou atual.

Figura 11 – Simbologia de polígonos, linhas e pontos das formas de SGI (2018).

	Polígono	Linha	Ponto
Cratera (Formas vulcânicas)			
Meandro abandonado (Formas fluviais)			
Cordões dunares (Formas eólicas) a - em crescimento b - estável c - sob erosão	<p>a </p> <p>b </p> <p>c </p>	<p>a </p> <p>b </p> <p>c </p>	

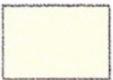
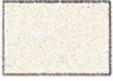
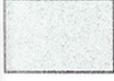
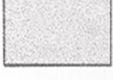
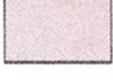
Fonte: adaptado de SGI (2018).

Dramis e Bisci publicaram em 1998 o livro “Cartografia Geomorfológica: Manual de introdução ao levantamento e da representação dos aspectos físicos do território”, cujo conteúdo abrange desde os princípios da cartografia geomorfológica aos métodos de análise e representação do território. Os autores se apoiam na legenda geomorfológica de grande escala criada por Panizza (1972) e na do SGI (1994) para elaborar uma legenda de boa legibilidade dos símbolos e imediata compreensão, mesmo em mapas complexos, além de possibilitar o seu uso em métodos de cartografia automática. Essa legenda é constituída por símbolos poligonais, lineares e pontuais para dezessete categorias de elementos, formas, depósitos e processos, semelhantes ao da normativa da SGN (1994).

Para Dramis e Bisci (1998), ao fundo da representação da geomorfologia consta a litologia. Os autores recomendam reduzir ao mínimo as subdivisões das unidades litológicas, para evitar informações ainda incertas e sobrecarregar o mapa, mas, evidentemente, deve-se considerar a escala de trabalho e os propósitos do mapeamento. A litologia do substrato é representada por tonalidades de baixa intensidade de cores estabelecidas para cada grupo de rocha (Figura 12). Diferente da simbologia adotada pelo IBGE (2009) (Figura 24), que consiste em texturas na cor preta e cores para cada litologia. A base de cores que Dramis e Bisci (1998)

usaram é dos lápis *Stabilo*, por isso todas as cores da simbologia possuem um número de referência da cor do lápis.

Figura 12 – Simbologia da litologia com a referência do lápis Stabilo por Dramis e Bisci (1998).

<i>Colore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Colore</i>	<i>Descrizione</i>
	Rocce prevalentemente calcaree 3248 CV, Stabilo 43		Rocce prevalentemente arenacee poco cementate, sabbie 1205 CV, Stabilo 205
	Rocce prevalentemente dolomitiche 2975 CV, Stabilo 31		Alternanze di rocce a comportamento differente 467 CV, Stabilo 38
	Rocce prevalentemente evaporitiche 277 CV, Stabilo 15		Rocce vulcanoclastiche 474 CV, Stabilo 18
	Rocce calcareo-marnose e marnose 324 CV, Stabilo 470		Rocce effusive 1625 CV, Stabilo 29
	Rocce marnoso-pelitiche, pelitico- arenacee e pelitiche 351 CV, Stabilo 33		Rocce intrusive e metamorfiche massive 488 CV, Stabilo 37
	Argille caotiche Cool Gray 2 CV, Stabilo 91		Rocce metamorfiche scistose 250 CV, Stabilo 405
	Rocce prevalentemente ruditiche (ghiaie e conglomerati) 4545 CV, Stabilo 35		Cataclasite 182 CV, Stabilo 27
	Rocce prevalentemente arenacee ben cementate 461 CV, Stabilo 215		Roccia di faglia 189 CV, Stabilo 325

Fonte: adaptado de Dramis e Bisci (1998, p. 171)

Para SGI (2018), as formações geológicas são divididas em grupos semelhantes aos propostos por Dramis e Bisci (1998). Cada grupo possui uma cor definida (Quadro 5), sendo que tonalidades diferentes das cores são aplicadas de acordo com comportamento da rocha em relação ao agente erosivo, por exemplo, tonalidades mais escuras para rochas menos erodidas e mais claras para as mais erodidas.

Quadro 5 – Classes de rochas e suas respectivas cores para representação cartográfica apresentadas no documento Diretrizes do Mapa geomorfológico da Itália, SGI (2018).

Litotipo	Cor
Rochas predominantemente calcáreas	Marrom
Rochas predominantemente dolomíticas	Rosa
Rochas predominantemente silicatadas	Verdade
Rochas margas, margosa-pelítica e pelíticas	Cinza
Rochas constituídas por alternâncias (por exemplo, arenítico-pelítico e pelítico-arenítico, margoso-arenítico, etc)	Celeste
Rochas predominantemente areníticas	Amarelo
Rochas rudáceas (brechas e conglomerados)	Ocre
Rochas efusivas e vulcanoclásticas	Alaranjado

Rochas intrusivas e metamórficas	Bordô
Rochas metamórficas xistosas	Roxo

Fonte: adaptado de SGI (2018, p. 10, tradução nossa).

As cores do sistema de legenda do SGI também são usadas para indicar o processo morfogenético das formas e depósitos. Essas cores são de maior intensidade do que aquelas que representam a litologia. SGN (1994) aponta onze cores (Quadro 6), uma para processos endógenos e sete para os exógenos, já SGI (2018) apresenta mais subdivisões de processos, principalmente para os endógenos (Quadro 6).

Quadro 6 - Cores das formas e processos geomorfológicos de SGI (1994) e a atualização de SGI (2018).

SGI (1994)	SGI (2018)
Formas Estruturais e Vulcânicas: marrom	Formas tectônicas: marrom escuro Formas vulcânicas: marrom claro Formas litoestruturais: ocre
Formas de encosta devido a gravidade: vermelho	Formas gravitacionais: vermelho
Formas fluviais, fluvio-glaciais e de escoamento de encosta: verde	Formas fluviais, fluvio-glaciais e devido ao escoamento: verde
Formas cársticas: alaranjado	Formas cársticas: alaranjado
Formas glaciais: roxo	Formas glaciais: roxo
Formas crionivais: azul marinho	Elementos de glaciação e nivação atuais: celeste Formas periglaciais e nivais: azul marinho
Formas eólicas: turquesa;	Formas eólicas: amarelo
De origem marinha (imersa ou submersa), lagunar ou lacustre: azul	Formas costeiras: azul
Formas e depósitos de alteração meteórica: ocre	-
Grandes superfícies de planas relictas e formas menores associadas, alguns casos de gênese complexa: fúcsia	Formas de outras gêneses: fúcsia
Formas de origem antrópica: preto	Formas de origem antrópica: preto

Fonte: elaborado pela autora com base em SGN (1994) e SGI (2018).

Dramis e Bisci (1998) também designaram cores para os processos morfogenéticos (Figura 13), seguindo a mesma linha de SGN (1994). Contudo, Dramis e Bisci (1998) adicionam uma cor para Topografia (**cinza**) e subdivide a categoria Estrutural e Vulcânica em: **Formas de origem vulcânica ou hidrotermal (bordo)** e Estruturais e Tectônicas (**marrom**).

Figura 13 – Cores das formas, processos e depósitos do sistema de legenda geomorfológica de Dramis e Bisci (1998) com o número do lápis *Stabilo*.

2736	271		Elementos hidrográficos Formas sobre o gelo ou a neve (1ª coluna) Elementos glaciológicos (1ª coluna)
1405			Elementos estruturais e tectônicos Formas tectônicas e sísmicas Formas poligenéticas com influência estrutural
4635	470		Formas, processos e depósitos de origem vulcânica hidrotermal Manifestação pseudovulcânica
	197		Grandes superfícies poligenéticas relictas de relevo pouco expressivo
1797	207	198	Formas, processos e depósitos gravitacionais
3425	377	362	Formas, processos e depósitos relacionados as águas correntes superficiais
1595		164	Formas e depósitos cársticos
2415	241	239	Formas e depósitos glaciais
520	528	529	Formas, processos e depósitos crionivais
314	3145	312	Formas e depósitos eólicos
662	293	542	Elementos meteomarinhos Formas, processos e depósitos de origem marinha, lagunar ou lacustre
464		457	Formas e produtos de alteração meteórica
CG10	CG8		Formas antrópicas e artefatos Elementos topográficos (2ª coluna)

Fonte: adaptado de Dramis e Bisci (1998, p. 170, tradução nossa).

O diferencial destas propostas de legenda geomorfológica é o uso de tonalidades da cor matiz do processo para representar o estado de atividade do fenômeno atuante na área mapeado, isto é, se é fenômeno ativo (ou não determinado), inativo ou quiescente (dormente). Por exemplo, os três tons para a atividade do processo gravitacional, cuja cor de referência é o

vermelho: **gravitacional ativo**, **gravitacional inativo** e **gravitacional quiescente**. Dramis e Bisci (1998) definem que para a representação das classes de tempo de retorno ou da idade de última ativação de cada fenômeno, coloca-se uma letra adjacente ao símbolo do fenômeno que corresponda a situação identificada.

A atualização das diretrizes do SGI (2018) reconhece as três classes de atividade dos processos, a ativa, relictas (inativa) e a intermitente (dormente). Todavia, para a representação é indicado somente o *status* ativo e relictas, desconsidera-se a classe dormente em virtude da dificuldade da definição do seu intervalo temporal corretamente e de modo detalhado. Então, para SGI (2018), aplica-se duas tonalidades, a mais escura ativos e mais clara para os inativos (Figura 14), por exemplo, processo **fluvial ativo** e **fluvial inativo**.

Figura 14 – Cores das formas ativas e inativas do sistema de legenda geomorfológica do SGI (2018).

Formas		Ativas	Inativas
Antrópicas			
Tectônicas			
Vulcânicas			
Fluviais, fluvioglaciais e de escoamento			
Costeiras			
Glaciais			
Periglaciais			
Gravitacionais			
Cársticas			
Eólicas			
De outras origens			
Litoestrutural			

Fonte: adaptado de SGI (2018, p. 82, tradução nossa).

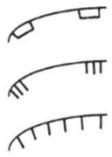
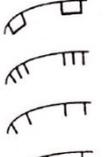
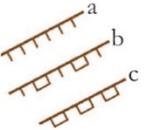
Enfatiza-se que o processo representado no mapa é aquele predominante no terreno, tendo em conta que mais de um processo pode atuar em um mesmo ponto, aquele de maior magnitude é apresentado. Por exemplo, o processo de águas correntes superficiais sobre um processo/depósito eólico ou o processo gravitacional de uma encosta com processos de águas correntes superficiais.

Com o intuito de evitar sobrecarregar o mapa, as informações sobre a morfocronologia são indicadas somente nos grupos de formas ligados a intervalos temporais. Assim, a cronologia é importante para diferenciar as formas e depósitos, como é o caso de terraços marinhos e fluviais e gerações sucessivas de morenas (DRAMIS; BISCI, 1998).

Quanto aos aspectos morfométricos, são representados apenas os dados relativos à altura das escarpas. Dramis e Bisci (1998) e SGI (2018) classificam tais dados em intervalos, geralmente em três, cada um com símbolos lineares diferentes (Figura 15). Por exemplo, para as margens de escarpas de falha, as margens de escarpas de erosão fluvial, escarpas de origem

cárstica ou gravitacional e de escarpas de escavação antrópica, nos intervalos: h (altura) $> 10m$; $10 > h > 5m$; $h > 5m$. A partir da base topográfica é possível obter dados desse tipo, ademais, as curvas de nível são sempre usadas nos mapas geomorfológicos de detalhe (DRAMIS; BISCOI, 1998).

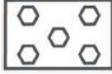
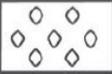
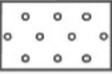
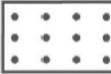
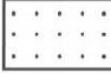
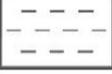
Figura 15 – Simbologia de cada classe de escarpa de falha de Dramis e Bisci (1998).

<p>A Formas tectônicas ou sísmicas Borda de escarpa de falha</p>  <p>$h > 10m$</p> <p>$5m < h < 10m$</p> <p>$h < 5m$</p>	<p>Formas, processos e depósitos de origem marinha, lagunar ou lacustre Borda de escarpa de erosão</p>  <p>$h > 25m$</p> <p>$10m < h < 25m$</p> <p>$5m < h < 10m$</p> <p>$h < 5m$</p>
<p>B Formas tectônicas Borda de escarpa de falha</p>  <p>a) $h < 5m$</p> <p>b) $5m-10m$</p> <p>c) $h > 10m$</p>	<p>Formas fluviais, fluvio-glaciais e devido ao escoamento Borda de escarpa de erosão fluvial</p>  <p>a) $h < 3m$</p> <p>b) $3m-6m$</p> <p>c) $6m-12m$</p> <p>d) $12m < h$</p>

Fonte: adaptado de Dramis e Bisci (1998, p. 178, 195) e SGI (2018, p. 28, 44).

Os depósitos superficiais são apresentados com a cor e textura de cada processo de origem sobre um fundo branco ou a coloração da litologia abaixo, sendo que para essa escolha pode ser considerada a espessura do depósito (DRAMIS; BISCOI, 1998). Sobre a espessura, SGI (2018) recomenda que para depósitos com menos de 1m de espessura, usar como fundo da textura a cor do tipo de rocha que está abaixo, enquanto para os depósitos com mais de 1m, sob o fundo branco. SGI (2018) define texturas para os depósitos com referência a sua classe granulométrica: matação, blocos, cascalho, areia e silte e argila (Figura 16). Cada classe ainda é subdividida em depósito inconsolidado e cimentado, sendo a primeira com a textura de símbolos vazados e a segunda com de símbolos preenchidos.

Figura 16 – Texturas dos depósitos conforme a granulometria, SGI (2018) tem como base as classes granulométricas da União Americana de Geofísica.

Classes granulométricas	Depósito inconsolidado	Depósito cimentado
Matacão Massi <i>Boulders</i>		
Blocos Ciottoli <i>Cobbles</i>		
Cascalho Ghiaia <i>Gravel</i>		
Areia Sabbia <i>Sand</i>		
Silte e Argila Limo e Argilla <i>Silt and Clay</i>		

Fonte: adaptado de SGI (2018, p. 13, tradução nossa).

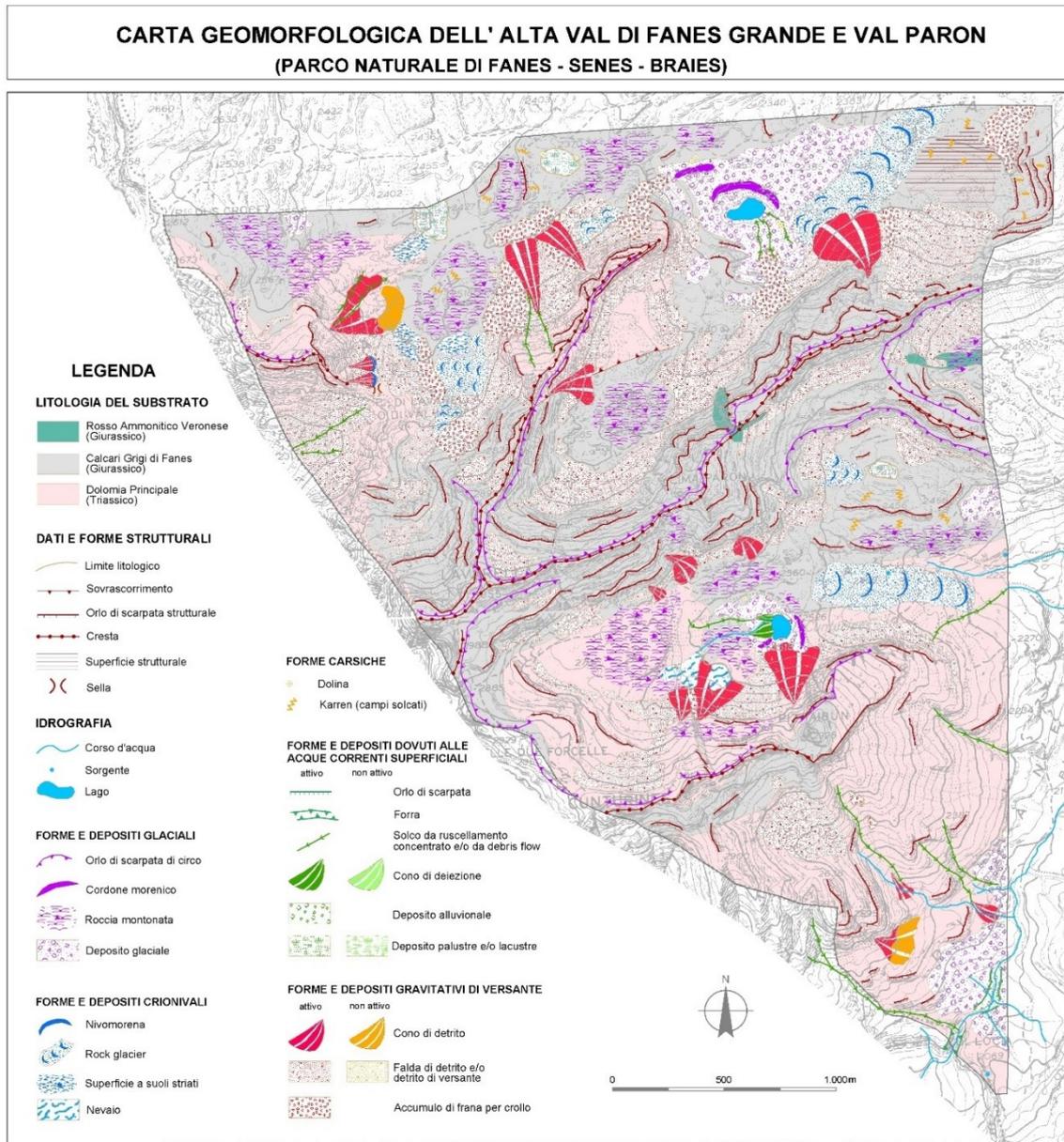
No caso de formas de pequenas dimensões, quando não for possível representá-las em escala, são utilizados símbolos pontuais específicos e sem escala, sendo também possível mapeá-las apenas pelo seu processo morfogênético (DRAMIS; BISCOI, 1998).

A simbologia para os geomorfossítios com a cartografia geomorfológica é descrita por SGI (2018), que define o amarelo ouro como a cor principal para os sítios. Para geomorfossítios areais, o perímetro da área é delimitado com uma borda amarelo ouro e os elementos que o compõe são representados de acordo com os símbolos e cores das formas e processos morfogênicos indicados pelo sistema de legenda. Para geomorfossítios pontuais ou para a representação pontual adimensional (mapas índice, por exemplo), usa-se um círculo de amarelo ouro e dentro dele o símbolo da forma na cor do processo que a originou.

Para identificar o grau de interesse do sítio, adiciona-se uma letra em cor preta na borda do símbolo pontual, quais são: **L** para local, **R** para regional, **N** para nacional e **I** para internacional. Se necessário, o ponto pode ter dimensões proporcionais ao grau de interesse do sítio, por exemplo, pontos menores para geomorfossítio local e maiores para geomorfossítio de interesse internacional (SGI, 2018).

Um exemplo de mapa geomorfológico de detalhe de um geomorfossítio com base na legenda italiana é o da Parque Natural de Fanes-Senes-Braies (Figura 17).

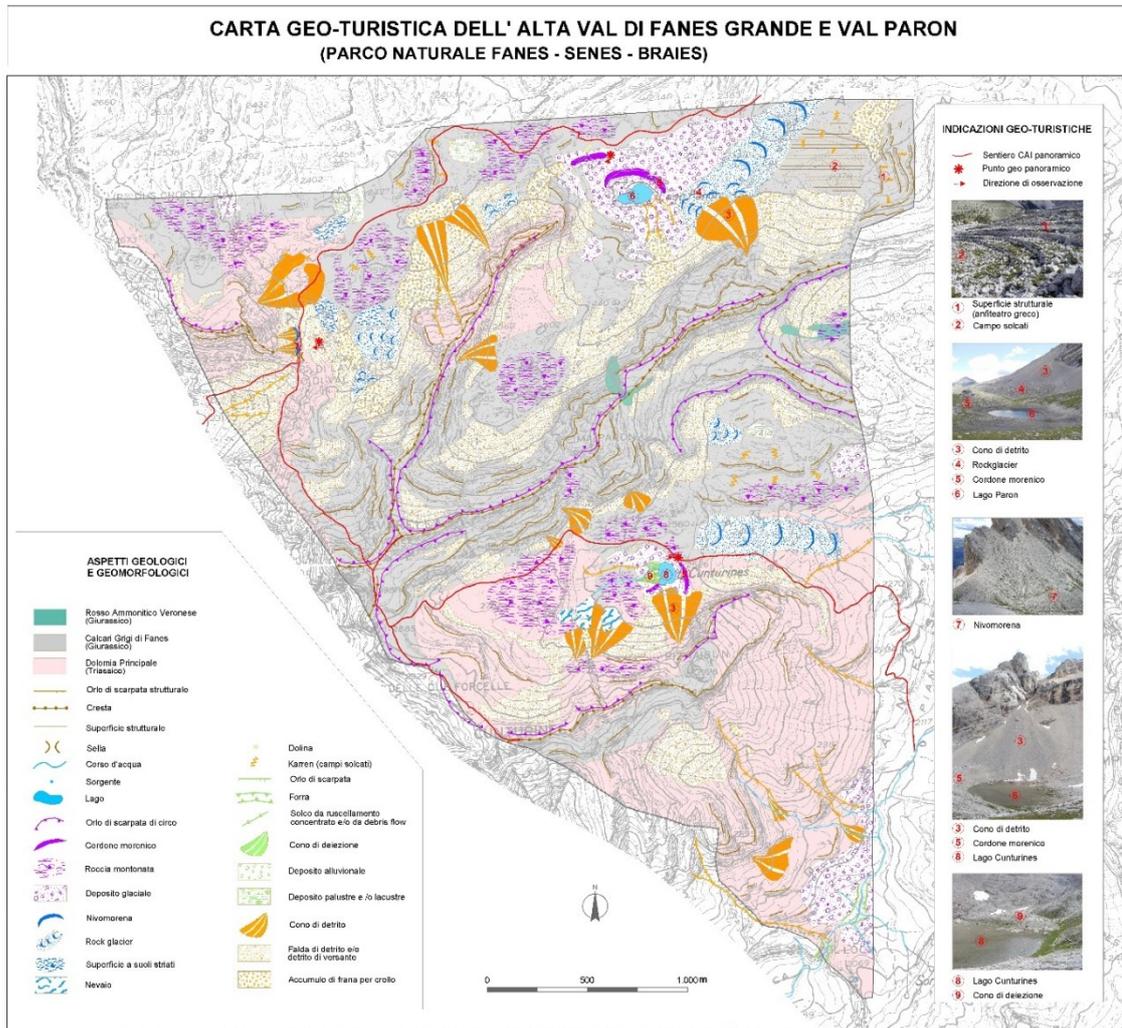
Figura 17 – Mapa geomorfológico detalhado do Alto Vale de Fanes e Vale Paron, Parque Natural de Fanes-Senes-Braies, Itália.



Fonte: Valdati (2005)

É válido ilustrar um trecho da carta geoturística do Parque Natural de Fanes-Senes-Braies (Figura 18), que é composta pela simplificação dos elementos contidos na carta geomorfológica de detalhe (Figura 17), em que são adicionadas fotografias e indicações geoturísticas.

Figura 18 – Mapa geoturístico do Alto Vale de Fanes e Vale Paron, Parque Natural de Fanes-Senes-Braies, elaborado a partir do mapa geomorfológico detalhado.



Fonte: Valdati (2005).

2.3 MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO À REPRESENTAÇÃO DE GEOMORFOSSÍTIOS

Os estudos atuais sobre geomorfofossítios são direcionados ao desenvolvimento de métodos de seleção, avaliação e caracterização, e aos critérios e análises do levantamento do geopatrimônio pelo mundo. No entanto, no que se refere a sua representação cartográfica não há tanto enfoque (CARTON et al., 2003b). Os trabalhos encontrados sobre esse tema são de Carton et al. (2003a, 2003b, 2005), Coratza e Regolini-Bissig (2009) e Regolini (2012), artigos da edição nº 35 da *Géovisions* sobre mapeamento do geopatrimônio de Reynard e Regolini-Bissig (2010), além da breve explanação de Bollati et al. (2018) no documento das Diretrizes da Carta Geomorfológica da Itália.

Segundo Regolini (2012), a ideia de mapeamento de geomorfossítios surgiu no início dos anos 2000, tornando-se um dos eixos de estudos do Grupo de Trabalho de Geomorfossítios da IGU. Os ensaios de mapas dos geomorfossítios no início, como afirmam Carton et al., (2003b), limitam-se a representações sobre base topográfica ou geológica, atentando para a localização e uma descrição mais ou menos exaustiva, sendo eventualmente acompanhada de fotografias. Há também o uso de uma simbologia por meio de imagens pictóricas ou símbolos ilustrativos tradicionais, contudo não ficam fiéis ao que se deseja representar.

A questão do mapear e representar geomorfossítios, e os geossítios em geral, no entanto, vem sendo pouco abordada, Bollati et al. (2018) apontam a necessidade de métodos e de uma cartografia específica para os geomorfossítios devido a sua complexidade. Talvez os motivos da falta de discussão sobre o tema sejam pelas próprias incertezas da cartografia geomorfológica ou pelo fato do reconhecimento da geodiversidade e geopatrimônio ainda serem recentes. É válido salientar que pensar nessa representação contribui para a compreensão dos sítios e promove o reconhecimento da importância da geoconservação,

Carton et al. (2003a) e SGI (2018) indicam o uso da cartografia geomorfológica tradicional para representar geomorfossítios. Os princípios dessa cartografia levam o leitor a entender o conceito de paisagem dinâmica, ao localizar os processos e eventos que geraram a formação de um determinado elemento, se induz a análises para situá-lo no espaço e tempo, permitindo que os usuários tomem consciência dos processos dinâmicos e atuais, e da ideia de renovação e fragilidade desses aspectos físicos (CARTON et al., 2003a). O propósito da representação dos geomorfossítios é fornecer a percepção imediata do objeto aos leitores e, com isso, possam entender o porquê da área se constituir como um sítio e um geopatrimônio – pela geodiversidade, por valores científicos, estéticos, turísticos. Compreendendo a sua distribuição no território, as formas da paisagem e sua origem (CARTON et al., 2003b).

Para cumprir o propósito de percepção e entendimento do sítio, Carton et al. (2005), Coratza e Regolini-Bissig (2009) e Regolini (2012) enfatizam a definição do tipo de usuário para a construção do mapa. Os usuários podem ser especialistas ou não especialistas – o primeiro abrange os profissionais em ciências da Terra, enquanto o segundo pode ser considerado o público em geral – desse modo, cada um demanda por representações distintas, tendo em vista que ambos não compartilham do mesmo conhecimento para a leitura de mapas complexos como os geomorfológicos. Divide-se, assim, a representação dos geomorfossítios dois campos de pesquisa com metodologias que avançam separadamente (REGOLINI, 2012).

Para os especialistas, o mapa dos geomorfossítios contém os aspectos geomorfológicos, incluindo valores científicos e adicionais, já o mapa para os não especialistas

é voltado para o geoturismo e consiste na simplificação do mapa geomorfológico para especialistas com a inclusão de informações turísticas dos geomorfossítios. Uma variação desse tipo de mapa vem sendo desenvolvida por pesquisadores italianos, abordando os riscos geomorfológicos e as características físicas das trilhas geoturísticas (REGOLINI, 2012). Em razão da diversidade de formatações diferentes conforme o usuário, Regolini (2012) sugere o uso termo no plural, mapas de geomorfossítios.

Na proposta de cartografia dos geomorfossítios por Carton et al., (2003b), considerando-se que existem diversos tipos de sítios – as categorias da Tabela 1, por exemplo – que contém formas únicas ou um conjunto de formas, estabeleceu-se que os geomorfossítios cartografáveis podem ser pontuais, lineares e areais. Por exemplo, um sítio areal pode ser um terraço marinho, um sítio linear é um cânion ou um meandro abandonado, isto é, uma ou mais formas que se dispõe preferencialmente em uma direção única, os pontuais são aqueles geomorfossítios compostos de apenas uma forma, como um *tafone* ou um morro testemunho. O que define o tipo de sítio é a escala, que é um ponto importante nessa discussão.

Carton et al. (2003b) não definem uma escala fixa para representação – com a finalidade de permitir que o pesquisador decida qual é a mais adequada em relação aos objetos estudados – entretanto, ponderam que a escala 1:200.000 é o limite entre pequena e grande escala. Segundo os autores, a base topográfica e escala serão definidas pela dimensão do objeto a ser visualizado.

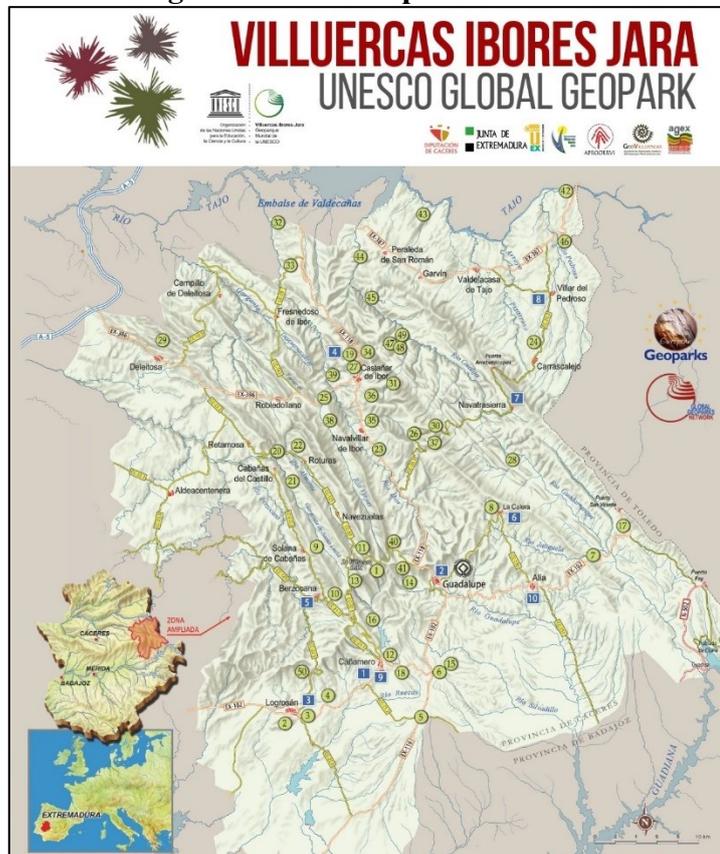
Os mesmos autores estabelecem que as pequenas escalas são propícias para mapas *index*, isto é, mapas que representam dos geomorfossítios com símbolos de pequena dimensão, tal como pontos, asterisco ou outros símbolos geométricos, ainda podendo usar as cores para informações adicionais e de fácil entendimento, como o grau de interesse ou a qualidade do sítio. De acordo com Regolini-Bissig (2010), os mapas *index* possuem poucas informações geocientíficas e turísticas, seu objetivo é indicar a localização dos sítios, como exemplo o mapa *índex* dos sítios geológicos e paleontológicos do Brasil elaborado pela Sigep com símbolos pontuais sobre uma imagem de satélite (Figura 19) e o mapa *índex* dos geossítios do Geopark Villuercas Boreas Japa na Espanha, com símbolos pontuais enumerados (Figura 20).

Figura 19 – Mapa índice dos sítios geológicos e paleontológicos do Brasil da Sigep.



Fonte: SIGEP. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/mapindex/mapindex.htm> Acesso em 16 de jan de 2020.

Figura 20 – Mapa índice dos geossítios do Geopark Villuercas Ibores Jara, na Espanha.



Fonte: Geoparque Villuercas. Disponível em: <https://www.geoparquevilluercas.es/wp-content/uploads/2019/06/Map-geosites-EN.jpg> Acesso em 18 de jan. de 2020.

Em oposição, as grandes escalas são empregadas para mostrar os detalhes, de modo que são consideradas pelos autores a melhor escala de representação dos geomorfossítios devido à simbologia usada nos mapas geomorfológicos. Nessa escala serão apresentadas apenas as formas, processos e depósitos inseridos na área de interesse (CARTON et al., 2003b). Segundo Coratza e Regolini-Bissig (2009), os mapas em grande escala são importantes para a realização da avaliação e do inventário dos geomorfossítios, assim como os dados dos mapas geomorfológicos e geológicos de detalhe para a descrição e delimitação dos sítios.

Quanto à legenda do mapa de geomorfossítios, sua função é aprofundar o conhecimento sobre o objeto representado, como os critérios de escolha, a descrição e o grau de importância no contexto local, regional, nacional ou mundial. Além disso, se a escala permitir, pode-se adicionar fotografias ao lado da legenda de cada geomorfossítio (CARTON et al., 2003b). Os autores afirmam que, especialmente nos mapas de médias e pequenas escalas, os sítios podem ser enumerados e na legenda pode constar a lista desses números acompanhados com o nome, dimensão e descrição dos sítios. Ainda é possível inserir no mapa um ponto panorâmico ou geopanorâmico, ou seja, um ponto de visada indicado para a melhor observação do geomorfossítio, ainda apontando as condições de iluminação mais favoráveis para isso, como o horário do dia ou até a estação.

Com o intuito de uma comunicação cartográfica eficaz dos mapas dos geomorfossítios, Coratza e Regolini-Bissig (2009) elaboram os princípios para a realização do mapeamento do geomorfossítios, para cada elemento do mapa, propõe-se questões norteadoras e os princípios para o mapeamento (Quadro 7).

Quadro 7 – Nove princípios orientadores para o mapeamento de geomorfossítios.

Componentes do mapa	Questões norteadoras	Princípios orientadores
Usuário	Quem é o público pretendido?	Mapas não devem ser produzidos do mesmo jeito para cientistas, planejadores, estudantes ou turistas. Diferentes grupos de usuários têm diferentes necessidades e habilidades de interpretação de mapas: um bom mapa para especialistas não é necessariamente um bom mapa para não especialistas. Definir o público pretendido ajuda a focar os esforços de mapeamento e a produzir mapas compreensíveis.
Propósito	Qual é o propósito do mapa?	Mapas são produzidos e servem para diferentes propósitos, tais como avaliação, conservação, gestão e promoção de geomorfossítios. Cada aplicação requer princípios específicos de mapeamento a fim de suprir necessidades particulares.

Tema	O que será mostrado com o mapa?	A fim de limitar as feições a serem mostradas no mapa, somente um pequeno número de temas deve ser apresentado a cada vez. É recomendado representar a informação sequencialmente ao invés de simultaneamente, fazendo diversos mapas temáticos, em vez de sobrecarregar um documento.
Nível	Qual é a complexidade da informação desejada/exigida?	O nível refere-se à complexidade de dados. Em alguns casos, um mapa detalhado incluindo muitas características é necessário, em outros, uma simples legenda bastará. Não sobrecarregar o leitor com detalhes desnecessário.
Escala	Qual é a área a ser coberta?	A escala dos mapas depende da área a ser coberta e qual o jeito dos geomorfossítios serem visualizados: pontos, símbolos pictóricos ou imagens gráficas, símbolos de mapeamento clássicos das geociências.
Dimensão	Como mostrar a morfologia da área mapeada?	Trabalhar com plano topográfico, modelos digitais de terreno, imagens de satélite, fotografias aéreas ou desenhos depende do propósito do mapa e do público-alvo. Pode ser útil produzir diversas alternativas e avaliar qual funciona melhor.
<i>Design</i>	Como produzir mapas de boa aparência e que sejam fáceis de entender?	O design dos mapas é o processo no qual todos os componentes (escala, dados, símbolos, textos...) ficam juntos de uma maneira atrativa. Seguir as convenções cartográficas, gráficos básicos e regras de design dos mapas ajudará a criar mapas bem personalizados.
Formato e tamanho	Para qual propósito e em qual contexto o mapa será usado?	A escolha do formato dos mapas (papel ou digital, material e tamanho do papel do mapa) é crucial porque isso irá afetar a produção e os custos de atualização. Deveria ser considerado também que o estudo do mapa deve ser o mais confortável possível em uma dada situação. Por exemplo, dobrar um grande mapa pode não ser a melhor opção para uma trilha ao longo da costa, pois poderia balançar com o vento.
Custos	Quais serão os custos envolvidos em preparar e publicar o mapa?	Quanto do orçamento pode ser usado para adquirir dados? Para executar pesquisa de campo ou processar dados? O custo é um aspecto importante para todo projeto de mapeamento, pois isso determina a série de características do mapa, tais como técnicas de mapeamento (<i>software</i> , processamento de dados) e opção de impressão (material, tamanho, cores).

Fonte: Coratza e Regolini-Bissig (2009, p. 101, tradução nossa).

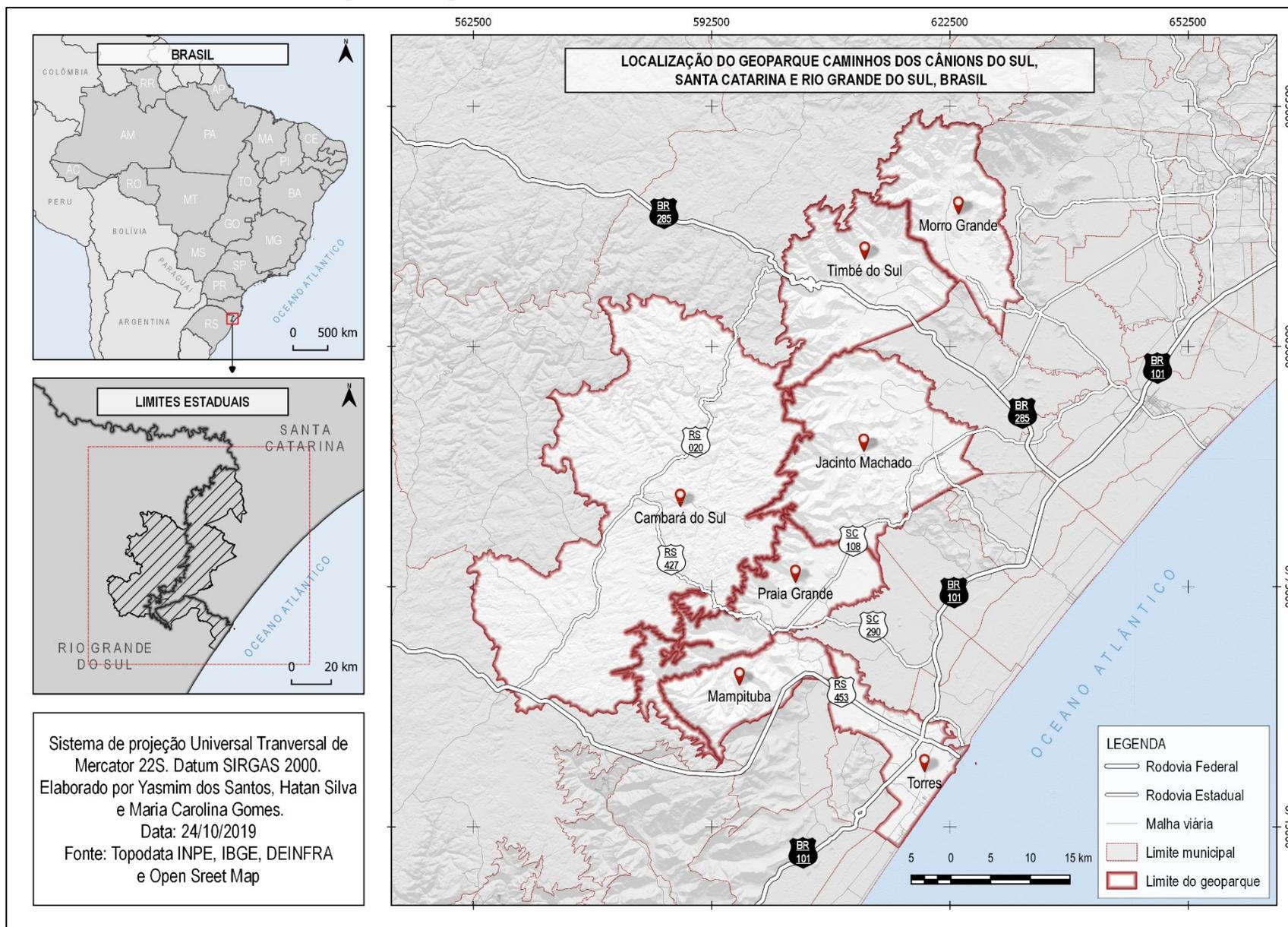
3 ÁREA DE ESTUDO: GEOPARQUE ASPIRANTE CAMINHOS DOS CÂNIOS DO SUL

Com fins de explorar o potencial dos caminhos que levam à área de maior concentração de cânions do Brasil, desde 2007 o Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS) vem sendo desenvolvido por iniciativa dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. O projeto foi construído com base nos princípios de um geoparque: proteção, educação, pesquisas científicas e desenvolvimento sustentável. O dossiê da candidatura ao Programa Geoparques Mundiais da Unesco foi submetido pelo Consórcio em novembro de 2019, cuja proposta atualmente está em processo de avaliação pela Unesco.

O GCCS conta com o Consórcio Público Intermunicipal Caminhos dos Cânions do Sul como órgão gestor, com representantes dos municípios integrantes e com um Comitê Educativo-Científico, criado com o objetivo de contribuir com conhecimento científico e educativo inter e multidisciplinar. Além disso, a proposta envolve autoridades municipais, regionais e estaduais, universidades e a comunidade local.

O aspirante a geoparque engloba os limites territoriais dos municípios de Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande em Santa Catarina, Cambará do Sul, Mampituba e Torres no estado do Rio Grande do Sul (Mapa 1). O GCCS está aproximadamente a 250km de Florianópolis - SC e 185km de Porto Alegre – RS, sendo que o acesso ao geoparque se dá por rodovias federais e estaduais.

Mapa 1 – Mapa de localização da área de estudo.



O GCCS ainda abrange total ou parcialmente: Parques Nacionais (Parnas), Parques Estaduais (PES), Áreas de Proteção Ambiental (APA), Refúgio da Vida Silvestre (Revis), Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), Reserva Biológica, a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) e uma Comunidade Tradicional. Engloba, portanto, onze áreas protegidas, que, por sua vez, reforçam a importância dessa região na perspectiva do meio físico, tanto biótico quanto abiótico.

O Parque Nacional de Aparados da Serra, o qual foi criado pelo Decreto nº 47.446 em 1959, inicialmente abrangia apenas parte do planalto gaúcho, em Cambará do Sul, sendo ampliado para Praia Grande – SC em 1972, assim perfazendo 10.250ha de parque. O Parque Nacional da Serra Geral foi criado em 1992, pelo Decreto nº 531, visando a proteção de uma região representativa dos Aparados da Serra, com suas paisagens, flora e fauna (BRASIL, 1992). Este parque é constituído de duas áreas distintas, ambas adjacentes ao Parna de Aparados da Serra, com área de 17.300ha, incluindo os municípios de Jacinto Machado, Praia Grande e Cambará do Sul.

Os dois Parnas são Unidades de Conservação (UC) federais de proteção integral, cujo órgão gestor é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Ademais, os parques estão parcialmente sobrepostos à Comunidade Remanescente do Quilombo São Roque (detalhe do Mapa 2), localizada entre os municípios de Praia Grande - SC e Mampituba – RS. A referida comunidade é constituída por trinta e duas famílias, tendo sido reconhecida pela Fundação Cultural Palmares em 2004. Em 2018, 7.327ha do território quilombola foi reconhecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), na Portaria Nº 1.483, no entanto, outros 4.658ha ainda estão em processo de regularização, excluindo-se a área sobreposta aos Parnas (BRASIL, 2018). O ICMBio e a Associação Remanescente de Quilombo São Roque possuem um termo de compromisso desde 2013 para regulamentação do uso e manejo das áreas de sobreposição.

O Parque Estadual de Itapeva (Peva) é uma UC estadual situada em Torres – RS, criado em 2002 pelo Decreto nº 2.009, com área de 1.000ha, aproximadamente. O objetivo do Peva é a conservação das espécies de flora e fauna silvestres dos ecossistemas de dunas, banhados, da vegetação de restinga e paludosa da formação Mata Atlântica do estado gaúcho. Além disso, estão presentes no território do parque quatro espécies de animais ameaçados de extinção: a lagartixa-da-praia, arapaçu-liso, tamanduá-mirim e galinha-do-mato (RIO GRANDE DO SUL, 2002). O Departamento de Florestas e Áreas Protegidas da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – Sema do RS é o órgão responsável pela UC.

A APA da Lagoa de Itapeva foi estabelecida pela Lei Municipal Nº 3.372 de 1999, em Torres – RS, com área de 436,99ha entre a margem nordeste da Lagoa de Itapeva e o Aeroporto de Torres. A criação da APA é uma medida compensatória dos impactos da implantação do aeroporto, tendo como objetivos principais preservar a margem nordeste da lagoa e suas dunas lacustres, proteger a flora e fauna nativas, especialmente as espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção, e conservar o solo e os recursos hídricos (TORRES, 1999).

Ainda em Torres, encontra-se o Parque Estadual José Lutzenberger, conhecido como Parque da Guarita, com 350.000ha. Por meio do Decreto nº 21.540, em 1971, ocorreu a desapropriação de duas zonas urbanas para o estabelecimento do parque em razão do reconhecimento do seu patrimônio natural. No extremo norte do mesmo município há a RRPN Recanto do Robalo, estabelecida pela Portaria Nº 57 de 2002 com 9,95ha de área.

A Ilha dos Lobos, localizada em Torres – RS, tornou-se uma Reserva Ecológica em 1983, sendo recategorizada em 2005 como Refúgio da Vida Silvestre. Segundo Brasil (2005), o objetivo desta Revis é a preservação dos ecossistemas naturais, possibilitando o turismo ecológico, a educação ambiental e pesquisas científicas. Com área de 142,39ha, a Ilha recebe espécies migratórias, em especial de leões e lobos-marinhos, como o Leão-marinho-sul-americano e o Lobo-marinho-sul-americano.

A APA da Serra do Silveirão é localizada em Mampituba – RS, possuindo 62,726km². Com o intuito de proteger a fauna, a flora, o meio físico e os monumentos naturais, a APA foi criada em 2012 pelo próprio município (MAMPITUBA, 2013).

Outras três áreas protegidas possuem apenas uma parcela inserida nos municípios do GGCS, são elas: APA da Rota do Sol, o Parque Estadual de Tainhas e o Parque Estadual de Aguai.

A APA da Rota do Sol foi criada em 1997, pelo Decreto nº 37.346, com o intuito proteger os recursos hídricos, conservar as áreas de vegetação de campos, a fauna silvestre e o conjunto paisagístico e cultural da região, além de permitir a recuperação das áreas de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa (RIO GRANDE DO SUL, 1997). A APA está entre sete municípios do Rio Grande do Sul, cuja área é de 52.355ha, sendo que aproximadamente 13% dessa extensão se situa na porção sul do município de Cambará do Sul. Já o oeste do mesmo município, faz parte, ainda que em pequeno percentual (10%), do Parque Estadual de Tainhas, que também se estende a três outros municípios do RS, com área total de 4.924 ha. O PES foi criado em 1975, pelo Decreto nº 23.798.

O Parque Estadual de Aguai está entre cinco municípios de Santa Catarina, dentre eles Morro Grande, tendo uma área total de 7.672ha. Esse PES foi criado em 1983 pelo Decreto Nº

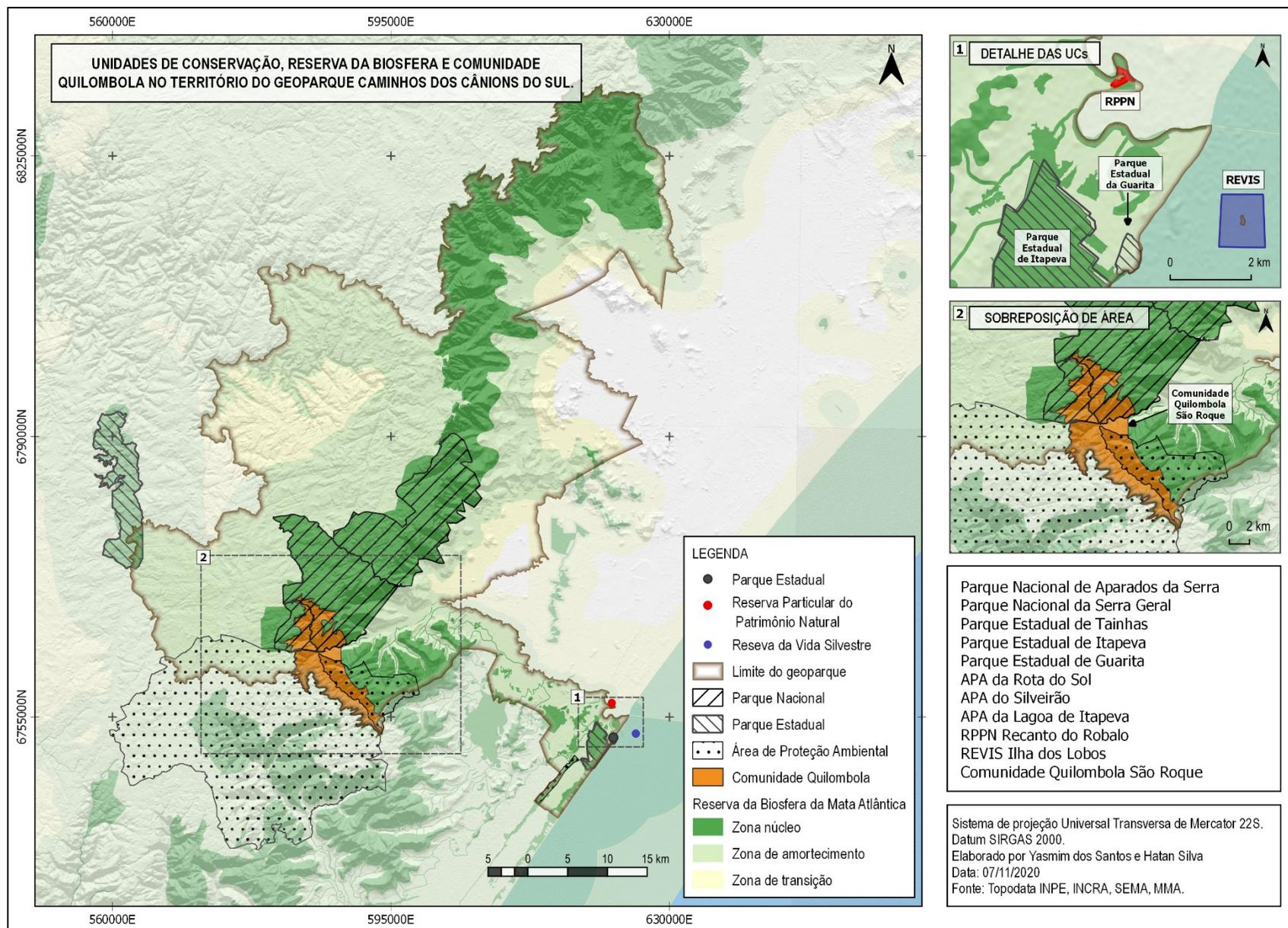
19.635, com o objetivo de preservação do bioma Mata Atlântica, principalmente a espécie Aguai (*Chrysophyllum viride*).

Ao longo de toda a área da escarpa da Serra Geral situada nos limites GCCS, está a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O Programa Homem e a Biosfera (*Man and the Biosphere Programme – MAB*) é uma iniciativa da Unesco, de 1974, para criar Reservas da Biosfera (RBs), que sustentam a Rede Mundial Reservas da Biosfera. As RBs consistem em ecossistemas terrestres e marinhos prioritários para a conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável de importância mundial, bem como para educação ambiental e produção científica, monitoramento da conservação e do desenvolvimento sustentável da via econômica e sócio-cultural. (BRASIL, 2016)

No Brasil existem sete RBs geridas pela Comissão Brasileira do Programa MAB do Ministério do Meio Ambiente (MMA), sendo estruturadas em: Áreas Núcleo – compostas por UCs de Proteção Integral – Zonas de Amortecimento e Zonas de Transição. A RBMA foi aprovada pela Unesco em 1991 e cobre dezessete estados brasileiros, dos quais treze são costeiros, totalizando 784.654km². Abrangendo o bioma Mata Atlântica, um dos mais biodiversos do mundo, assim como um dos mais devastados, o objetivo da RBMA é a conservação e preservação de áreas significativas da Mata Atlântica e seus corredores ecológicos, além de promover o seu uso sustentável (BRASIL, 2016).

As áreas protegidas dentro dos limites do GCCS estão representadas no Mapa 2.

Mapa 2 - Mapas das áreas protegidas inseridos total ou parcialmente no GCCS.



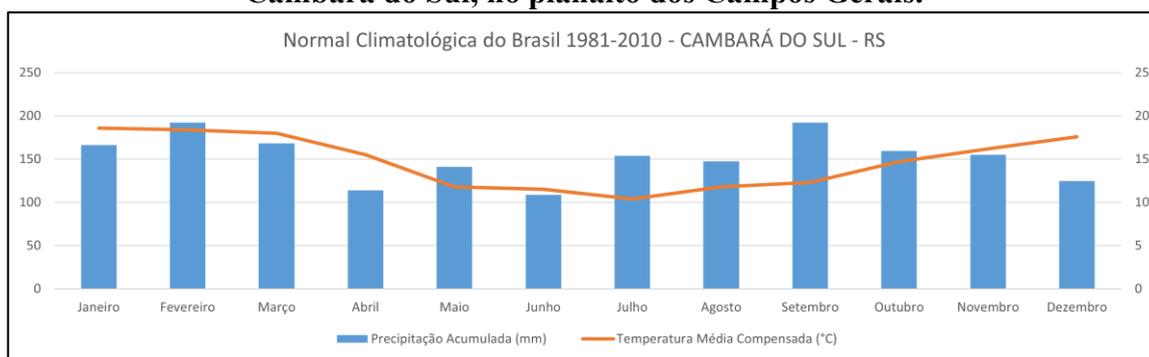
3.1 ASPECTOS FÍSICOS

3.1.1 Clima

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região do GCCS é subtropical, dos tipos *Cfb* – inverno frio e verão ameno, ocorrendo nas áreas mais altas e serranas – e o tipo *Cfa*, inverno frio com verão quente, na região litorânea. As principais massas de ar que atingem a região são Massa Tropical Atlântica e Massa Polar Atlântica. As correntes perturbadas de leste e nordeste e as de sul também afetam a região, a primeira causando estabilidade e a segunda pluviosidade (IBGE, 1986).

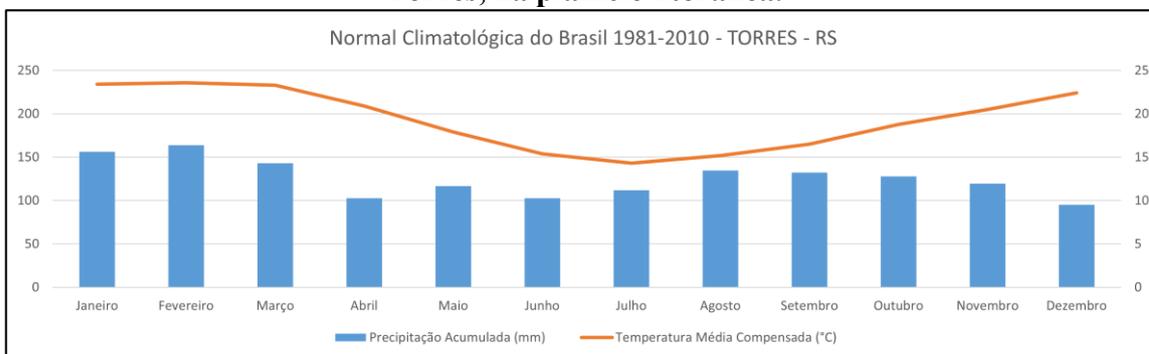
De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), as normais climatológicas de precipitação e temperatura média dos municípios de Cambará do Sul e Torres – RS, no período de 1981-2010, são:

Figura 21 – Normal climatológica de precipitação (em mm) e temperatura (°C) de Cambará do Sul, no planalto dos Campos Gerais.



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados das Normais Climatológicas do Brasil do Inmet (1981-2010).

Figura 22 – Normal climatológica de precipitação (em mm) e temperatura (°C) de Torres, na planície litorânea.



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados das Normais Climatológicas do Brasil do Inmet (1981-2010).

A precipitação do território do GCCS é influenciada pela presença da escarpa da Serra Geral, que, por ser uma barreira orográfica, causa um aumento na pluviosidade dos municípios adjacentes (IBGE, 1986). Nota-se essa diferença pelas normais climatológicas (Figura 21 e 22)

– a média anual de precipitação de Cambará do Sul de 1823,4mm e de Torres é de 1507,1mm, mas, de modo geral, são bem distribuídas ao longo do ano.

Há diversos fatores que condicionam a temperatura nessa região, como a maritimidade, altitude e a intensidade da Frente Polar Atlântica. As médias de temperatura nos municípios próximos da escarpa são entre 15°C e 19°C (IBGE, 1986). A média anual de Cambará do Sul é 14,09°C, média de 10,4°C em julho, geralmente o mês mais frio do ano, e de 18,6°C em janeiro. A média anual de Torres é de 19,4°C, média de 14,3°C em julho e 23,4°C em janeiro, conforme os dados do Inmet (período 1981-2010).

As condições meteorológicas são muito instáveis na área do GCCS, as escarpas da Serra Geral são obstáculos para as massas de ar quente vindas do litoral, deste modo, em virtude da sua altura, as partículas de água condensam, resultando em alta nebulosidade (GODOY et al., 2012). Ocorrem névoas e nevoeiros nas áreas próximas do planalto e da escarpa em todas as estações do ano. O nevoeiro consiste em gotículas de água em suspensão, quando a umidade relativa do ar está acima de 97%, o fenômeno é observado de manhã e, principalmente, de noite. Ademais, as áreas de maior altitude podem registrar episódios de neve no inverno (IBAMA, 2004).

3.1.2 Geologia

Segundo Santa Catarina (1986), o território do GCCS está na Bacia Sedimentar do Paraná e na área de Sedimentos Quaternários – Planície Costeira. Para entender melhor a geologia da área de estudo, bem como para compreensão da origem de certas unidades geomorfológicas, se faz necessário remeter ao período Siluriano e Devoniano Inferior, que determina o início da história geológica da Bacia Sedimentar do Paraná, há ~450 milhões de anos (LIMA; VARGAS, 2018). Condições ambientais variadas ao longo do tempo geológico permitiram que um pacote de rochas sedimentares fosse formado, cuja composição e estrutura carregam características do ambiente de origem.

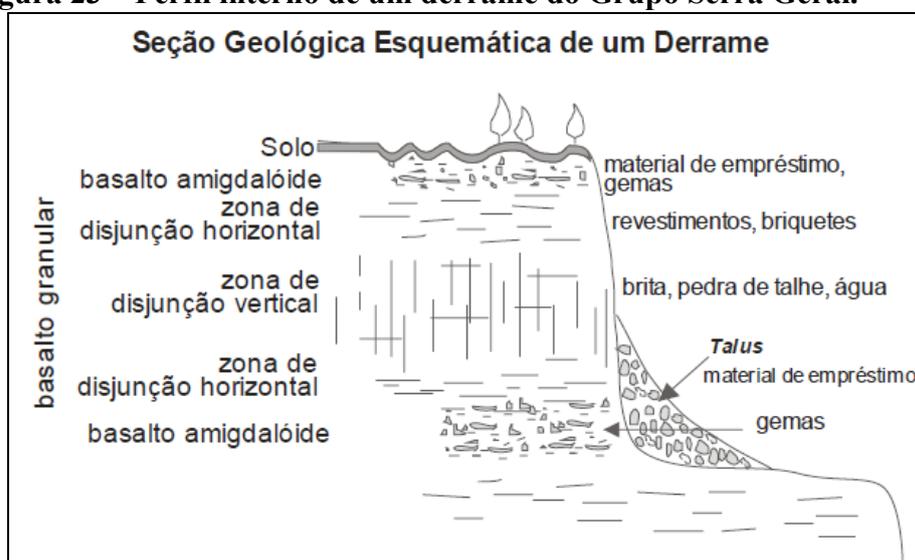
O fim da formação da Bacia Sedimentar do Paraná é no período Cretáceo, há ~165 milhões de anos, quando o ambiente desértico que deu origem aos arenitos da Formação Botucatu, foi interrompido por uma intensa atividade de magmatismo, causando a ruptura do supercontinente Gondwana, a abertura do Oceano Atlântico Sul e ocorrendo uma sequência de derrames basálticos que atualmente compõem a Formação Serra Geral (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2011). Na separação dos continentes, a borda leste soergueu a porção correspondente a América do Sul, assim levantando todo o pacote de rochas ao longo do final

do período Cretáceo e início do Paleogeno, com desníveis de mais 1.000m, compondo um compartimento geomorfológico de escarpas.

Na Bacia do Paraná há o Supergrupo São Bento, caracterizado por magmatismo fissural e intracontinental, e por sedimentação eólica. O Supergrupo, por sua vez, abrange o grupo Serra Geral, composto por basaltos, basaltos andesitos, riolacitos, riolitos e dacitos, ocorrendo lentes e camadas de arenitos Botucatu na base, litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da parte média até o topo da sequência, diques e corpos tabulares de diabásio (IBGE, 1986; WILDNER et al., 2014). Ressalta-se que Wildner et. al (2014), no mapa geológico de Santa Catarina, usa as unidades litoestratigráficas Supergrupo São Bento e Grupo Serra Geral e suas formações, enquanto no mapa geológico do Rio Grande do Sul de Wildner et al. (2005), considera Grupo São Bento e Formação Serra Geral.

Os derrames basálticos do Grupo Serra Geral se estruturam em zonas verticais (Figura 23), Leinz (1949) as descreve da base ao topo: 1) zona de basalto vítreo e de disjunção horizontal; 2) zona de disjunção vertical; e 3) zona de disjunção horizontal seguida de basalto amigdalóide.

Figura 23 – Perfil interno de um derrame do Grupo Serra Geral.



Fonte: adaptado de Wildner et al. (2009).

Este grupo abriga diversas formações referentes a derrames de diferentes composições, na área do geoparque se encontram as formações e fáceis descritas a seguir. A Formação Gramado, segundo a Wildner et al. (2014), se constitui de derrames basálticos de coloração acinzentada, sendo comum as estruturas de fluxo e *pahoehoe*, além disso, contém horizontes vesiculares espessos, com grande quantidade de zeólitas, apofilita, saponita e carbonatos. Geralmente essa formação é intercalada com a Formação Botucatu.

Em contato com a Formação Gramado, há a Formação Palmas – correspondente à Fácies Caxias no mapa geológico do Rio Grande do Sul da CPRM de Wildner et al. (2005) – que consiste em derrames de composição intermediária a ácida, riódacitos e riolitos, mesocráticos, de textura esferulítica comum do tipo carijó, microgranulares a vitrofíricos. No topo dos derrames há forte disjunção tabular e na porção central é maciço, com dobras de fluxo e autobrechas, possuindo vesículas preenchidas por ágata e calcedônia, predominantemente.

No Rio Grande do Sul, ao sul do município Cambará do Sul, conforme Wildner et al. (2005), encontra-se a Fácies Várzea Cedro do período Cretáceo, que é constituída de derrames vitrofíricos do tipo *pitchstone*, de coloração preta, contendo fino fraturamento perlítico, texturas de fluxo e frequentes autobrechas.

A Formação Botucatu consiste em arenitos de origem eólica, com granulação fina a média e cor avermelhada, com estratificação de médio e grande porte, ocorrendo arenitos argilosos de ambiente lacustre na base desta formação (WILDNER et al., 2014). Segundo IBGE (1986), a formação tem arenitos feldspáticos e bimodais, grãos bem arredondados e foscos, com a coloração variando entre rósea, vermelha e amarelo-clara, possuindo estratificação tangencial de grande porte. Os arenitos Botucatu datam da era Mesozóica, do Jurássico Superior, há ~145 milhões de anos (WILDNER et al., 2014).

Nos municípios de Morro Grande, Timbé do Sul e Jacinto Machado se encontra a Formação Rio do Rasto, que é subdividida em: 1) Membro Serrinha: são pelitos e arenitos, predominando camadas tabulares ou lenticulares estendidas; 2) Membro Morro Pelado: consiste em arenitos finos ou tabulares e siltitos tabulares. Essa formação pertence ao Grupo Passa Dois, que abrange processos de sedimentação fluvial e lagunar, gradando a plataforma costeira rasa à costa-afora. Na Formação Rio do Rasto os ambientes de deposição são predominantemente lacustres, no Membro Morro Pelado ainda pode ser deltaico, eólico e com raros depósitos fluviais.

A Planície Costeira começou a ser formada a partir do Cretáceo Inferior, com a abertura do Oceano Atlântico e atualmente consiste em uma área ampla e plana, que se prolonga pelo litoral catarinense e gaúcho. Dois sistemas deposicionais atuam na Planície Costeira: o Sistema Continental – composto por processos associados às encostas de terras altas, dessa maneira, inclui deposição fluvial, coluvial e de leque aluvial – e o Sistema Costeiro, que está relacionado às variações do nível do mar durante o Quaternário, assim compreendendo os depósitos marinhos, lagunares, paludiais e eólicos pleistocênicos e holocênicos (HORN FILHO, 2003). Godoy, Binotto e Wildner (2011) denominam os sistemas no GCCS como Sistema de Leques Aluviais na porção oeste – onde ocorre a formação de leques aluviais

proximais e distais associados às terras altas da Formação Serra Geral e Botucatu – e o Sistema Laguna-Barreira na porção leste e atual linha de costa, resultante dos quatro ciclos de transgressão e regressão marinha.

Conforme Santa Catarina (1986), há dois depósitos do sistema continental que abrangem todos os municípios da porção catarinense do geoparque: 1) Depósito aluvionar, constituído por sedimentos de origem fluvial, apresentando frações areia, argila, cascalhos e material siltico-argiloso, que se dispõem ao longo dos canais fluviais conforme a granulometria, assim os sedimentos mais grossos se depositam próximos às nascentes e aos cursos d'água e os grãos mais finos ficam na planície de inundação; 2) Depósito coluvial, consiste em acumulações de sedimentos de granulação diversa, como argilas, areias, seixos e cascalhos, que se depositam na base das encostas. Os dois depósitos são de idade holocênica.

Diferente do mapa de Santa Catarina (1986), Wildner et al. (2014) mapeia o depósito coluvial e o depósito aluvial como uma unidade só, denominando-o como depósito colúvio-aluvionar. Segundo os autores, o depósito consiste em areias de granulação fina à grossa, contendo arenitos conglomeráticos, conglomerados, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos, que recobrem vertentes e encostas, planícies de inundação e calhas de rios. Além disso, ainda se encontram depósitos eluvionares recentes, cuja granulação é variável e possui estratificação incipiente ou ausente. No extremo sul de Jacinto Machado, situam-se depósitos de planície lagunar, que são constituídos de areias siltico-argilosas, grãos mal selecionados e com laminação plano-paralela incipiente.

No território do geoparque correspondente ao Rio Grande do Sul, segundo o mapa geológico de Wildner et al. (2005), a planície costeira contém os seguintes depósitos: 1) depósitos eólicos, que consistem em areias quartzosas de granulação fina a média, bem selecionadas e arredondadas, encontrando-se rara laminação plano-paralela ou estratificação cruzada; 2) depósitos de planície lagunar holocênicas, com areias siltico-argilosas, possuindo grãos mal selecionados e laminação plano-paralela incipiente; 3) turfeiras, que são constituídas de turfas heterogêneas holocênicas, sendo intercaladas ou misturadas com silte, argila e areia, e com diatomitos locais; 4) depósitos colúvio-aluviais, que apresentam grãos argila, areia e cascalho; 5) depósitos de planície lagunar do Pleistoceno, compostos de areias siltico-argilosas, com laminação plano-paralela incipiente, grãos mal selecionados, concreções carbonáticas e ferromanganesíferas.

Baseado nos mapas geológicos do estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, a coluna estratigráfica da área do GCCS é expressa no Quadro 8:

Quadro 8 – Coluna litoestratigráfica do território do GCCS.

Era	Período	Época	Unidade litoestratigráfica	
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Depósitos eólicos Depósitos praias Depósitos de planície lagunar Turfeiras Depósitos colúvio-aluviais Depósitos aluviais	
			Neogeno	Pleistoceno
	Plioceno			
	Mioceno			
Paleogeno				
Mesozóico	Cretáceo	Superior		
		Inferior	Supergrupo São Bento <i>Grupo Formação Serra Geral</i> Fáceis Várzea do Cedro Formação Palmas Formação Gramado Formação Botucatu	
	Jurássico		Superior	
			Médio	
	Inferior			
Triássico				
Paleozóico	Permiano		Grupo Passa Dois Formação Rio do Rasto Formação Rio Bonito	

Fonte: adaptado de Godoy, Binotto e Wildner (2011, p. 27).

3.1.3 Hidrografia

Os rios que drenam toda a região do sul do Brasil compõem três grandes regiões hidrográficas: a do Paraná, a do Uruguai e a do Atlântico Sul. O território do GCCS abrange apenas as duas últimas, que são divididas pelas escarpas da Serra Geral, formando também os denominados: Sistema de Vertente do Interior, a oeste e o Sistema de Vertente do Litoral, a leste.

As bacias hidrográficas situadas na referida área são a Bacia do Rio Araranguá e a Bacia do Rio Mampituba, ambas exorreicas. O Rio Mampituba é o principal da região, com área de 1.253 km² e é de domínio da União, em virtude de ser a fronteira do estado catarinense e gaúcho (ANTUNES; CONSTANTE, 2016). A bacia do Mampituba drena nove municípios de Santa Catarina e oito no Rio Grande do Sul, sendo que os principais afluentes na área do geoparque são o rio Pavão e rio Mengue.

A bacia do Araranguá é composta por cursos d'água que drenam dez municípios do sul catarinense, no entanto, apenas alguns afluentes drenam o território do GCCS, como o rio Rocinha, o rio Fortuna, o rio de Dentro e o rio da Pedra, todos considerados rios de primeira

ordem, encaixados no relevo escarpado (SANTA CATARINA, 1986). Esses afluentes alimentam o rio Amola Faca, que por sua vez, flui para o rio Araranguá, assim desaguardando no mar. A qualidade da água desta bacia é comprometida em razão de agrotóxicos, esgoto urbano e industrial, especialmente por drenar extensas áreas de rizicultura (ANTUNES; CONSTANTE, 2016).

Esses rios possuem diversos padrões de canais de drenagem, isto é, a forma e a composição dos leitos. Segundo Suguio e Bigarella (1990) há diversos fatores que condicionam os padrões de canal, tais como a largura e a profundidade, a rugosidade do leito, a declividade, a carga sedimentos e a velocidade do fluxo. Dessa maneira, os canais possuem quatro padrões: retilíneos, meandantes, anastomosados e entrelaçados.

Na área de estudo, os canais que são condicionados pelo relevo, por exemplo, nas escarpas da Serra Geral os canais são predominantemente retilíneos. Enquanto na planície aluvial esses canais são entrelaçados e tornam-se meandantes na foz dos rios principais, como o rio Mampituba.

3.1.4 Relevo

Seguindo o modelo de taxonomia do mapeamento geomorfológico do RADAM BRASIL e do Manual Técnico da Geomorfologia, as áreas mapeadas são distinguidas em quatro táxons ou em ordens de grandeza (Figura 9, seção 2.2.3)

A primeira ordem de grandeza, isto é, o maior táxon, são os *Domínios Morfoestruturais*, que ocupam amplas diferenciações geomorfológicas (IBGE, 1986). O Domínio organiza os fatos geomorfológicos de acordo com a natureza geológica e a tectônica atuante sobre eles, além disso, as condições climáticas variáveis ao longo do tempo geológico também influenciam tais fatores, assim formando conjuntos de relevo com características próprias. As feições resultantes, mesmo sendo diversas, elas ainda mantêm as relações com as estruturas geológicas que as originaram, por exemplo, bacias sedimentares, plataformas e crátons de idades distintas (IBGE, 2009).

Esse táxon abrange uma escala regional – médias a pequenas escalas – e desse modo, foram definidos quatro Domínios Morfoestruturais no Brasil: Depósitos Sedimentares Quaternários, Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, Cinturões Móveis Neoproterozóicos e Crátons Neoproterozóicos (IBGE, 2009).

As Regiões Geomorfológicas, segunda ordem de grandeza ou segundo táxon, são compartimentos com características genéticas comuns nos conjuntos morfomorfométricos, cujos

atributos são decorrentes da ação de fatores climáticos do passado e do presente (IBGE, 2009). A Região abarca formas semelhantes relacionadas a formações superficiais e a fitofisionomias, também se considera sua localização geográfica e distribuição espacial (IBGE, 2009). Na área de estudo, observa-se a Planície Costeira e o Planalto das Araucárias, inseridas, respectivamente, no Domínio dos Depósitos Sedimentares Quaternários e Bacias e Cobertura Sedimentares.

As Unidades Geomorfológicas (3º táxon) são arranjos de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes em seus tipos de modelados. Cada unidade destaca os seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelos diferenciados que a compõem. As unidades geomorfológicas são compostas por compartimentos, isto é, conjuntos de formas de relevo, estes são identificados como planícies, planaltos, depressões, patamares, serras e tabuleiros (IBGE, 2009).

Segundo a classificação do IBGE (2009), há cinco unidades geomorfológicas no Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (Quadro 9).

Quadro 9 – Compartimentação geomorfológica da área de estudo.

Domínio Morfoestrutural	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Depósitos Sedimentares do Quaternário	Planície Costeira Externa	Planície Marinha ou Litorânea
	Planície Costeira Interna	Planície Colúvio-Aluvionar
Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais
		Serra Geral
		Patamares da Serra Geral

Fonte: adaptado de IBGE (1986, p. 326).

A quarta ordem de grandeza, os Modelados, são padrões de formas divididas conforme a gênese e energia do relevo e os processos morfogenéticos atuantes, que resultam em materiais correlativos superficiais, que são definidos como: Modelado de Acumulação, Modelado de Dissolução, Modelo de Aplanamento e Modelado de Dissecção (IBGE, 2009).

O Modelado de Acumulação é originado pela atuação de processos diversos e classificados conforme sua gênese, como fluviais, lacustres, marinhos, eólicos, lagunares ou gêneses mistas (IBGE, 2009). O Modelado de Aplanamento é definido pela sua gênese e funcionalidade, sendo associadas ao estado de conservação atual e degradação por processos erosivos posteriores a sua formação. O Modelado de Dissolução é relacionado a rochas

carbonáticas, sendo classificado segundo sua evolução, os aspectos de superfícies e subsuperfícies (IBGE, 2009).

O Modelado de Dissecação ocorre de modo mais generalizado, tendo em vista que se fundamenta em formas onde predominam os processos erosivos. No Atlas de Santa Catarina de 1986, esse modelado é subdividido em dois: 1) Dissecação Homogênea, que consiste na dissecação fluvial, “combinam os dados de densidade de em relação à área e à intensidade de entalhamento dos rios ao longo das diferentes seções de seus vales” (SANTA CATARINA, 1986, p. 43); e 2) Dissecação Diferencial, que é a dissecação dada pelo controle estrutural e a variável de aprofundamento da drenagem.

3.1.5 Solo

Conforme a Classificação dos Solos da Embrapa (2013), no GCCS se encontra solos da ordem dos Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos, Nitossolos e Organossolos.

Na área de Planalto do Campos Gerais se situam os solos: Cambissolo Húmico Alumínico, típico, de textura argilosa a muito argilosa, com horizonte A moderado; Neossolo Litólico Húmico típico, textura média e argilosa e horizonte A húmico. Ademais, encontram-se manchas de organossolos formando turfeiras no planalto. Organossolos são solos pouco evoluídos, compostos de material orgânico de origem vegetal misturados com material mineral, cuja porcentagem de cada um pode ser em maior ou menor proporção. Esses solos são ácidos, de coloração preta, cinza escura ou brunada (EMBRAPA, 2006).

Na escarpa da Serra Geral, em razão da alta declividade, encontra-se o Neossolo Litólico Chernossólico de textura média cascalhenta, horizonte A chernozênico pedregoso.

Encontram-se na planície os solos:

- Argissolo vermelho-amarelo alítico e úmbrico, de textura média a argilosa e horizonte A moderado e proeminente;
- Gleissolo háplico distrófico, de textura média a argilosa e horizonte A moderado;
- Cambissolo háplico distrófico, de textura média a argilosa e horizonte A moderado;
- Nitossolo vermelho distroférico, de textura muito argilosa e horizonte A moderado;
- Cambissolo flúvico eutrófico gleissólico, de textura argilosa e horizonte A chernozênico;
- Gleissolo melânico eutrófico chernossólico, de textura argilosa a muito argilosa, horizonte A chernozênico e moderado.

Na área correspondente ao município de Torres – RS, na planície litorânea, há o Neossolo quartzarênico órtico, textura arenosa e horizonte A moderado, e o Neossolo quartzarênico hidromórfico, textura arenosa e horizonte A húmico e moderado (EMBRAPA, 2013).

3.1.6 Vegetação

A vegetação da área de estudo pertence ao bioma Mata Atlântica, cujas formações vegetais são as mais biodiversas do planeta. Uma faixa desta vegetação ao longo de dezessete estados constitui a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, do projeto MAB da Unesco. No geoparque aspirante há três tipos vegetacionais do bioma, conforme a classificação do IBGE (2012): Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e a Restinga (vegetação pioneira).

A Floresta Ombrófila Densa, a Mata Atlântica propriamente dita, é dividida em cinco formações, que são distinguidas pela faixa altimétrica, pois a hierarquia topográfica condiciona a fisionomia de vegetação (IBGE, 2012). Além disso, a faixa altimétrica ocupada por essas formações variam de acordo com a faixa latitudinal, dessa forma, IBGE (2012) com base nas observações do RADAM Brasil, subdivide cada formação em três intervalos latitudinais: 4° Norte a 16° Sul, 16° Sul a 24° Sul, e 24° Sul a 32° Sul.

A Floresta Ombrófila Densa se situa entre a planície e as escarpas da Serra Geral do GCCS, faixa latitudinal 24° Sul a 32° Sul. Assim, conforme a classificação fisionômico-ecológica do IBGE (2012), encontram-se as cinco formações na área de estudo: Aluvial, Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto-Montana.

- Formação Aluvial: é a vegetação observada em ambientes fluviais, ao longo de cursos d'água e terraços das planícies quaternárias, desse modo, não é condicionada pela topografia. Macro, meso e microfanerófitos compõem esta formação, cuja característica é de rápido crescimento. Além disso, muitas palmeiras, lianas lenhosas e herbáceas e epífitas se apresentam. As espécies *Calophyllum brasiliense* e *Euterpe edulis* ocupam essas áreas na região sul.
- Formação das Terras Baixas: situadas entre as cotas altimétricas de 5m a 30m, as Florestas de Terras Baixas ocupam os terrenos quaternários pouco acima do nível do mar, enseadas marítimas e planícies assoreadas pela erosão das serras costeiras. No sul do Brasil, a espécie *Ficus organensis* é característica desta formação. Santa Catarina

(1986) aponta mais duas espécies nesta formação, a *Tabebuia imbellata* (ipê-amarelo) e a *Arecastrum romanzofflanum* (jerivá).

- Formação Submontana: encontrada em relevo montanhoso bem dissecado e em planaltos com solos de profundidade média, entre 30m até 400m de altitude. A formação é caracterizada por fanerófitos de altura uniforme, com altura máxima de 30m na região sul. Há presença de palmeiras, grande quantidade de lianas herbáceas, também ocorrendo a Peroba-vermelha, Aguai, Canela preta e o Tanheiro (*Alchomea triplinervia*).
- Formação Montana: a vegetação se desenvolve até próximo do cume do relevo bem dissecado na região sul, entre 400m e 1.000m de altitude. A estrutura florestal de dossel é uniforme, com aproximadamente 20m. O gênero *Podocarpus*, que é característico desta formação, por vezes está associado a gêneros da família *Lauraceae*, bem como a outras espécies de ocorrência pantropical.
- Formação Alto-Montana: esta vegetação também é conhecida como Mata Nebular, composta por mesofanerófitos e fanerófitos de troncos finos. A formação se localiza acima de 1.000m, em neossolos litólitos no topo de montanhas e em acumulações turfosas (IBGE, 2012). De acordo com Santa Catarina (1986), encontram-se as espécies *Siphoneugena reitzii* (caboim), *Weinmannia humilis* (gramimunha) e entre outras.

Santa Catarina (1986) destaca espécies importantes da Floresta Ombrófila Densa, como a *Ocotea catharinensis* (canela-preta), *Ocotea pretiosa* (canela-sassafrás), *Aspodosperma olivaceum* (peroba-vermelha), *Chrysophyllum vinde* (aguai) e *Taluma ovata* (bagaçu).

A Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Mata de Araucária, é um tipo de vegetação do Planalto Meridional. A espécie característica da vegetação é a *Araucaria angustifolia*, constatando-se ainda os gêneros *Drymis* e *Podocarpus*. IBGE (2012) identifica quatro formações da Floresta Ombrófila Mista conforme a faixa altimétrica: Aluvial, Submontana, Montana e Alto-Montana. Podendo-se apontar três no GCCS:

- Formação Aluvial: esta vegetação está associada às planícies fluviais e as espécies *Luehue divaricata* (açoita-cavalo), *Blepharocalyx salicifolius* e a Araucária são identificadas na região sul.
- Formação Montana: situa-se entre 400m a 1.000m de altitude e além da presença da Araucária, há a *Ocotea porosa* (imbuia) e a *Ocotea pulchella* (canela-lajeana) e *Mataiba elagnoides* (camboatá).

- Formação Alto-Montana: situada acima de 1.000m, esta formação tem sua maior representante no Parque Nacional de Aparados da Serra, entre SC e RS. A *Araucaria angustifolia* é dominante e se sobressai no dossel, ocorrendo ainda a Imbuia, a *Sloanea monosperma* (sacopema) e *Drimys brasiliensis* (casca-d'anta) (SANTA CATARINA, 1986).

No GCCS, a Floresta Ombrófila Mista é observada no Planalto dos Campos Gerais e na Escarpa da Serra Geral, especialmente no Parna de Aparados da Serra e da Serra Geral. A Estepe dos Campos do sul é um tipo vegetacional coexistente à Floresta Ombrófila Mista na área de planalto. A Estepe ocupa dois ambientes no Brasil: o Planalto das Araucárias e as Superfícies meridionais do Planalto rio-grandense, e o Planalto da Campanha e Depressão Central.

No Planalto dos Campos Gerais do território do GCCS, situam-se duas formações da Estepe, conforme a classificação do IBGE (2012): 1) Estepe Parque é uma vegetação que possui dois estratos nítidos, um arbóreo baixo – ocupada por espécies como a *Lythrea brasiliensis* (bugreiro), o *Schinus molle* (aroreira-salsa) e a *Myracrodruon balansae* (pau-ferro) – e um estrato inferior, constituído por espécies gramíneas, tais como o *Paspalum notatum* (grama-forquilha), a *Axonopus fissifolius* (grama-tapete) e a *Andropogon lateralis* (capim-caninha). 2) Estepe Gramíneo-lenhora, consiste na vegetação com espécies dos gêneros *Erianthus*, *Aristida*, *Stipa* e *Andropogon*, que formam um único estrato. Este tipo de estepe é representativo dos campos da região sul brasileira.

Por fim, a vegetação de Restinga. IBGE (2012) define a restinga uma formação vegetal pioneira, que compõe o Sistema Edáfico de Primeira Ocupação. Esse sistema é identificado no litoral, nas planícies fluviais e depressões aluviais, como lagunas e lagoas, provocando o desenvolvimento de uma vegetação com influência marinha, fluviomarina e fluvial, ou seja, uma vegetação que ocupa solos em constante rejuvenescimento em razão da dinâmica dos ambientes. Na área de estudo, esta formação é encontrada no município de Torres, em especial no Parque Estadual de Itapeva.

Segundo IBGE (2012), dois gêneros são característicos da restinga na praia, o *Remirea* e *Salicornia*. Nas partes mais altas da praia, identifica-se a *Ipomoea pes-caprae* e a *Canalia rosea*, além de espécies dos gêneros *Paspalum*, *Acicarpa*, *Spartina* e entre outros. Nas dunas, apresenta-se as espécies *Schinus terebinthifolius* e *Lythrea brasiliensis* e os gêneros *Myrcia*, *Erythroxylum* e *Eugenia*. Nas dunas frontais do Peva se desenvolve a gramínea *Panicum racemosum* (RIO GRANDE DO SUL, 2006) e nas dunas fixas, Santos et al. (2012) registrou espécies de altura entre 1m e 13m entre três estratos, inferior, médio e superior. No estrato

médio há presença de *Eugenia brevistyla*, *Sorocea bonplandii* e *Myrcia glabra*, enquanto no estrato superior, ocorre a *Myrcia pubipetala* e *Ficus luschnathania*.

4 METODOLOGIA

A proposta da presente pesquisa consiste na elaboração de mapas geomorfológicos de detalhe de geomorfossítios do GCCS. Considerando que a simbologia brasileira do Manual Técnico de Geomorfologia não atende as especificidades da grande escala, outro sistema de legenda geomorfológica foi necessário. Adotou-se o sistema de legenda geomorfológica do *Servizio Geologico D'Italia* (SGI) e de Dramis e Bisci (1998), que foram desenvolvidas para mapas de escala até 1:50.000.

4.1.1 Simbologia usada nos mapas dos geomorfossítios

A partir da simbologia apresentada por Dramis e Bisci (1998) e SGI (2018), as cores usadas nos mapas do presente trabalho são apontadas no Quadro 10, com seus respectivos códigos RGB:

Quadro 10 – Cores e código RGB da simbologia de cada processo, forma e depósito usadas no mapeamento dos geomorfossítios do GCCS.

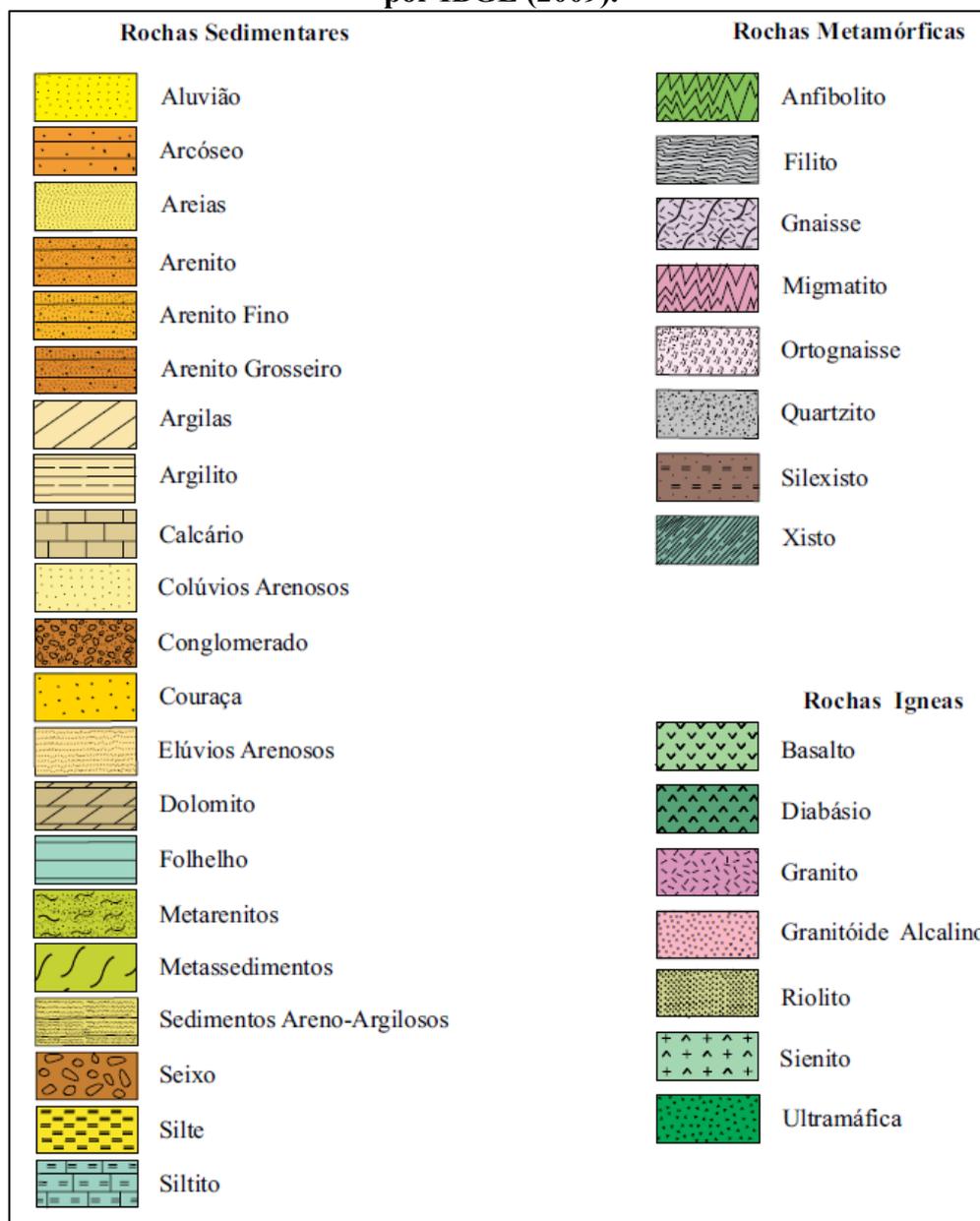
Processo, formas ou depósitos	Estado de atividade	Cor	RGB (anotação HTML)	
Gravitacional	Ativo (ou não determinado)	Vermelho	(222, 34, 13)	
	Inativo		(238, 96, 83)	
Eólico	Ativo (ou não determinado)	Amarelo	(237, 223, 21)	
	Inativo		(233, 206, 123)	
Águas correntes superficiais	Ativo (ou não determinado)	Verde	(12, 155, 53)	
	Inativo		(111, 185, 101)	
Marinhos, lagunares ou lacustres	Ativo (ou não determinado)	Azul marinho	(58, 25, 166)	
	Inativo		(138, 178, 246)	
Estruturais e tectônicos		Marrom	(84, 42, 12)	
Hidrográficos		Azul celeste	(46, 160, 247)	
Topográficos		Cinza	(163, 163, 163)	
Antrópicos		Preto	(0, 0, 0)	

Fonte: elaborado pela autora (2020).

Quanto à simbologia da litologia, considerou-se importante utilizar a convenção geológica das cores já existente no Brasil, apresentada por IBGE (2009). A simbologia conta

com cores e texturas para cada tipo de litologia (Figura 24), que são divididas em três grandes grupos: rochas sedimentares, rochas ígneas e rochas metamórficas. Diferente de Dramis e Bisci (1998), a simbologia do IBGE (2009) não generaliza a litologia, além de ter uma variedade de cores de alta e baixa intensidade.

Figura 24 – Convenções geológicas para a simbologia dos mapas geológicos, apresentada por IBGE (2009).



Fonte: IBGE (2009, p. 168).

Apenas as cores das convenções geológicas foram usadas na representação, pois as texturas poderiam confundir com aspectos geomorfológicos e sobrecarregariam os mapas de símbolos, de modo os tornariam ilegíveis. Ademais, dois pontos de Dramis e Bisci (1998) foram considerados para essa representação, o de evitar demasiadas subdivisões das formações

geológicas e o uso de cores de baixa intensidade, a fim de não encher o mapa de cores e informações, assim, destacando-se a simbologia das formas, processos e depósitos. Dessa maneira, a litologia dos geomorfossítios consiste em tonalidades menos intensas das convenções geológicas do IBGE (2009) (Figura 24), aproximando-se da ideia das tonalidades claras do sistema italiano (Quadro 11).

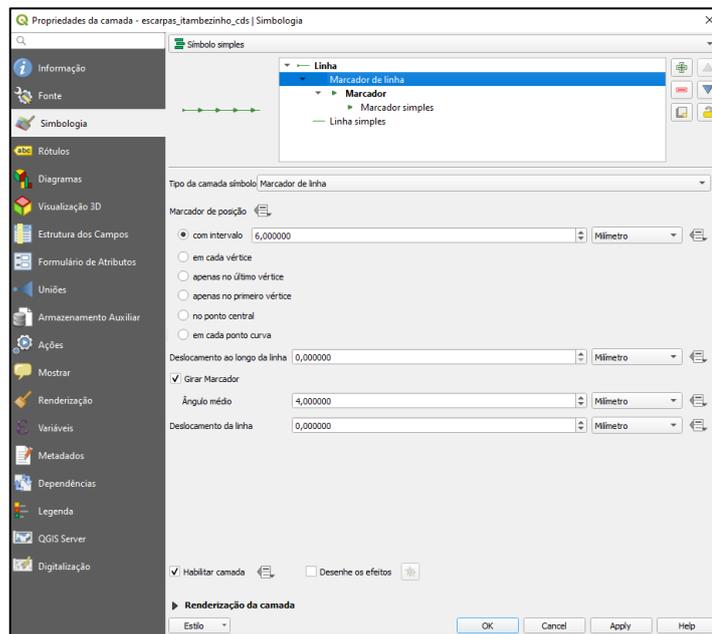
Quadro 11 – Cores e seus códigos RGB usados para representação da litologia no fundo dos mapas do geomorfológicos dos geomorfossítios do GCCS.

Litologia	Cor	Código RGB (anotação HTML)	
Grupo Serra Geral	Verde	(175, 212, 170)	
Formação Arenito Botucatu	Alaranjado	(233, 184, 116)	
Formação Rio do Rasto	Amarelo	(255, 236, 178)	

Fonte: elaborado pela autora (2020).

Em virtude de alguns símbolos da SGI (2018) e de Dramis e Bisci (1998) serem específicos deste sistema de legenda e não são disponíveis online ou nos *softwares* de SIG, foi necessário criá-los. Optou-se por usar a ferramenta de edição/criação de simbologia do próprio QGis. A aba simbologia das propriedades do *shapefile* permite criar símbolos por camadas, isto é, sobreposição de símbolos (Figura 25). Cada camada contém um símbolo proveniente de fontes de letras ou por gráficos vetoriais escalonáveis (*Scalable Vector Graphics – SVG*) disponíveis no *software* ou importados pelo usuário. Assim, as opções de “tipos de camada símbolo” permitem combinar camadas de linhas com pontos – ou marcadores, que é a nomenclatura utilizada no QGis – ou camadas de vários marcadores, bem como preencher polígonos com símbolos SGV, imagens raster ou gradiente de cores. Ademais, há opções de edição de tamanho, ângulo, intervalo e disposição, tendo como base um eixo X e Y.

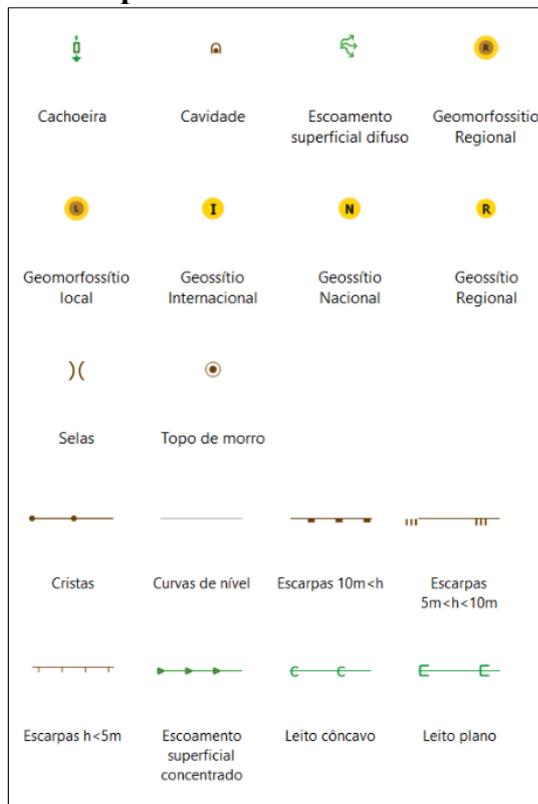
Figura 25 – Elaboração da simbologia em camadas no QGis 3.8, exemplo da construção do símbolo do escoamento superficial concentrado, composto por linhas e marcador de seta.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

Dez símbolos pontuais e sete lineares foram recriados no QGis (Figura 26).

Figura 26 – Símbolos pontuais e lineares criados no *software* QGis.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

Quanto aos símbolos dos geomorfossítios pontuais, algumas alterações foram realizadas para garantir legibilidade do ponto e do mapa como um todo, considerando que é indicação de um geossítio dentro de um sítio maior. Ao invés de colocar o símbolo da forma na cor do agente morfogenético, como foi definido por SGI (2018), preencheu-se o círculo com a cor do agente e no centro a letra referente ao grau de interesse, mantendo-se a borda em amarelo ouro (este abordado é abordado na seção 5.4, Figura 54).

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Seleção dos geomorfossítios

A seleção dos geomorfossítios do presente trabalho não foi por meio de métodos avaliativos quantitativos ou qualitativos. Sendo que o objetivo é o mapeamento geomorfológico dos geomorfossítios, adotou-se as unidades geomorfológicas como base e, nessa perspectiva, selecionou-se sítios que expressassem a dinâmica de cada compartimento.

Como afirma IBGE (2009), os compartimentos de relevo ou unidade geomorfológicas são conjuntos de formas que evidenciam seus processos originários, logo, os compartimentos encontrados na área de estudo são resultantes da dinâmica e evolução dessa área através do tempo geológico. Contando que se encontram cinco unidades distintas, a seleção por meio delas aponta a diversidade geomorfológica e o patrimônio geomorfológico do GCCS.

Por meio da análise das imagens aéreas do território e referências bibliográficas foram reconhecidas áreas de interesse, e com os trabalhos de campo foram definidos os sítios e realizado o mapeamento, que explora diversas escalas e o sistema de legenda geomorfológica usado. Ressalta-se que os geomorfossítios selecionados são representantes de cada uma das unidades, contudo não são os únicos.

Para a definição dos limites dos geomorfossítios, de modo geral, foram consideradas as curvas de nível e os elementos e fenômenos que os compõem, considerando-se também algum acesso, seja trilha ou estrada. Tendo em conta que cada um tem sua particularidade, a delimitação é pormenorizada na seção 4.2.4.

4.2.2 Trabalhos de Campo

Os trabalhos de campo são fundamentais para o mapeamento geomorfológico, especialmente em escala de detalhe. Com base em leituras e mapas de compartimentação

geomorfológica da área de estudo, trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de identificar geomorfossítios e observar em campo os sítios selecionados e descritos por Lima e Vargas (2018) e Godoy, Binotto e Wildner (2011). Para isso, atividades pré-campo foram necessárias, como: investigação de áreas de interesse no GCCS através de imagens *Google Earth Pro*, elaboração do roteiro de campo e contatos para autorização de entrada em áreas protegidas, como o Parque Estadual de Itapeva.

Durante os trabalhos de campo foram verificados os pontos de interesse pré-selecionados e foram reconhecidos outros ao longo do percurso, tendo sido coletadas as coordenadas das formas e depósitos identificados nos sítios. Além disso, foram obtidos registros fotográficos com câmera e voos de Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) para auxiliar no mapeamento em áreas de difícil acesso e na descrição dos sítios.

Três trabalhos de campo foram realizados em 2019, com duração de dois dias cada:

- 1º Trabalho de campo: 12 e 13 de julho de 2019, nos municípios de Morro Grande, Timbé do Sul e Jacinto Machado. Este trabalho foi realizado com o Comitê Educativo-Científico do GGCS.
- 2º Trabalho de campo: 28 e 29 de setembro de 2019 nos municípios de Torres e Cambará do Sul.
- 3º Trabalho de campo: 19 e 20 de outubro de 2019 nos municípios de Torres, Praia Grande e Cambará do Sul.

4.2.3 Materiais utilizados

Todos os materiais utilizados e os mapas produzidos deste trabalho foram elaborados no *software* QGis 3.8 Zanzibar, que é um *software* livre. A fotointerpretação e a construção dos mapas foram baseadas em Modelo Digital de Terreno (MDT), Modelo Digital de Elevação (MDE), fotografias aéreas, imagens Google e imagens de Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant), os quais serão detalhados a seguir.

Para os mapas em pequena escala, que abrangem todo o GCCS, utilizou-se o MDE disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Com base no material do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), obtido no ano 2000, o Inpe criou o Projeto Topodata³ em 2008. O SRTM foi uma missão espacial da *National Aeronautics and Space*

³ Projeto Topodata – Banco de dados geomorfométricos do Brasil do Inpe, disponibiliza os MDEs em formato Geotiff (.tif) através do site: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>

Administration (NASA) para a aquisição de dados de elevação, resultando em um modelo digital de terreno do globo, entre as latitudes 60°N e 56°S, com resolução espacial de aproximadamente 90m. O Topodata realizou o processamento dos dados SRTM, através das etapas de preenchimento de falhas e refinamento – que consiste na interpolação dos dados com um MDE de espaçamento de 30m – e pós-processamento, sendo gerado assim o GeoTiff em quadrículas, com articulação de 1:250.000 de todo território brasileiro no Datum WGS84. A versão revisada disponível no site, e usada neste trabalho, é de 2011. A área correspondente ao GCCS se localiza nas quadrículas 28s_51 e 29s_51.

Para os geomorfossítios do território catarinense se utilizou o MDT e os ortofotomosaicos fornecidos pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS/SC), provenientes do levantamento aerofotogramétrico do estado no período de 2010-2013, que estão disponíveis no *site* SIGSC⁴. Os ortofotomosaicos são compostos por fotografias aéreas coloridas ortoretificadas, transformadas em mosaicos para enquadrar articulações de 1:50.000. Os MDTs foram extraídos do MDE, que possibilitam a definição de coordenadas planoaltimétricas em qualquer ponto da superfície. Ambos os materiais têm escala aproximada de 1:5.000, Datum altimétrico do Marégrafo de Imbituba – SC e Datum planimétrico Sirgas 2000.

Tanto para o SRTM como para os MDT da SDS/SC foi gerado o relevo sombreado (*hillshade*) com a ferramenta sombreamento do QGis 3.8. O *hillshade* consiste na simulação de iluminação do relevo, neste caso, usado em altitude com 45° e azimute 315°. Desses mesmos materiais foram extraídas as curvas de nível com a ferramenta Contornos do referido *software*.

Com o complemento *QuickMapService* do QGis foi possível usar as imagens da *Google Satellite* de 18/05/2019 e da *Bing Satellite* (data não encontrada) para auxiliar na interpretação, em especial na porção do GCCS do Rio Grande do Sul, em virtude da falta de materiais como o da SDS/SC. As imagens Bing foram consultadas apenas nas escarpas da Serra Geral, onde as imagens Google apresentam problemas de sobreposição.

A série temporal de imagens do período 2003 a 2019 disponível no *Google Earth Pro*, também foram utilizadas, principalmente nos sítios de ambientes mais dinâmicos, como para delinear os canais ativos e inativos do rio entrelaçado em Morro Grande – SC e os depósitos eólicos de Itapeva. Tais imagens foram exportadas em alta resolução do aplicativo, sendo apresentadas na descrição dos sítios, na seção 5.3.

⁴ Sistema de Informação Geográfica de Santa Catarina – SIGSC, acesso no site: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/>

Voos com o Vant multirrotor *Phantom 4 Pro Obsidian* foram realizados no cânion Itaimbezinho e Fortaleza em Cambará do Sul, no Parque Estadual de Itapeva em Torres e no Paredão da Areia Branca em Timbé do Sul. A altura de cada voo foi definida com a escala de cada sítio e obteve-se imagens verticais e oblíquas que contribuíram para a identificação e mapeamento das formas, processos e depósitos. Outros registros fotográficos foram feitos com uma câmera Canon T3i, cujo material também auxiliou na observação e identificação das formas e na ilustração dos sítios na seção 5.3.

Todos os mapas produzidos neste trabalho estão no sistema de coordenada Universal Transversa de Mercator – UTM, fuso 22 sul, Datum Sirgas 2000. Os perfis topográficos de cada sítio foram gerados com complemento *Profile Tools* do QGis 3.8, depois editados no compositor de impressão. As etapas de elaboração e materiais utilizados em cada mapa geomorfológico estão descritos na seção 4.2.1, enquanto dos mapas referentes a toda a extensão do GCCS são apresentados a seguir:

- Mapa de localização do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul: como o limite do geoparque consiste nos limites políticos dos municípios, com *shapefile* dos municípios do Brasil de 2017 do IBGE, foi representado o recorte do território do GCCS. As rodovias federais e estaduais do material disponibilizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (Dnit), algumas atualizações de trechos foram feitas com base no *Google Maps* e *Open Street View*;
- Mapas das Unidades de Conservação no GCCS: elaborado com os *shapefiles* das UCs federais e RBs brasileiras disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, das UCs e APAs rio-grandenses e da RPPN do Sema-RS e o do território da comunidade quilombola São Roque pelo Incra;
- Mapa das unidades geomorfológicas do GCCS: o mapa dos compartimentos de Santa Catarina (1986) foi georreferenciado com a ferramenta Georreferenciador do QGis, e posteriormente digitalizado. Para a construção do mapa final, utilizou-se o *shapefile* dos compartimentos de relevo do IBGE para as áreas de planalto e escarpas, já para a planície foi usada a subdivisão de Planície-Colúvio-Aluvionar e Planície Litorânea de Santa Catarina (1986). Ainda foram necessários alguns ajustes na porção da planície litorânea, que foram realizados por meio de fotointerpretação.

4.2.4 Materiais e etapas do mapeamento dos geomorfossítios

Os materiais e etapas da elaboração de cada mapa geomorfológico são detalhados a seguir.

- Geomorfossítio 1 – Turfeira: usou-se como base o MDT e as curvas de nível com intervalo de 1m para a identificação das escarpas, dos topos de morro, as selas, os sulcos de escoamento superficial concentrado e difuso. O MDT junto com a fotointerpretação do ortofotomosaico e imagens Google foram usados para a delimitação das turfeiras e dos limites do sítio, tendo sido conferidos em campo.
- Geomorfossítio 2 – Cânion Itaimbezinho: a partir do MDT da SDS/SC, as curvas de nível foram extraídas nos intervalos de 20m e 50m, sendo apresentadas no mapa final apenas as de intervalo de 50m. Com base nesse material, foram vetorizadas as escarpas, os sulcos de escoamento superficial concentrado, as cristas e os depósitos de encosta. Em campo foram percorridas a trilha do Vértice e a trilha do Cotovelo, onde foram reconhecidas as cachoeiras, as áreas úmidas e os pontos de observação. Um voo com Vant foi feito, obtendo-se imagens verticais e oblíquas que auxiliaram no mapeamento do rio do Boi, dos depósitos aluviais e das áreas úmidas. A delimitação foi feita com base nas curvas de nível e dos principais rios do planalto que estão relacionados com o sítio.
- Geomorfossítio 3 – Cânion Fortaleza: as curvas de nível foram geradas com base no MDT da SDS/SC, em intervalos de 10m, 20m e 50m. As curvas de 10m e 20m ajudaram na visualização e vetorização das formas, como as escarpas, as cristas e a drenagem, mas no mapa se apresenta as curvas de nível de intervalo 50m. A trilha da Pedra do Segredo, do Mirante e da Borda Sul foram percorridas, assim as cachoeiras, os rios e pontos de observação foram identificados. Voos de Vant foram realizados na Cachoeira do Tigre Preto e no mirante, as fotografias oblíquas obtidas ajudaram na fotointerpretação da área e na ilustração do sítio. Assim como o Itaimbezinho, as curvas de nível e os principais rios e sulcos foram o apoio para a delimitação do sítio.
- Geomorfossítio 4 – Paredão da Areia Branca: foram extraídas as curvas de nível de 10m do MDT da SDS/SC e a partir delas e das formas do relevo foi demarcado o sítio. As escarpas, as cristas, as selas, os topos de morro, os patamares e sulcos de escoamento superficial concentrado foram identificados e vetorizados. Um voo com

Vant foi feito na área, assim foram reconhecidas as formas ruiformes no arenito na porção norte do sítio.

- Geomorfofossítios 5 – Canal entrelaçado do Rio Seco: a partir das ortofotos, o MDT e a imagem Google (18/02/2019) foram delimitados os canais fluviais entrelaçados, sendo os limites do geomorfofossítio foram traçados a partir deles. A análise das imagens históricas do *Google Earth Pro*, de 2004 a 2019, foi importante para este sítio, pois desta maneira foram reconhecidos os canais inativos do Rio Seco. As curvas de nível foram geradas pelo MDT no intervalo de 10m, no entanto não foram determinantes para a definição do sítio.
- Geomorfofossítio 6 – Terraços fluviais: as curvas de nível com intervalo de 5m e 10m foram obtidas do MDT, assim foram vetorizados os sulcos de escoamento superficial concentrado, a drenagem, as cristas e os topos de morro. O MDT e ortofotos auxiliaram na vetorização da drenagem e a imagem *Google* 2019 foram usadas para a verificação e correção dos canais fluviais inativos. O mapa das feições geomorfológicas de Valdati (2000) foi georreferenciado e, com base nele, foram reconhecidos os terraços fluviais e lóbulos.
- Geomorfofossítio 7 – Contato entre os depósitos aluviais e depósitos coluviais: este sítio foi reconhecido durante o primeiro trabalho de campo, ao longo da trilha que leva ao geossítio Furnas Xokleng, em Morro Grande – SC. A partir do MDT foram obtidas as curvas de nível com intervalo de 5m e, deste modo, foram definidos os limites sítio, os sulcos de escoamento superficial concentrado, os limites do rio e dos depósitos aluviais.
- Geomorfofossítio 8 – Depósitos eólicos de Itapeva: o principal material utilizado foi a imagem Google de 18/05/2019, na falta de outros materiais dessa área. Por meio da imagem foram delineados os depósitos eólicos ativos e inativos, e as escarpas do processo de águas correntes superficiais atuante na porção central. As imagens históricas de 2003 a 2019 foram analisadas para reconhecer a dinâmica do local e suas alterações. Salienta-se que a vegetação foi o critério para a delimitação do processo eólico inativo, considerando-se que a presença de vegetação indica a estabilização da duna. Como o sítio tem pouco desnível, as curvas de nível foram extraídas do SRTM com intervalo de 1m, porém o material gerado é de baixa precisão, em virtude da baixa resolução e a data de obtenção dos dados do SRTM e por ser um ambiente de dunas transgressivas. Um voo foi feito sobre o geomorfofossítio, as imagens permitiram a

observação e mapeamento das formas, especialmente nas dunas na extremidade oeste do sítio.

5 RESULTADOS

5.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Conforme a taxonomia da geomorfologia brasileira do IBGE (Quadro 6), cada táxon presente do GCCS é descrito a seguir.

O domínio dos Depósitos Sedimentares do Quaternário é composto por áreas de acumulação na zona costeira ou no interior do continente, representadas por planícies e terraços de baixa declividade, eventualmente por depressões modeladas pelos depósitos fluviais, marinhos, fluvionarinhos, lagunares e/ou eólicos, de acordo com IBGE (2009). No sul do Brasil, o domínio abrange grande parte da porção leste, sendo uma área alongada e ampla que compõe a planície costeira, a partir do sul de Santa Catarina e ao longo de todo o litoral do Rio Grande do Sul, a área é retilínea com direção geral NE-SO (IBGE, 1986). O domínio é subdividido nas regiões Planície Costeira Interna e Planície Costeira Externa.

O domínio Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas consiste em “Planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais e sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos [...]” (IBGE, 2009, p. 29). Esse é o maior domínio morfoestrutural do território brasileiro, abrange as margens e o interior do continente, sendo encontrado em todas as regiões do país.

No sul do estado de Santa Catarina, esse domínio está em contato com o de Depósitos Sedimentares através do relevo escarpado da Formação Serra Geral, um grande desnível altimétrico que marca o início do planalto. O domínio Bacias e Cobertura Sedimentares é dividido nas regiões: Planaltos das Araucárias, Planalto das Missões, Planalto da Campanha, Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina, Depressão Central Gaúcha e Depressão do Sudeste Catarinense (IBGE, 1986). A área do GCCS abarca apenas o Planalto das Araucárias.

O aspecto geomorfológico do Planalto das Araucárias é heterogêneo, contém extensas formas aplanadas, assim como há profundos entalhamentos pela rede de drenagem, todas esculpidas na Formação Serra Geral (IBGE, 1986). As subdivisões da região são: Planalto dos Campos Gerais, Planalto Dissecado do Rio Iguaçu-Rio Uruguai, Serra Geral e Patamares da Serra Geral.

De acordo com o Atlas de Santa Catarina (1986), na área de estudo há cinco unidades geomorfológicas distintas: 1) Planalto dos Campos Gerais; 2) Serra Geral; 3) Patamares da Serra Geral; 4) Planície Colúvio-Aluvionar; 5) Planícies Litorâneas.

A unidade geomorfológica Planícies Litorâneas consiste na faixa leste do todo o estado de Santa Catarina, junto ao Oceano Atlântico, onde se encontram praias arenosas e dunas,

ocorrendo a predominância dos processos marinhos e eólicos. A geomorfologia é diversificada, ocorrendo penínsulas, enseadas, baías e pontais, entre essas formas se desenvolvem baixadas litorâneas descontínuas e planícies arenosas (SANTA CATARINA, 1986).

Segundo Santa Catarina (1986), a unidade é composta geologicamente de sedimentos sílticos-argilosos e areias finas quartzosas resultantes de processos fluviais e da dinâmica litorânea. Além disso, encontram-se sambaquis e depósitos conchíferos, indicando que o nível do mar era mais elevado na época Holoceno.

Pode-se dividir a unidade de Planícies Litorâneas: 1) da Baía da Babitonga até o Cabo de Santa Marta em Laguna – SC, o litoral é recortado, com diversas reentrâncias e saliências que formam baías e enseadas; 2) do Cabo e ao longo da costa do Rio Grande do Sul, a planície litorânea já se apresenta mais retificada e larga, com praias mais extensas, maiores acumulações de dunas e corpos lacustres (SANTA CATARINA, 1986). A média da altitude fica em torno de 10m, entretanto, no sul do estado de Santa Catarina, os terraços próximos das escarpas e das serras pode atingir até 30m e o contato entre as unidades geomorfológicas nesta região tem grande contraste altimétrico (SANTA CATARINA, 1986).

A unidade geomorfológica Planície Colúvio-Aluvionar se localiza entre as Planície Litorânea e a região Geomorfológica Planalto das Araucárias, na área de estudo está em contato com a unidade Patamares da Serra Geral e a Serra Geral.

Em relação a origem de deposição, segundo Santa Catarina (1986), a unidade é considerada área de transição entre as influências marinhas e continentais: 1) as formas de influência marinha consistem em terraços marinhos e baixos tabuleiros, cujos topos apresentam sinais de remobilização eólica, sendo ativas em alguns setores; 2) influências continentais se manifestam em forma de leques aluviais de espraiamento, cones de dejeção ou concentração de depósitos de enxurradas na porção terminal de rampas de pedimentos, assim predominam modelados planos ou convexizados.

Quanto aos leques aluviais, de acordo com Pontelli (2009), no litoral extremo sul de Santa Catarina se encontra um avental aluvial, sua origem é em razão de um *front* montanhoso relativamente reto – nesse caso, as escarpas da Serra Geral – e vários leques podem se formar adjacentes uns aos outros, favorecendo a coalescência lateral. Na superfície deste extenso avental se observa microfieções lobulares, isto é, microformas típicas de ambientes de leque aluvial com atuação de fluxos de gravidade lamosos ou detríticos, ocorrendo de modo mais concentrado no setor proximal dos leques (PONTELLI, 2009).

A unidade Planalto dos Campos Gerais abrange o sul de Santa Catarina e grande parte do norte do Rio Grande do Sul, inserida na região Geomorfológica Planalto das Araucárias.

Essa unidade representa uma área elevada ampla, com superfície inclinada com caimento para oeste, registrando as maiores cotas altimétricas da região, que se localizam a leste, em contato com a unidade Serra Geral (IBGE, 1986). A unidade ainda pode ser dividida em dois setores, em virtude da dissecação do Rio Pelotas, assim formando o setor Vacaria e o setor Catarinense (IBGE, 1986).

No GCCS, o Planalto dos Campos Gerais está situado no município de Cambará do Sul – RS, no setor Vacaria. Segundo IBGE (1986), esta área tem o modelado de aplanamento degrada e desnudada, uma superfície plana desnudada ou exumada, separada por escarpas ou ressaltos de outros tipos de modelados que são associados a sistemas morfogenéticos subsequentes. Ademais, o modelado de aplanamento retocada desnudada, que consiste em planos inclinados e irregulares relacionados a retoques sucessivos, indicando a presença processo areolar que quebram rochas sãs e pouco alteradas.

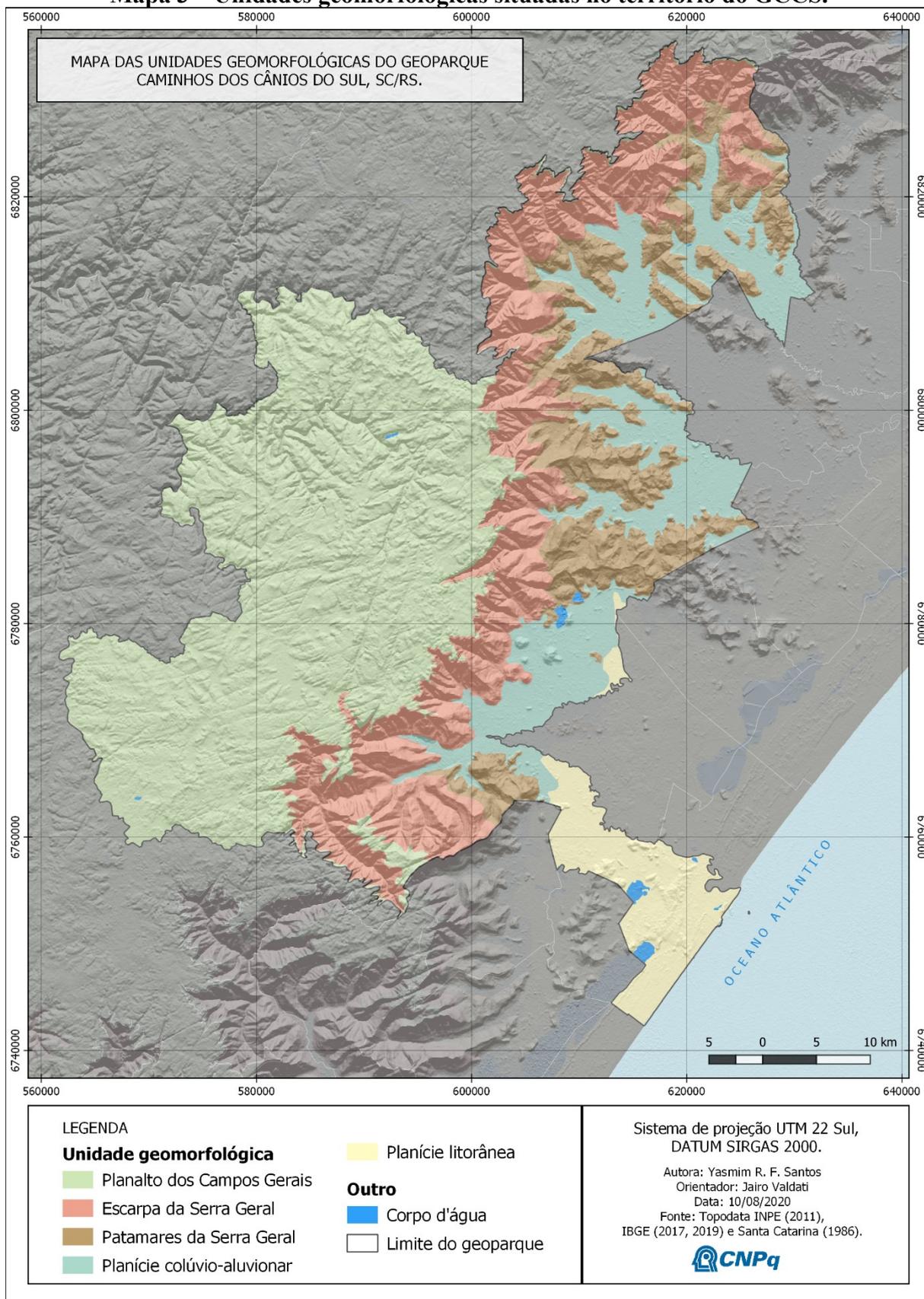
A unidade geomorfológica Serra Geral é a borda leste do Planalto das Araucárias, constituída de um relevo escarpado desenvolvido sobre as rochas da Formação Serra Geral. A direção geral do relevo é N-S, sendo o mais comum NNE-SSO (IBGE, 1986). A porção norte da referida unidade está em contato com a unidade Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, já a porção sul, com a dos Patamares da Serra Geral e a Planície Colúvio-Aluvionar. O sul da Serra Geral é dissecado pela rede de drenagem dos rios Araranguá e Mampituba, sendo que o trecho de maior recuo da escarpa é do rio Araranguá (SANTA CATARINA, 1986).

O desnível do relevo da unidade é acentuado, atingindo até 1.000m. As formas mais abruptas se apresentam em vales fluviais em cânions, com aprofundamentos maiores que 500m nas suas nascentes (SANTA CATARINA, 1986). Por exemplo, o cânion Itaimbezinho, um dos pontos mais conhecidos do sul catarinense, com aproximadamente 720m de desnível.

A unidade geomorfológica Patamares da Serra Geral consiste em testemunhos do recuo da linha de escarpa da Serra Geral, esculpidos pela rede de drenagem dos rios Araranguá e Mampituba, assim formando uma faixa estreita e descontínua muito dissecada no extremo sul de SC e norte do RS. Tais formas de relevo são alongadas e irregulares e prolongam-se como esporões interfluviais pela unidade de Planícies Litorâneas, onde se constata morros testemunhos isolados (SANTA CATARINA, 1986). O Morro da Guarita, em Torres – RS, é um patamar que marca do recuo da escarpa.

As unidades geomorfológicas ou compartimentos de relevo observadas no território do GCCS estão representados no Mapa 3.

Mapa 3 – Unidades geomorfológicas situadas no território do GCCS.



5.2 GEOMORFOSSÍTIOS DO GCCS

O primeiro reconhecimento dos geomorfossítios do território do geoparque foi por meio do documento “Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul: proposta” de Godoy, Binotto e Wildner (2011) da CPRM, e pelo Relatório do Inventário e Avaliações de Geossítios” de Lima e Vargas (2018) da Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda., empresa contratada pelo Comitê Intermunicipal do GCCS para seleção de geossítios no território catarinense. Os Quadros 12, 13 e 14 apresentam apenas os geossítios de valor geomorfológico identificados pelos documentos citados.

Quadro 12 – Geomorfossítios catarinenses do GCCS por Geodiversidade Ltda. (2018).

Geomorfossítio	Unidade geológica	Unidade geomorfológica	Valor	Município
Cânion Itaimbezinho	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Geomorfológico	Praia Grande
Morro dos Cabritos				
Cachoeira Magia das Águas				
Cachoeiras do Ventura				
Cânion Malacara				
Cachoeira da Onça				
Cânion Fortaleza	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Geomorfológico	Jacinto Machado
Cânion da Pedra				
Morro Carasal				
Cachoeira do Zelindo				
Morro Itambé	Formação Botucatu	Patamares		
Cachoeira da Cortina	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Geomorfológico	Timbé do Sul
Fenda da Raia	Formação Botucatu	Patamares	Geomorfológico e estratigráfico	
Cascata do Padre				
Paredão da Areia Branca				
Cachoeiras do Rio do Salto	Formação Rio do Rasto	Patamares	Geomorfológico	
Cachoeira do Bizungo	Formação Serra Geral e Formação Rio do Rasto	Patamares	Estratigráfico e Geomorfológico	Morro Grande
Paleotoca da Aparência	Formação Botucatu	Escarpas da Serra Geral	Paleontológico e Geomorfológico	
Furnas Xokleng		Patamares		
Cachoeira do Tatu	Formação Rio do Rasto	Patamares	Geomorfológico	

Fonte: adaptado de Lima e Varga (2018).

Quadro 13 – Geomorfossítios do GCCS por Godoy, Binotto e Wildner (2011).

Geomorfossítio	Unidade Geológica	Unidade geomorfológica	Valor	Município
Furnas Xokleng	Formação Botucatu	Patamares	Estratigráfico, espeleológico e geomorfológico	Jacinto Machado

Morro Carasal	Formação Serra Geral e Formação Botucatu	Escarpas da Serra Geral	Estratigráfico, formações superficiais e geomorfológico	
Cânion da Pedra	Formação Serra Geral		Tectônico, formações superficiais e geomorfológico	
Morro da Moça	Formação Botucatu	Patamares	Espeleológico, sedimentológico e geomorfológico	
Pedra Branca	Formação Botucatu	Patamares	Formações superficiais e geomorfológico	Praia Grande
Parque da Guarita	Formação Serra Geral e Formação Botucatu	Patamares	Estratigráfico, sedimentológico e geomorfológico	Torres
Pedra do Segredo	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Formações superficiais, geomorfológico e tectônico	Cambará do Sul
Cânion Malacara				
Cânion Fortaleza	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Formações superficiais, geomorfológico e tectônico	Cambará do Sul e Jacinto Machado
Cânion Itaimbezinho	Formação Serra Geral	Escarpas da Serra Geral	Formações superficiais, geomorfológico e tectônico	Cambará do Sul e Praia Grande

Fonte: adaptado de Godoy, Binotto e Wildner (2011, p. 90).

O dossiê da proposta de candidatura do GCCS aponta vinte e cinco sítios com valores geomorfológicos:

Quadro 14 – Geomorfossítios indicados do dossiê de candidatura do geoparque.

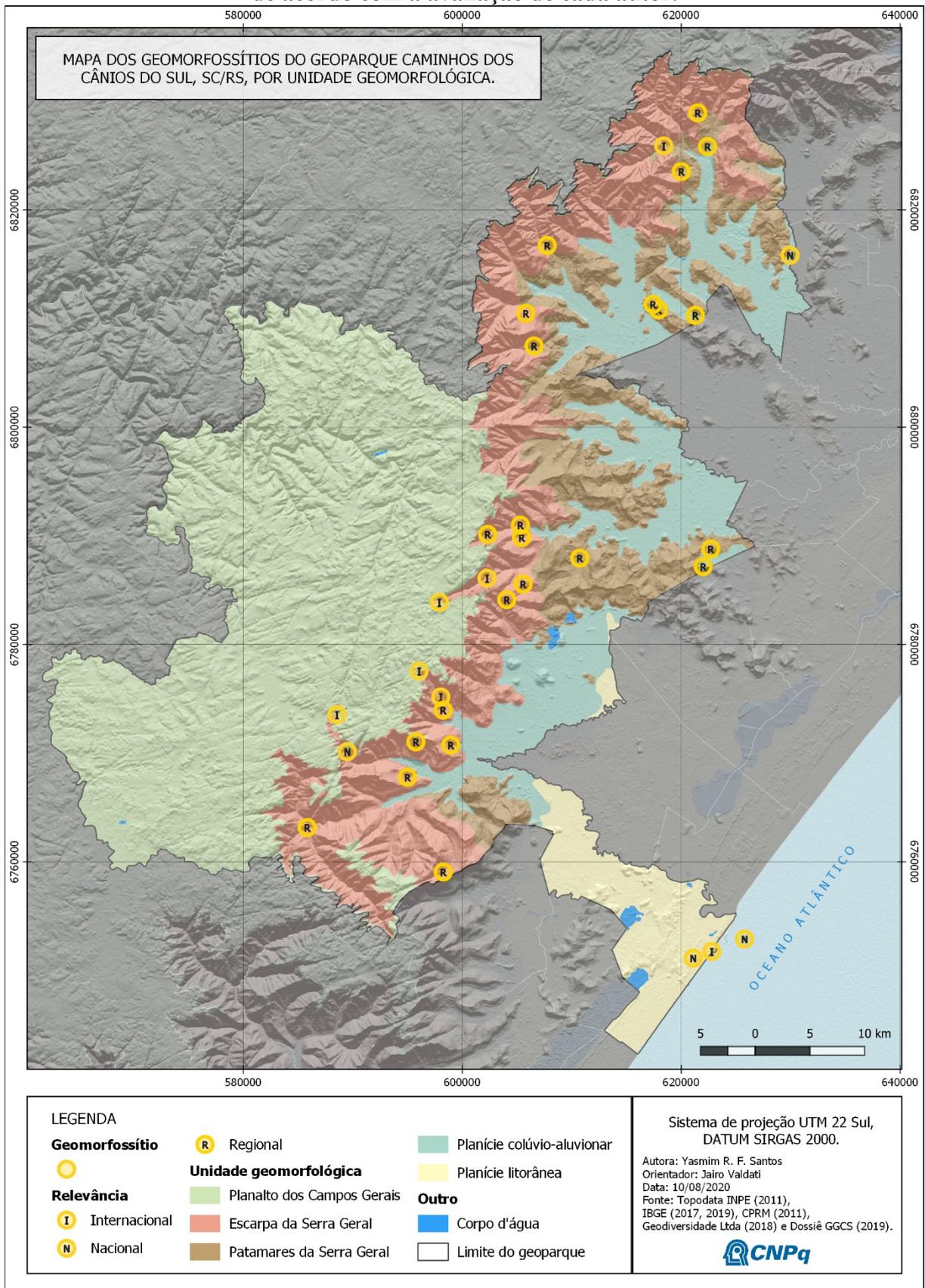
Geomorfossítio	Unidade geomorfológica	Valor	Município
Rio do Boi	Planície colúvio-aluvionar	Geomorfológico	Praia Grande
Morro dos Cabritos			
Cachoeira Magia das Águas			
Cachoeira do Ventura			
Cânion Malacara			
Cachoeira da Onça			
Cânion da Pedra			
Morro Carasal			
Cachoeira do Zelindo			
Morro Itambé			
Fenda da Raia	Patamares		
Cascata do Padre			
Cachoeiras Rio do Salto			
Cachoeira da Cortina	Escarpa		
Paredão da Areia Branca	Patamares	Geomorfológico e estratigráfico	Morro Grande
Cachoeira do Bizungo	Escarpa	Geomorfológico e estratigráfico	
Paleotoca da Aparência		Geomorfológico e estratigráfico	
Paleotoca Furnas Xoclung			
Cachoeira do Tatu	Patamares	Geomorfológico e estratigráfico	Mampituba
Cachoeira do Borges	Escarpa		

Parque da Guarita e Morro do Farol	Patamares	Geomorfológico	Torres
Dunas de Itapeva	Planície litorânea		
Ilha dos Lobos			
Cânion Itaimbezinho	Escarpa	Geomorfológico	Praia Grande/Cambará do Sul
Cânion Fortaleza			Jacinto Machado/Cambará do Sul

Fonte: adaptado do GCCS (2019).

Os pontos dos geomorfossítios elencados pelos autores (Quadro 12, 13 e 14) em seus respectivos compartimentos de relevo estão representados no mapa index (Mapa 4).

Mapa 4 – Geomorfossítios do GCCS elencados por CPRM (2011), Geodiversidade Ltda. (2018) e o Dossiê de candidatura do GCCS (2019), com o respectivo grau de relevância de acordo com a avaliação de cada autor.



5.3 MAPAS GEOMORFOLÓGICOS DE DETALHE DOS GEOMORFOSSÍTIOS SELECIONADOS

Foram selecionados oito geomorfossítios para o mapeamento geomorfológico de detalhe, sendo que cada um possui processos, formas e depósitos representativos do seu compartimento geomorfológico. Com base nos princípios e questões norteadoras para o mapeamento de geomorfossítios (Quadro 7) de Coratza e Regolini-Bissig (2009), os mapas foram elaborados com os princípios a seguir:

- Usuário: especialistas, cientistas e estudantes de ciências da Terra;
- Propósito: valorização dos elementos representativos de cada unidade geomorfológica do GCCS;
- Tema: formas, processos e depósitos de cada unidade geomorfológica;
- Nível: mapa de detalhe do geomorfossítio;
- Escala: escala de detalhe considerando a dimensão de cada sítio;
- Dimensão: MDT e camadas vetoriais de cada elemento;
- *Design*: padrão de mapas;
- Formato digital e tamanho: digital, configurado para impressão em tamanho A4.

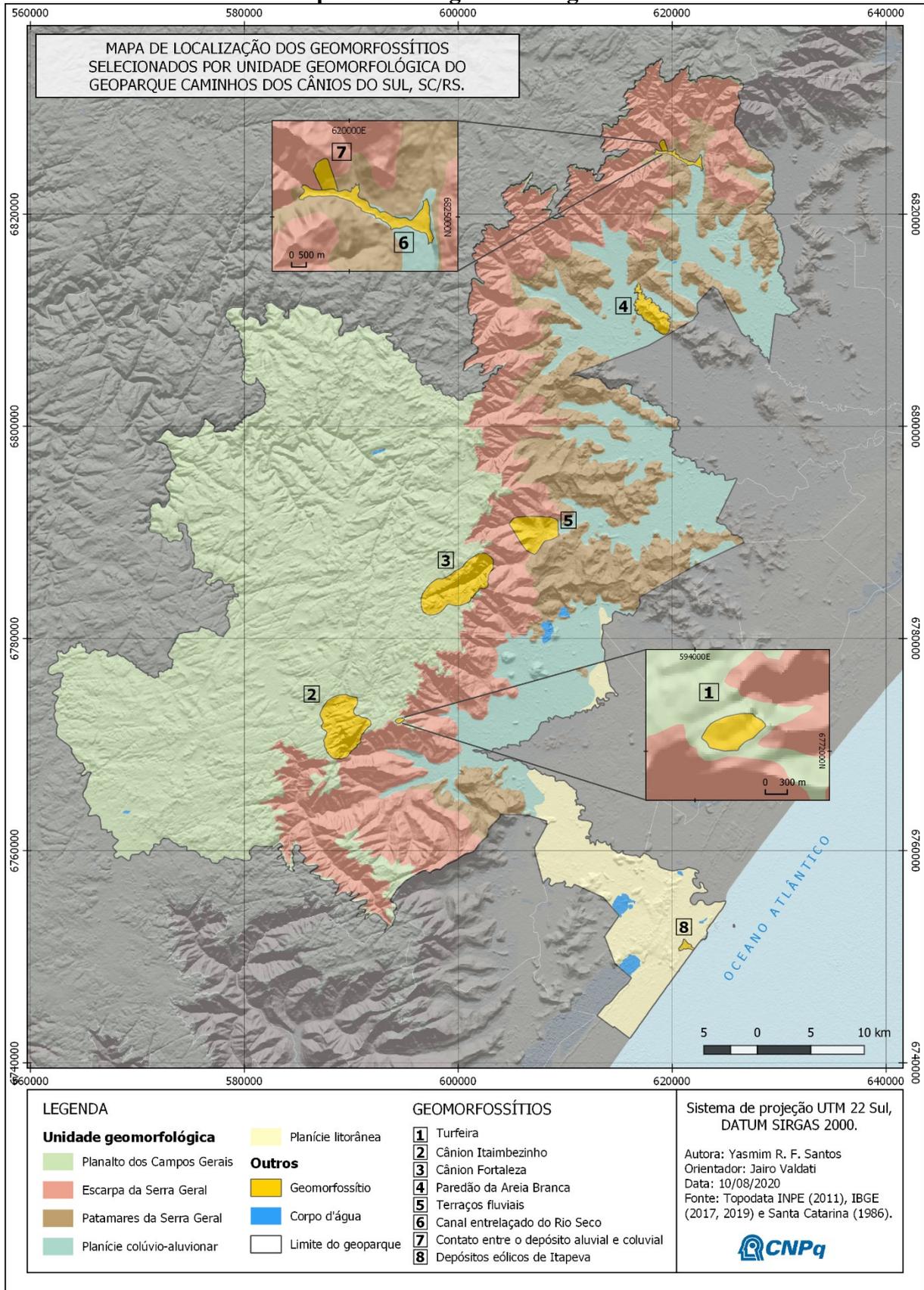
A distribuição dos sítios é: um no Planalto, dois na Escarpa da Serra Geral, um nos Patamares, três na Planície Colúvio-aluvionar e um na Planície Litorânea (Mapa 5). Cada um foi representado em uma escala adequada para a sua dimensão, resultando em escalas diferentes (Quadro 15) que exploram as potencialidades do sistema de legenda adotado em razão da amplitude de escalas, entre 1:4.000 até 1:30.000. O mapa do cânion Fortaleza está em 1:30.000, escala que extrapola os limites da escala de detalhe, contudo, por ser um sítio de características estruturais e paisagísticas, optou-se em diminuir a escala e representar toda a extensão do cânion.

Quadro 15 – Geomorfossítios selecionados em cada compartimento geomorfológico e a escala do mapa elaborado.

	Geomorfossítio	Unidade Geomorfológica	Escala do mapa
1	Turfeiras	Planalto	1:4.000
2	Cânion Itaimbezinho	Escarpa	1:20.000
3	Cânion Fortaleza	Escarpa	1:32.000
4	Paredão da Areia Branca	Patamares	1:20.000
5	Terraços fluviais	Planície Colúvio-aluvionar	1:21.000
6	Canal entrelaçado do Rio Seco	Planície Colúvio-aluvionar	1:14.000
7	Contato do depósito aluvial e depósito coluvial	Planície-Colúvio-aluvionar	1:8.000
8	Depósitos eólicos de Itapeva	Planície Litorânea	1:8.000

Fonte: elaborado pela autora (2020).

Mapa 5 – Localização dos geomorfossítios selecionados para o mapeamento de detalhe por unidade geomorfológica.



5.3.1 Turfeiras na unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais.

A turfa é originada do acúmulo de material orgânico vegetal, onde as atividades biológicas são reduzidas em razão da saturação em água, baixas temperaturas, baixo pH e escassez de oxigênio, ou seja, em ambientes desfavoráveis à decomposição (SILVA, 2012; SILVA; SILVA, 2016). As turfás são reservatórios de água e carbono e, através do processo de diagênese, elas podem se transformar em carvão (FANCHI et al, 2006, SILVA et al. 2009). A turfeira, segundo Oliveira e Lima (2008), pode estar em uma depressão topográfica isolada ou ligada à rede hidrográfica. Deste modo, a turfeira consiste em uma forma de relevo associada a depressões, sendo conectada ou não a rede de drenagem.

Encontram-se manchas de turfeiras no Planalto dos Campos Gerais, em especial nos Parnas de Aparados da Serra e Serra Geral, pois o planalto tem condições climáticas e topográficas favoráveis para sua formação. Nessa área são frequentes as névoas e os nevoeiros, atingindo a umidade acima de 97% (IBAMA, 2004) (Figura 27).

Figura 27 – Nevoeiro no período da manhã, a baixa visibilidade da área da turfeira auxilia perceber a intensidade do nevoeiro, cuja umidade é fundamental para a manutenção do alto teor de água nesse ambiente.



Fonte: elaborado pela autora (2016).

A turfeira é considerada como geomorfossítio do Planalto dos Campos Gerais por ser uma particularidade da unidade geomorfológica, pela importância científica para a geomorfologia e biologia, por possibilitar estudos palinológicos e paleogeográficos. O sítio se situa no município de Cambará do Sul, pertencendo ao Parna de Aparados da Serra. O acesso

se dá via RS-427 – logo ao terminar a subida da Serra do Faxinal e adentrar o planalto, ao lado direito da estrada é onde fica o acesso ao caminho que leva à turfeira.

Selecionou-se uma turfeira situada em uma pequena depressão no topo do planalto, isto é, uma turfeira confinada, próxima à escarpa. Sua forma é alongada, sendo mais larga no início (lado esquerdo) e na porção final, próxima à escarpa (Figura 28 e 29). Sobre o depósito se desenvolve o *Sphagnum sp*, criando um tapete herbáceo, úmido e macio, espécies desse gênero são predominantes nas turfeiras por serem pouco exigentes em nutrientes do solo (FANCHI et al., 2006).

Figura 28 – Imagens Google de 2016 e 2020 da turfeira confinada.



Fonte: Google Earth Pro (2016, 2020)

Figura 29 – A turfeira está confinada no fundo de um pequeno vale no topo do planalto, no centro da imagem se visualiza a vegetação mais verde do *Sphagnum sp.*, indicando a extensão da turfeira.



Fonte: elaborado pela autora (2016).

Na extremidade leste da turfeira se nota um curso d'água fluindo diretamente sobre rocha (Figura 30), isso evidencia que a litologia local é a camada impermeável que possibilita o acúmulo de água e a formação da turfeira. As águas superficiais do escoamento concentrado e difuso e a umidade dos nevoeiros são retidas na turfeira e considera-se a hipótese de que ela mesma manteria o fluxo d'água do canal, podendo não estar vinculada às águas subterrâneas.

Figura 30 – Curso d'água no fundo do vale onde se forma a turfeira. A: Visão do curso à montante; B: Visão do curso d'água à jusante, percebe-se que a água flui sobre o leito rochoso e plano, o que é característico de rios do planalto.



Fonte: elaborado pela autora (2016).

O mapa geomorfológico das turfeiras do planalto (Mapa 6) está na escala 1:4.000. As curvas de nível com intervalo de 1m presentes no mapa e os perfis topográficos (Figura 31) permitem visualizar que a turfeira está confinada. O curso d'água está representado a partir do ponto em que é possível observá-lo em campo e, sobre ele, a simbologia indicando o fundo plano rochoso composto pelo Grupo Serra Geral.

Mapa 6 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio da turfeira do Planalto dos Campos Gerais.

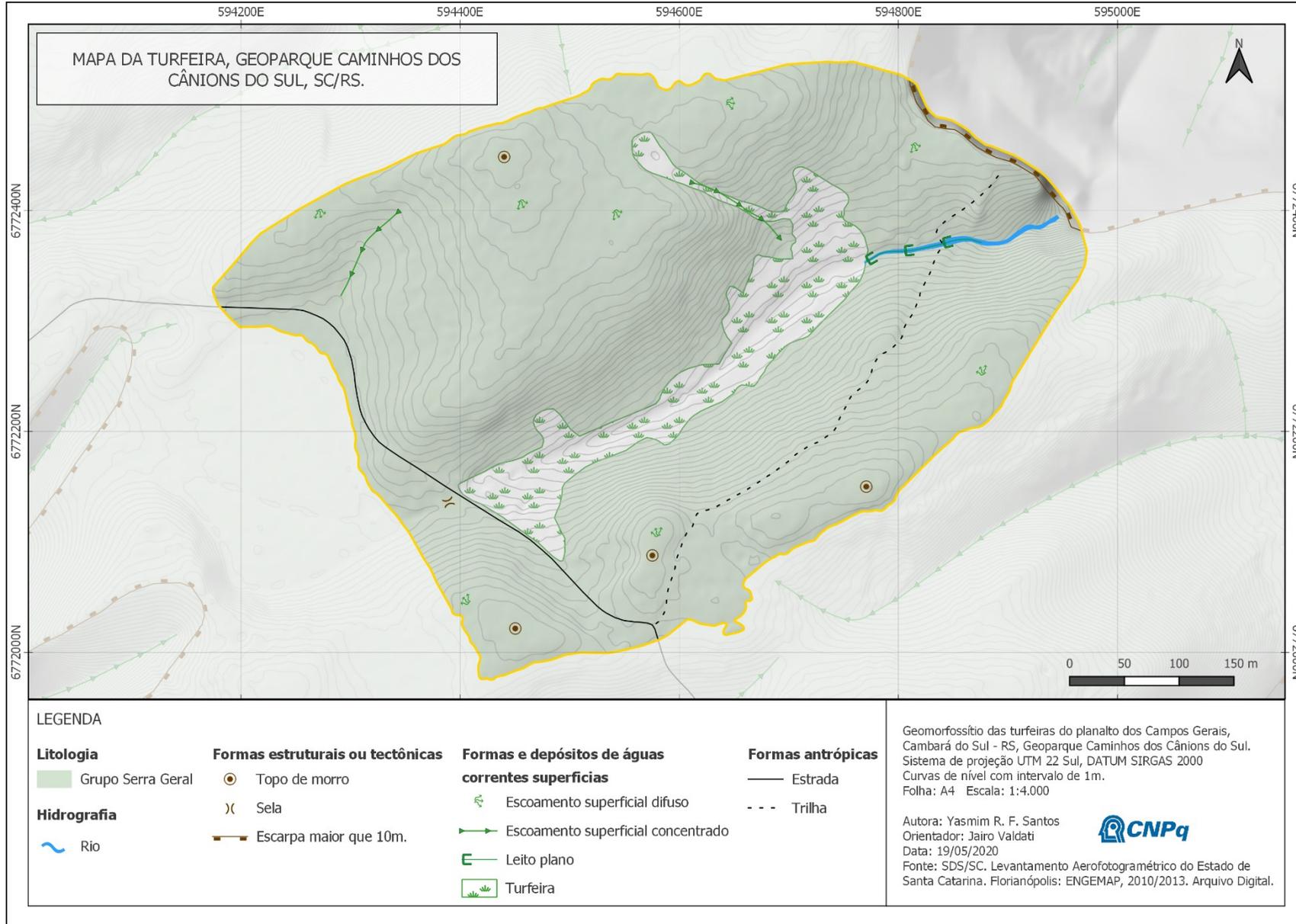
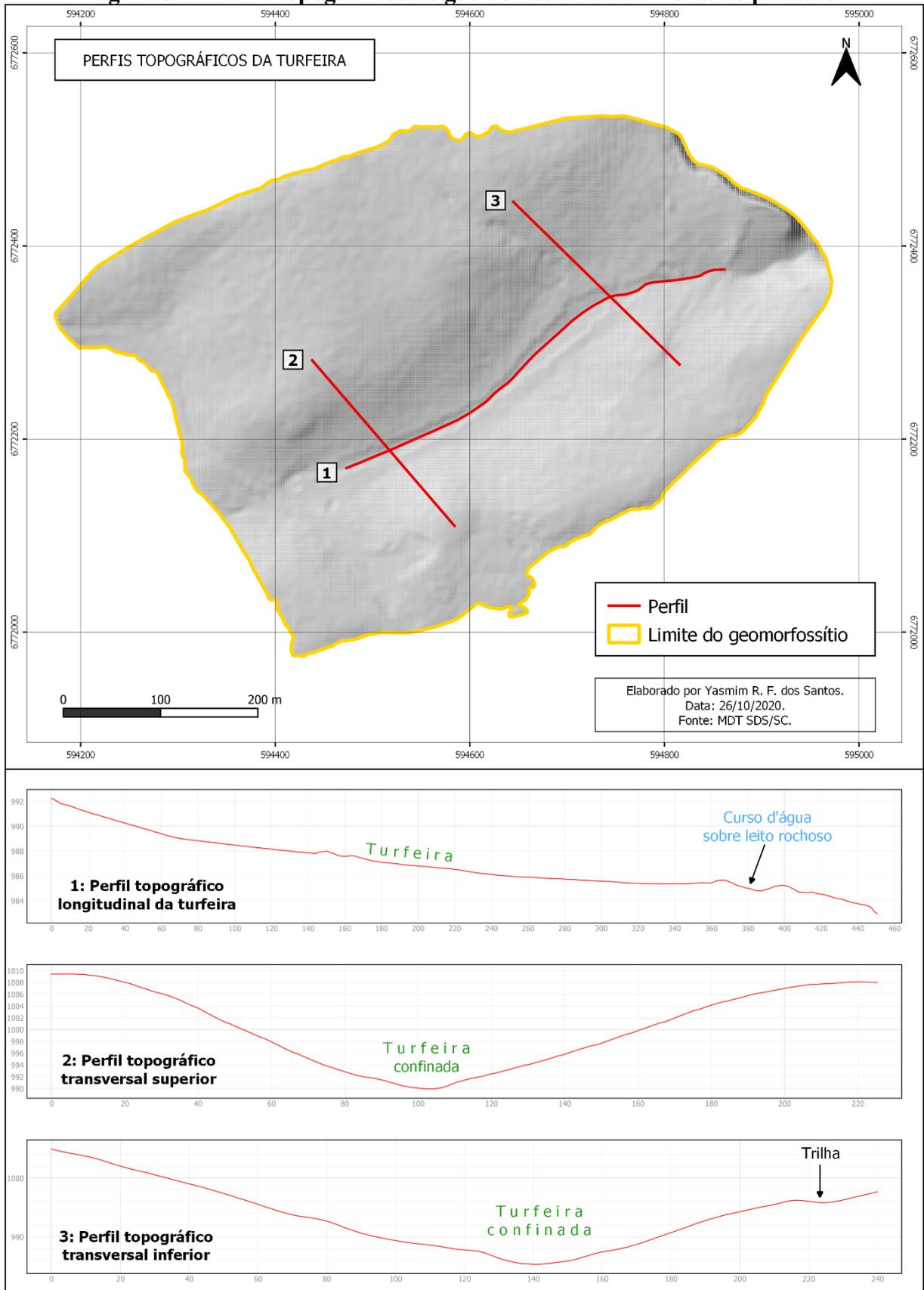


Figura 31 – Perfis topográficos do geomorfossítio da turfeira do planalto.

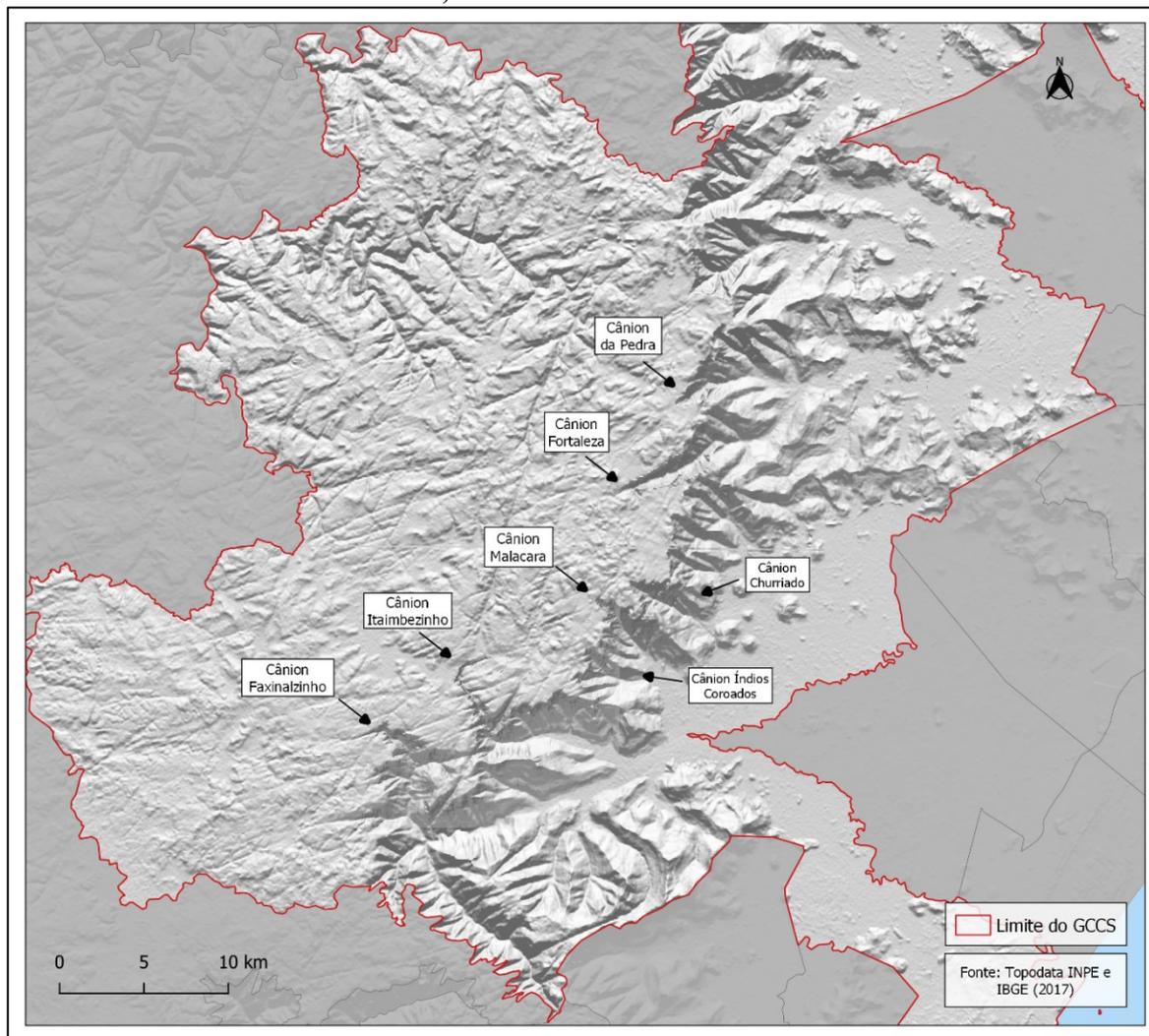


5.3.2 Cânion Itaimbezinho na unidade geomorfológica da Escarpa da Serra Geral

O Cânion Itaimbezinho se situa no Parna de Aparados da Serra, entre os municípios de Cambará do Sul e Praia Grande, no Planalto dos Campos Gerais e nas escarpas da Serra Geral. Cânions são profundos vales em V, entalhados pela ação do sistema de drenagem sobre a rocha no decorrer do tempo geológico. A atuação dos processos exógenos provoca a formação desses vales de paredões rochosos verticalizados e o recuo da escarpa (WILDNER; ORLANDI FILHO; GIFFONI, 2009).

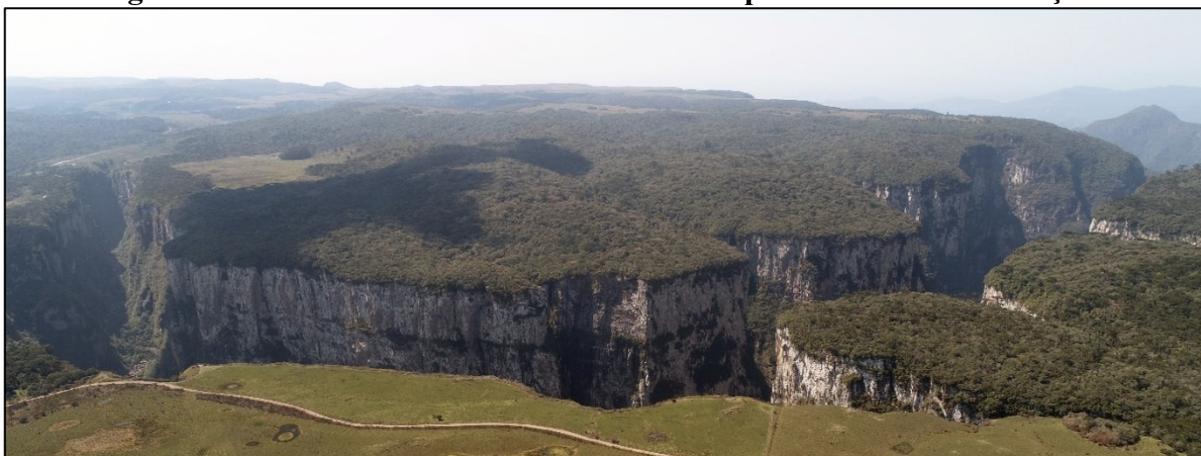
Encontram-se vales bem dissecados ao longo de todo o compartimento de relevo da escarpa da Serra Geral (Figura 32), os quais geralmente estão associados ao controle tectônico de falhas e fraturas. As discontinuidades causadas por esses lineamentos tectônicos permitem a percolação da água e a erosão vertical, gerando vales estreitos e profundos. A configuração do cânion Itaimbezinho é diferente em relação aos outros da unidade, pois durante o seu desenvolvimento ocorreu uma mudança de orientação (Figura 33 e Figura 34), causada por um lineamento de direção distinta (LIMA; VARGAS, 2018), sendo esses lineamentos facilmente observados com os MDTs (Figura 35). Assim, há um ponto de mudança da forma, denominado “cotovelo” (Figura 34).

Figura 32 – Principais cânions da escarpa a Serra Geral, situados no extremo sul de Santa Catarina, na divisa com o Rio Grande do Sul.



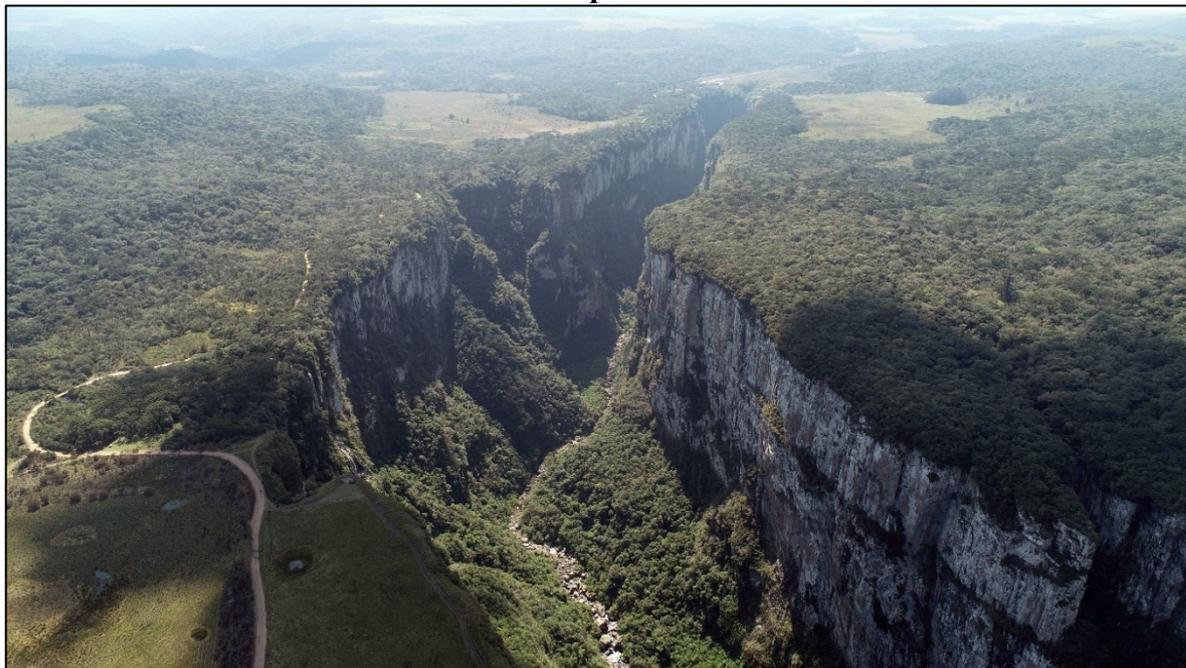
Fonte: elaborado pela autora (2020).

Figura 33 – Extensão do cânion Itaimbezinho apresentando duas direções.



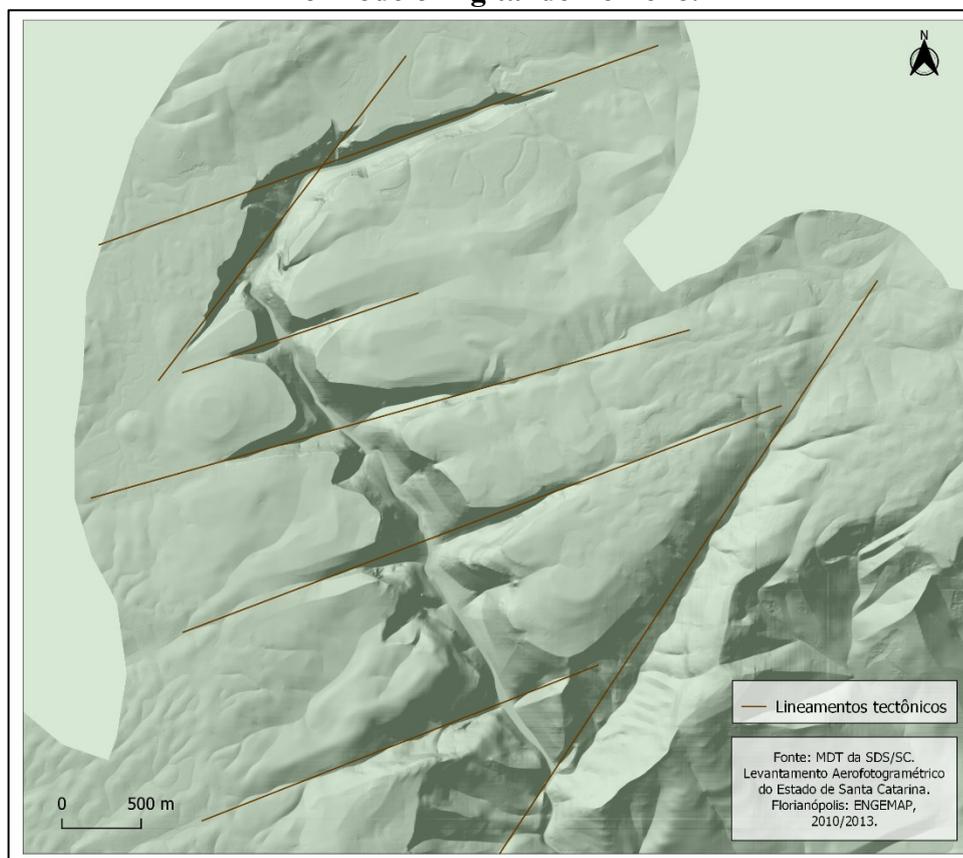
Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 34 – Registro com Vant do ponto de mudança de direção do Itaimbezinho, nota-se a forma de "cotovelo" e a trilha que dá acesso aos mirantes do cânion.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

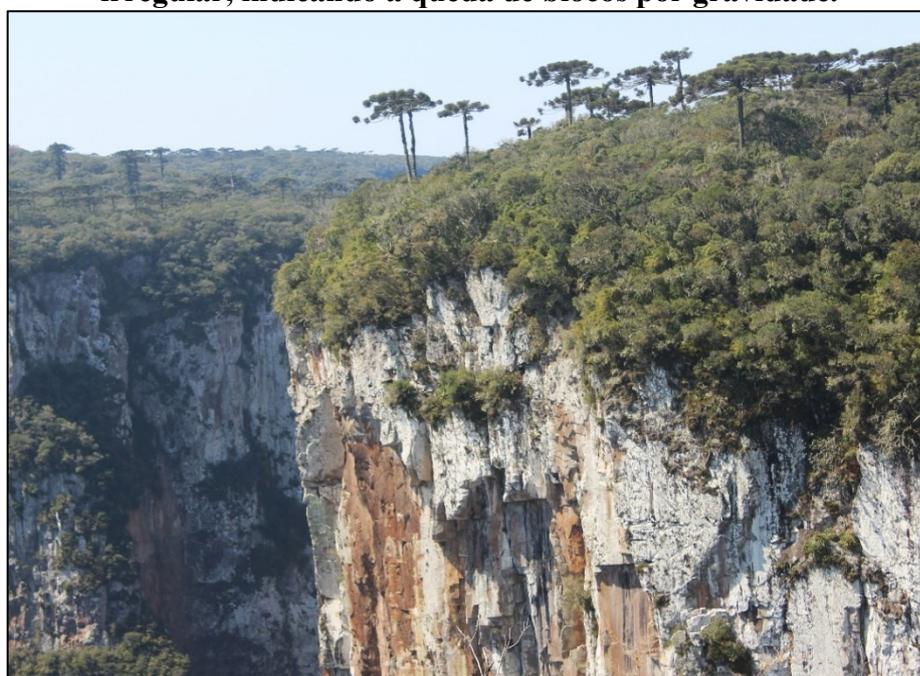
Figura 35 – Lineamentos tectônicos do Itaimbezinho visualizados e vetorizados com base no Modelo Digital de Terreno.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

O Itaimbezinho foi entalhado nas rochas efusivas do Grupo Serra Geral e em suas paredes rochosas se visualiza a sucessão dos derrames de lava que integram a litologia. A parte superior dos cânions corresponde aos derrames de composição ácida, que originaram riolitos e riolacitos. Essas rochas ácidas são mais resistentes à erosão, enquanto as camadas abaixo são menos resistentes, de modo que ocasiona mais erosão das rochas no sopé da escarpa e a queda de blocos das camadas superiores (Figura 36). Além disso, a linha de contato entre os derrames é a camada vesicular, que é menos resistente aos agentes erosivos e de intemperismo, assim, possibilitando o desenvolvimento de vegetação (Figura 37) (LIMA; VARGAS, 2018).

Figura 36 – Parte superior da encosta com blocos de rochas suspensos e de forma irregular, indicando a queda de blocos por gravidade.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

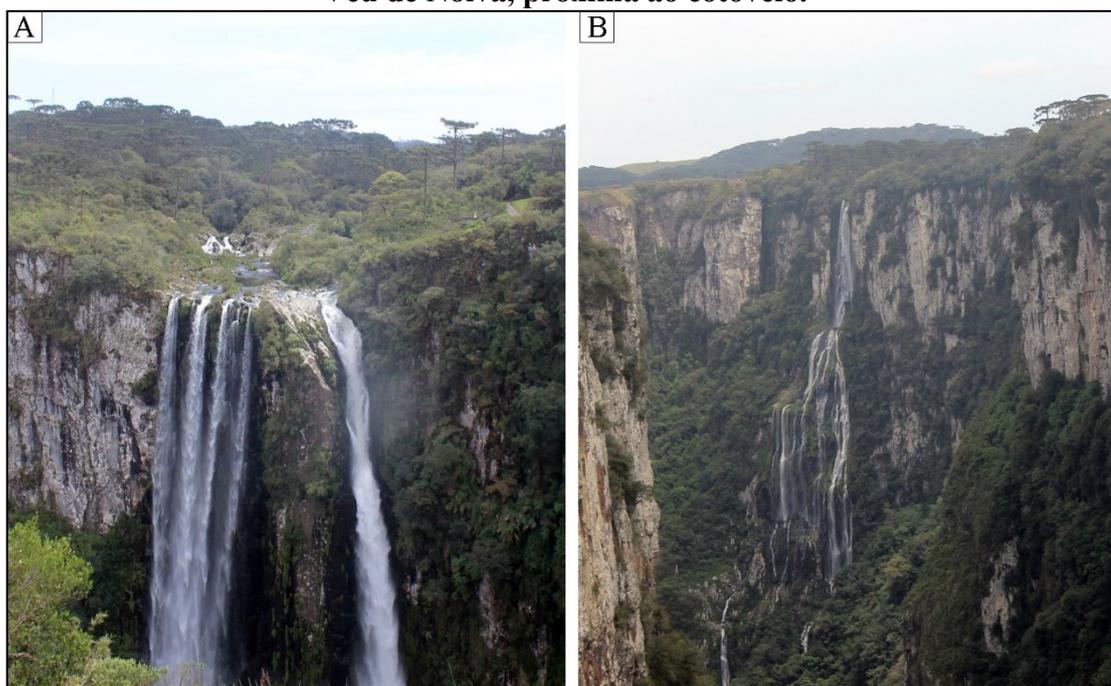
Figura 37 – Paredão rochoso do cânion Itaimbezinho com o limite dos derrames de lava demarcados pela vegetação.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

O Itaimbezinho possui aproximadamente 5,8km de extensão, 2km de largura e a altura das escarpas atinge até 720m (WILDNER; ORLANDI FILHO; GIFFONI, 2009). O Rio Perdizes percorre o planalto e, ao alcançar a escarpa, o rio forma a Cachoeira das Andorinhas (Figura 38A). No fundo do vale, corre o Rio do Boi. Próximo ao cotovelo, situa-se a Cachoeira Veu de Noiva (Figura 38B). A entrada ao Parna está a 20km de Praia Grande e o acesso ao parque é via Serra do Faxinal, cuja maioria do trecho não é pavimentada.

Figura 38 – A: Cachoeira das Andorinhas, próxima ao vértice do cânion; B: Cachoeira Veu de Noiva, próxima ao cotovelo.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

O Parna de Aparados da Serra conta com uma infraestrutura na área de planalto, com uma central de visitantes e duas trilhas autoguiadas para observação de cada lado do cânion e das cachoeiras: a Trilha do Vértice – que possui cerca de 800m de extensão ao longo do vértice do Itaimbezinho e sua margem esquerda – e a Trilha do Cotovelo, com 3km de extensão, pela margem direita. Há uma terceira trilha ao longo do Rio do Boi: um percurso de 4km rio adentro e é feita apenas com guias autorizados, com acesso por Praia Grande.

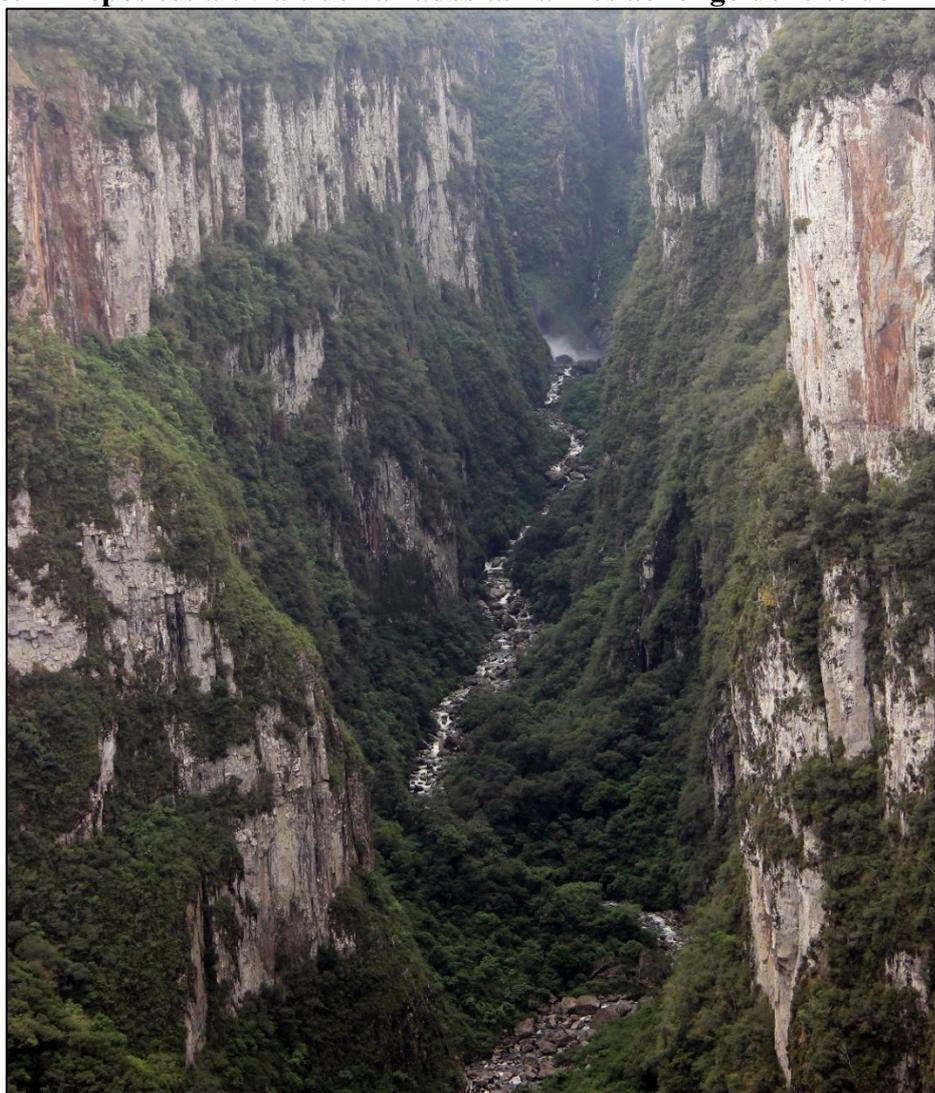
O mapa geomorfológico do cânion Itaimbezinho ressalta a estrutura do relevo, a simbologia linear representa o limite superior da escarpa em contato com o planalto e as escarpas de alguns patamares formados pelo contato dos derrames de lava, tanto no planalto, como na escarpa. A representação é baseada no símbolo das escarpas de altura maior que 10m, mas pode ser considerado como maiores que 100m em razão da profundidade da feição. As

cristas também são representadas nos elementos estruturais. As curvas de nível com intervalo de 50m, juntamente com o MDT, evidenciam a estrutura e a verticalidade das encostas.

Das formas, processos e depósitos ligados às águas correntes superficiais são apresentados os sulcos de escoamento superficial concentrado no planalto e na escarpa, sendo possível perceber que estão vinculados aos lineamentos existentes. As áreas úmidas, que também incluem as turfeiras do planalto, estão situadas nas porções mais planas e não necessariamente próximas aos cursos d'água perenes.

Os depósitos fluviais do Rio do Boi são dispostos ao longo do leito do rio, sendo que a água flui entre esses sedimentos de tamanhos diversos e diferentes graus de arredondamento (Figura 39). A representação desse depósito é feita com uma textura de círculos com fundo transparente, sobre a forma do rio em azul. GCCS (2019) define o Rio do Boi como um geossítio de grau de relevância nacional, sendo indicado no mapa pelo símbolo pontual de geossítio.

Figura 39 – Depósitos aluviais de variados tamanhos ao longo do leito do Rio do Boi.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Os depósitos de origem gravitacional, predominantemente do tipo queda de blocos, foram delimitados na base da escarpa, sendo a maior concentração na área correspondente ao cotovelo. No entanto, há pequenas porções que não são visíveis na escala adotada.

Além do mapa geomorfológico (Mapa 7), os perfis topográficos do cânion Itaimbezinho (Figura 40) auxiliam no entendimento do desenvolvimento do cânion.

Mapa 7 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio cânion Itaimbezinho na escarpa da Serra Geral.

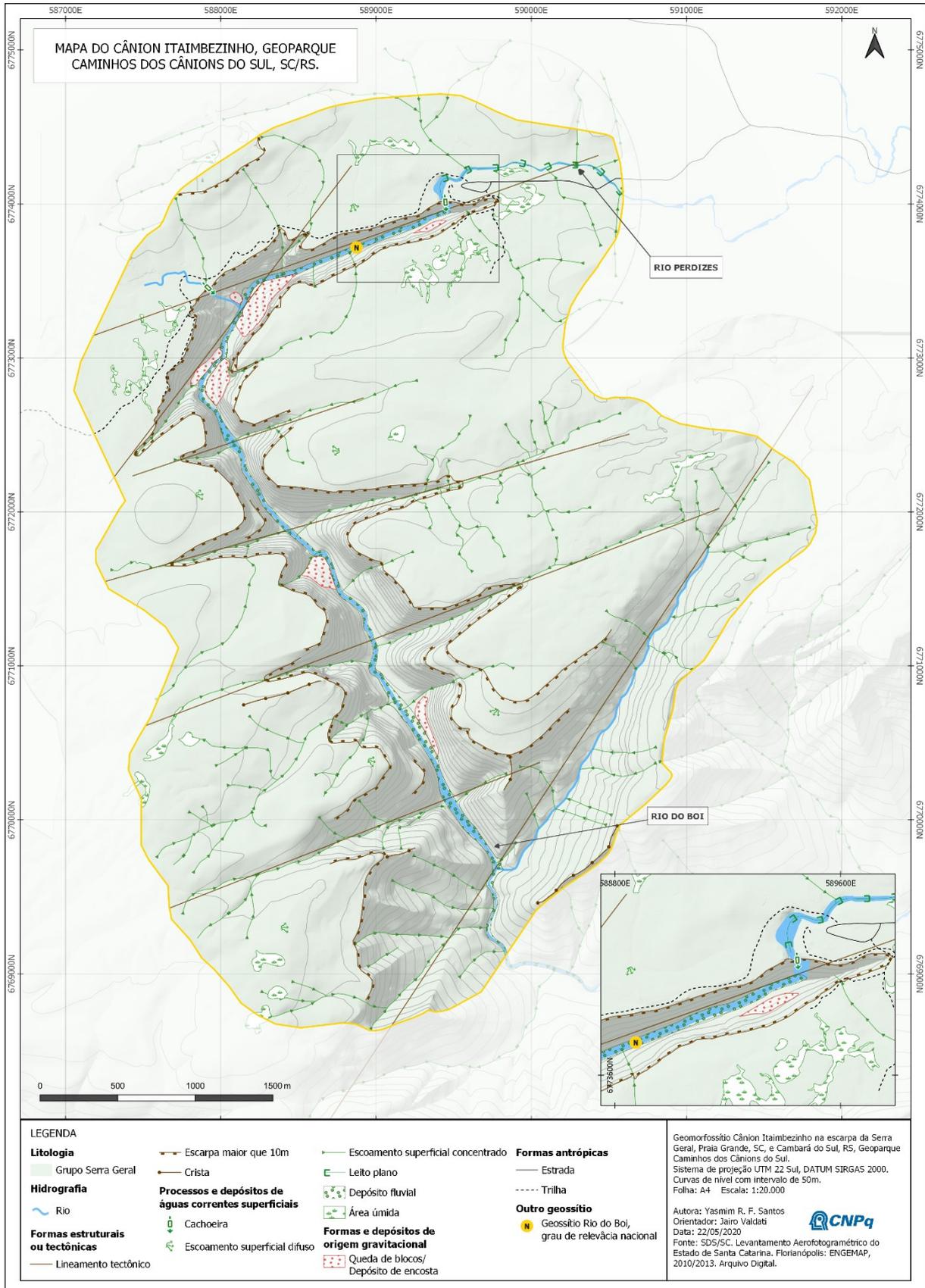
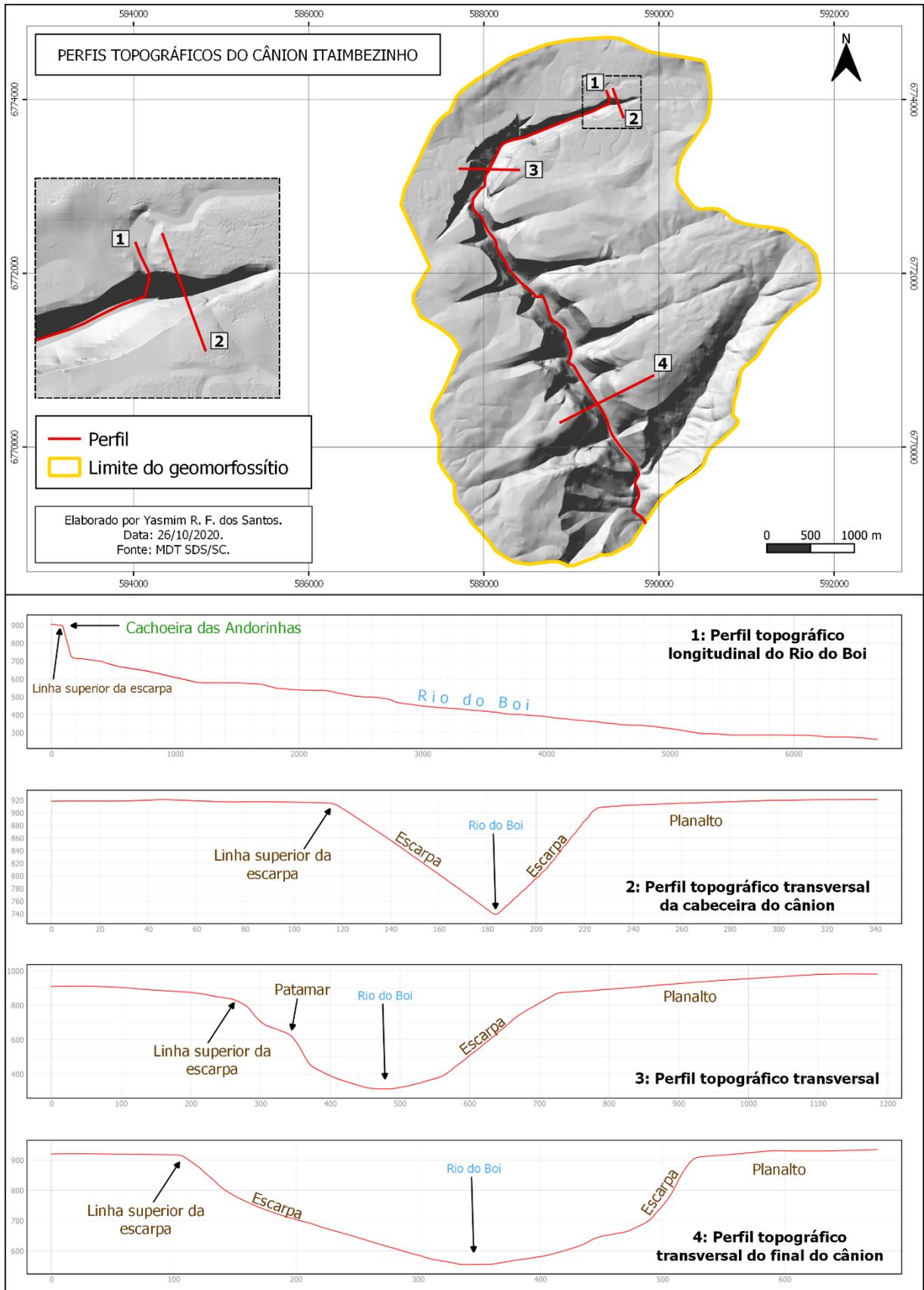


Figura 40 – Perfis topográficos do geomorfossítio cânion Itaimbezinho.

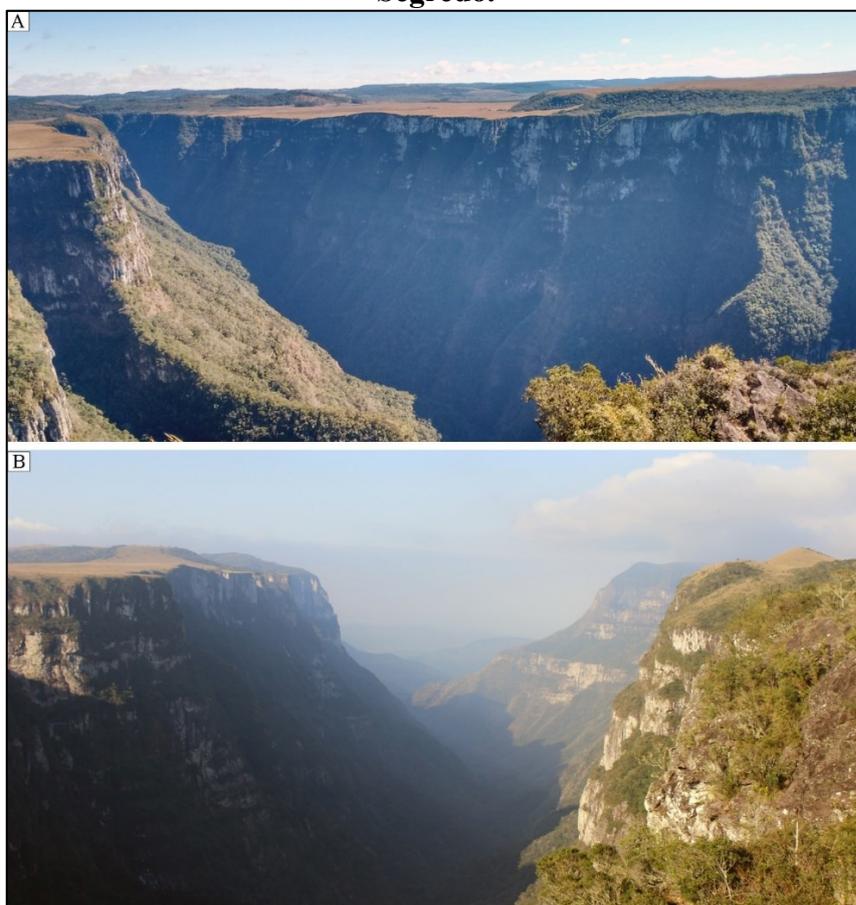


5.3.3 Cânion Fortaleza na unidade geomorfológica da Escarpa da Serra Geral

Localizado entre os municípios de Cambará do Sul e Jacinto Machado, o cânion Fortaleza pertence ao Parna da Serra Geral. Assim como o Itaimbezinho, o geomorfossítio Fortaleza consiste em um vale em V esculpido nas rochas do Grupo Serra Geral. Essa forma também se desenvolveu em virtude dos lineamentos tectônicos das rochas, no entanto, apresenta um padrão estrutural distinto dos demais cânions do compartimento, estendendo-se na direção 60°N - 70°E (Figura 32).

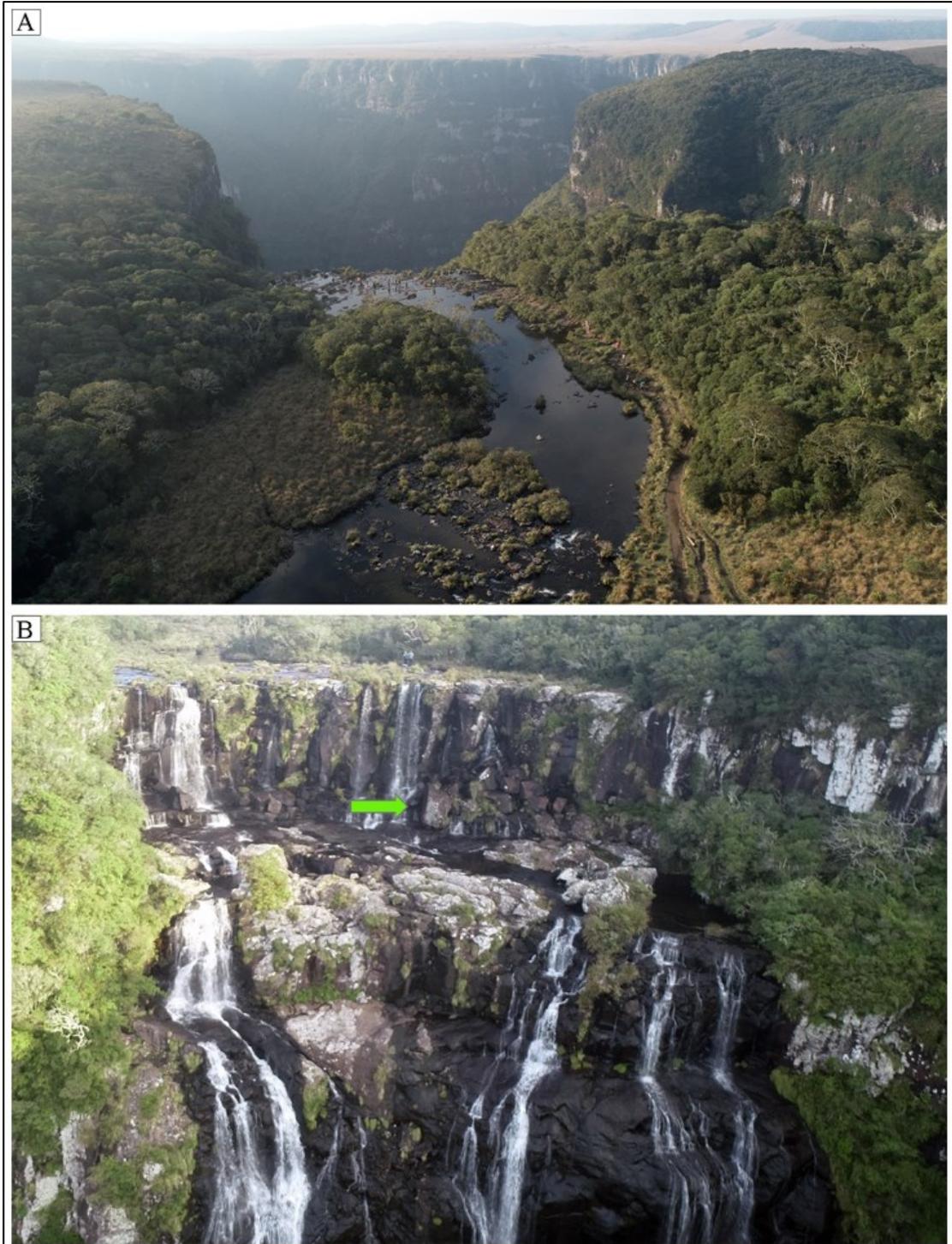
O Fortaleza tem 7,5km de extensão, 2km de largura e o desnível das escarpas atinge até 800m (Figura 41) (WILDNER; ORLANDI FILHO; GIFFONI, 2009). O Rio da Pedra flui no interior do cânion, desaguando no Rio Araranguá. No planalto percorre o Rio Arroio Segredo que, ao alcançar a borda superior da escarpa (Figura 42A), forma a Cachoeira do Tigre Preto (Figura 42B e Figura 43). A referida cachoeira tem 200m de altura e três quedas, integrando-se ao Rio da Pedra no sopé da encosta.

Figura 41 – A: Visualização do interior do cânion Fortaleza, a partir do mirante (ponto mais alto); B: Visualização da porção final do cânion, do final da trilha da Pedra do Segredo.



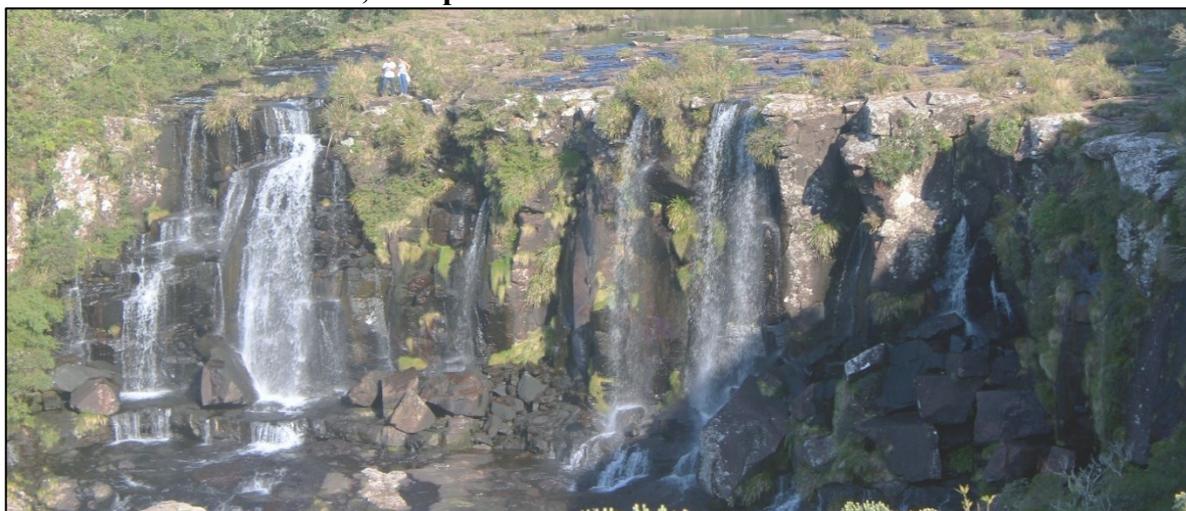
Fonte A: Hatan P. Silva (2017), Fonte B: Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 42 – A: Rio Arroio Segredo flui pelo planalto e termina na borda da superior escarpa, a trilha da Pedra do Segredo passa sobre rio, no trecho próximo à escarpa; B: Cachoeira do Tigre Preto com suas três quedas, cada uma formando um patamar onde se notam blocos caídos por ação gravitacional.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 43 – Blocos caídos na primeira queda da Cachoeira do Tigre Preto, nota-se que os blocos são de tamanhos variados e bem angulosos, indicando que é um material recente, com pouco ou sem retrabalhando fluvial.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

A observação da extensão do sítio é pelo planalto, em Cambará do Sul. Há duas trilhas principais: 1) Trilha do Mirante, com cerca 1,5km de extensão, dando acesso ao ponto mais alto do cânion (1.157m de altitude); e 2) Trilha da Pedra do Segredo, com 1,5km de extensão, que passa pela Cachoeira do Tigre Preto e finaliza no geossítio da Pedra do Segredo. Ainda há uma terceira, chamada de Trilha da Borda Sul, cujo trajeto liga as duas trilhas principais pela borda da escarpa, nesse percurso se encontra uma cachoeira (nome desconhecido, Figura 44). Ademais, no decorrer dessas trilhas são visualizados os limites dos derrames de lava nas paredes rochosas do cânion (Figura 44).

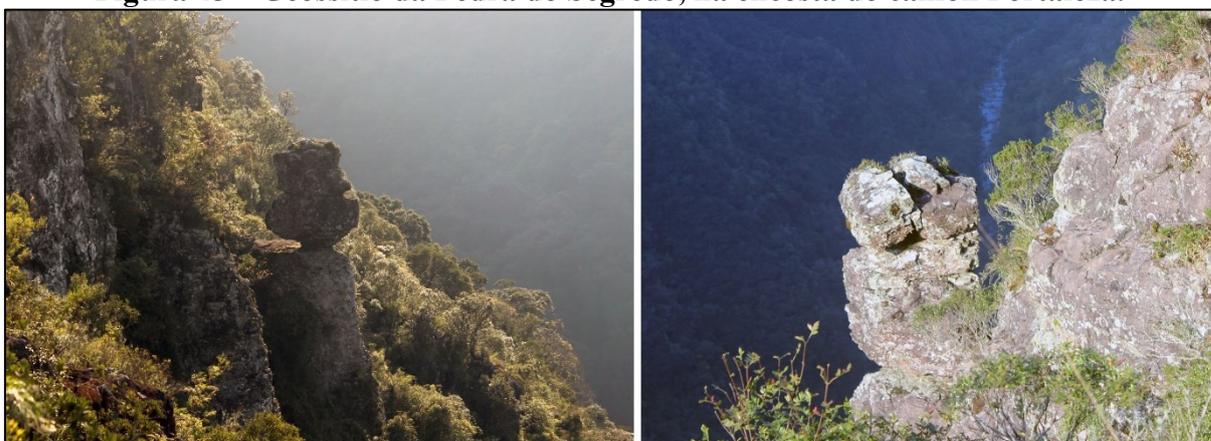
Figura 44 – Parede rochosa com a delimitação de patamares pela vegetação, na porção central se nota as três quedas da segunda cachoeira – na data do registro tinha pouco volume de água.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

No geomorfossítio Fortaleza se encontra outro geossítio do GCCS, conhecido como Pedra do Segredo. O sítio é de escala pontual, situado na encosta do cânion, próximo ao vértice. Consiste em um bloco monolítico de rocha vulcânica de aproximadamente 5m de altura e sua base possui alguns centímetros de largura (Figura 45), o bloco é resultante de processos erosivos naturais, o que indica que ele está equilibrado na escarpa (GODOY; BINOTTO; WILDNER, 2011).

Figura 45 – Geossítio da Pedra do Segredo, na encosta do cânion Fortaleza.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

O mapa geomorfológico do cânion Fortaleza (Mapa 8) destaca o limite superior da escarpa com a simbologia linear que indica altura maior que 10m e, como o Itaimbezinho, também podendo ser considerado como maior que 100m. Na escarpa ainda se notam os processos e formas ligados às águas correntes superficiais, como escoamento superficial concentrado e difuso, fundo plano do leito dos rios do planalto e o ponto da primeira queda das cachoeiras. Em especial, o escoamento superficial concentrado tem alta densidade de sulcos na extensão das encostas. A parte do sítio situada no planalto contém áreas úmidas, classe que inclui também as turfeiras.

Comparando-se os dois geomorfossítios na escarpa da Serra Geral, o cânion Fortaleza é de maior em extensão e profundidade (ver perfil topográfico, Figura 46), é mais aberto e bem dissecado, enquanto o Itaimbezinho é mais estreito, possui encostas bem verticalizadas e duas direções ao longo do seu desenvolvimento. A característica prevalecente dos mapas é a estrutura do relevo, a linha de escarpa que marca a quebra abrupta do relevo, além dos lineamentos tectônicos aliados aos processos fluviais que esculpiram esses vales através do tempo, sendo esse o principal valor científico dos cânions selecionados.

Mapa 8 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio cânion Fortaleza na escarpa da Serra Geral.

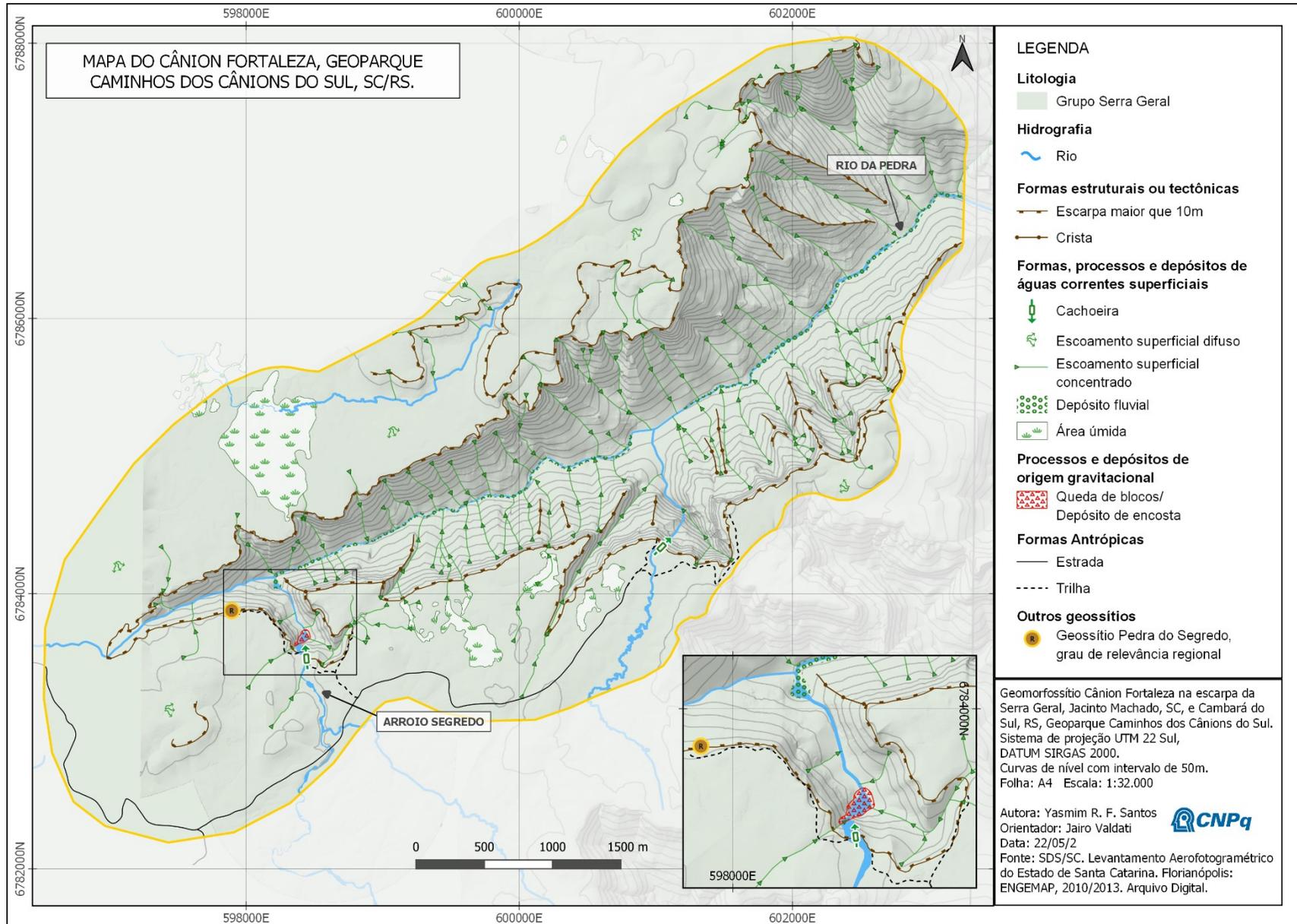
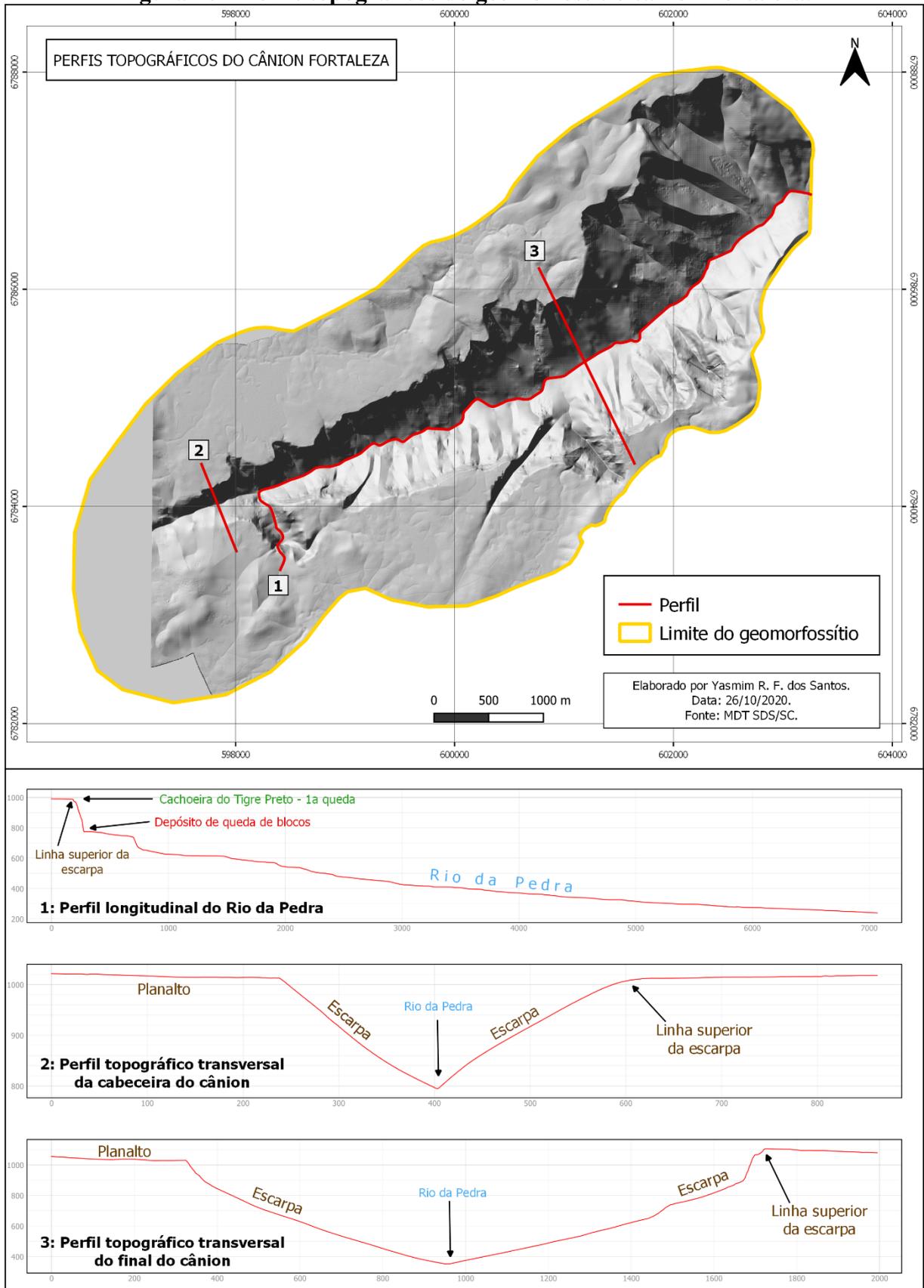


Figura 46 – Perfis topográficos do geomorfossítio cânion Fortaleza.



5.3.4 Paredão da Areia Branca na unidade geomorfológica dos Patamares da Serra Geral

O geomorfossítio chamado de Paredão da Areia Branca está inserido no compartimento dos patamares da Serra Geral, situado no município de Timbé do Sul – SC, aproximadamente a 13km do sopé escarpa. O acesso se dá via estrada não pavimentada, a 8km da sede do município.

Esse geomorfossítio consiste em um relevo residual, isto é, um patamar que testemunha a regressão da escarpa da Serra Geral. A parte superior do Paredão é composta por arenitos eólicos da Fm. Botucatu, litologia que propicia a formação de um relevo ruiforme. Segundo Ab'Saber (1977), o relevo ruiforme é semelhante a ruínas, que podem tomar formas de torres, pilares ou “cogumelos” e paredões rochosos descontínuos. O autor ainda destaca que no Brasil este tipo de topografia ruiforme está ligada a morros testemunhos de rochas areníticas. O Paredão da Areia Branca é um exemplo desse tipo de evolução do relevo.

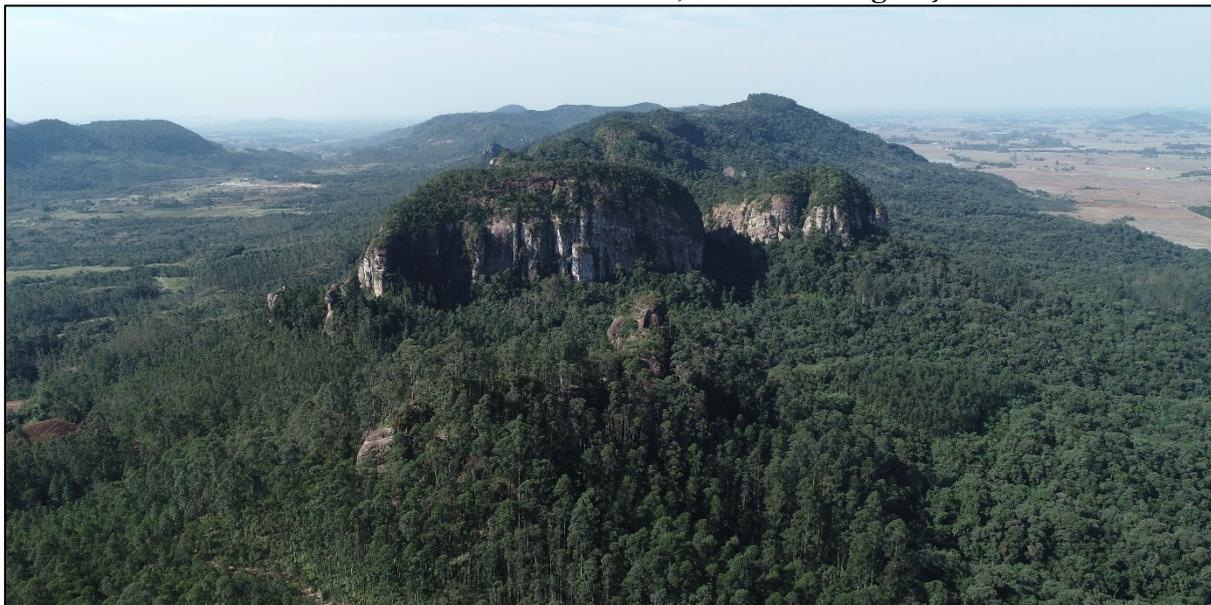
O Paredão é um patamar alongado na direção NW-SE, com topos convexos e descontínuos, recobertos por vegetação (Figura 47 e Figura 48). Tem aproximadamente 2,8km de extensão e o ponto mais alto do sítio atinge 340m de altitude. Além disso, na ponta a noroeste, há três feições separadas do Paredão, duas em forma de torre, mais baixas e bem erodidas (Figura 49). E a terceira é igualmente erodida, no entanto, é um bloco maior e mais alto. Entre essas formas e o Paredão, passa a estrada de acesso ao local.

Figura 47 – Visão lateral do Paredão da Areia Branca: topos de morro convexos, borda das escarpas, encostas verticalizadas e os tons esbranquiçados na rocha arenítica.



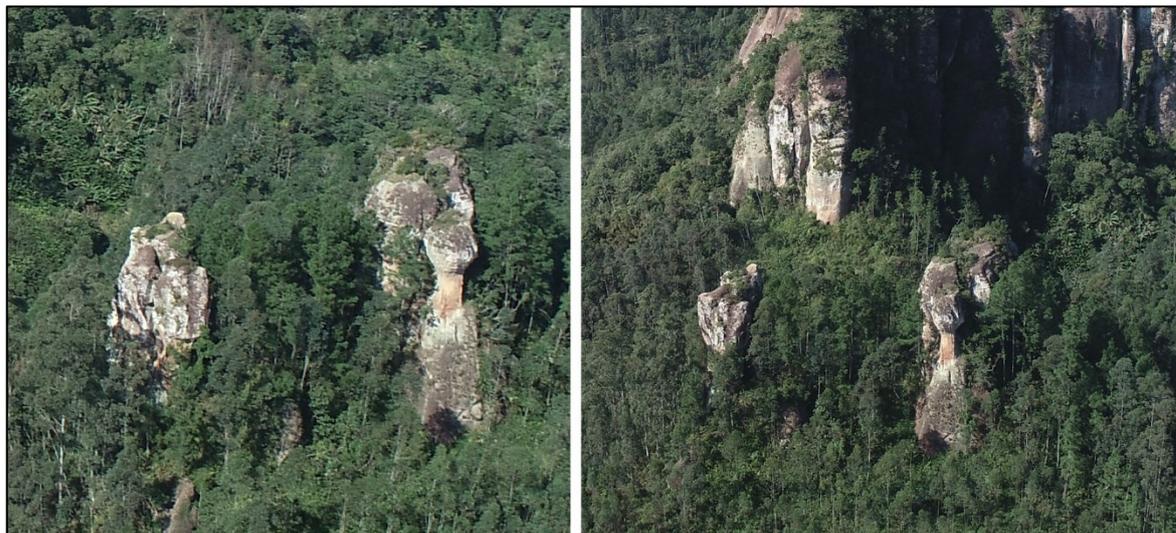
Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 48 – Visão frontal do Paredão da Areia Branca: topos de morro e topos das torres ruiniformes mais à frente, em meio à vegetação.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 49 – Arenito Botucatu erodido em forma de torres, característico do relevo ruiniforme.

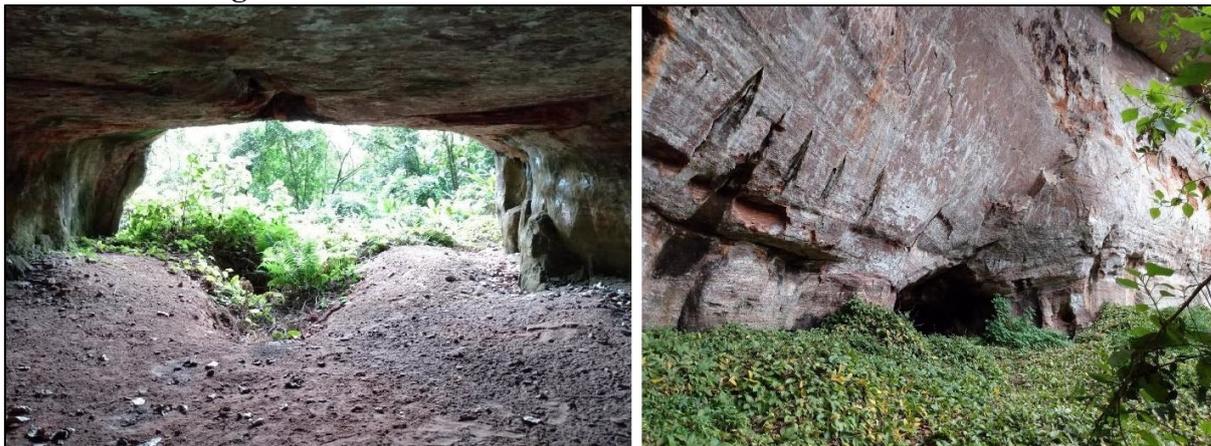


Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Conforme a Coluna White, abaixo da Fm. Botucatu está a Fm. Rio do Rasto, essa que constitui a base e o entorno do sítio. Lima e Vargas (2018) afirmam que a unidade na base do Paredão é composta por rocha arenítica de granulação fina, de coloração arroxeada clara com intercalações rítmicas de cor cinza claro. Em virtude dessa formação ser constituída por rochas de grãos mais finos, possui menor permeabilidade, o que pode provocar o maior escoamento superficial concentrado, resultando em um relevo colinoso e pouco ondulado (PENTEADO, 1983).

Na base desse geomorfossítio há uma cavidade de aproximadamente 7m de desenvolvimento, a média de 6,80m de largura, com altura inicial de 2,40m e o fundo com 1,20m, pois a altura diminui ao longo da cavidade (LIMA; VARGAS, 2019). Os autores afirmam que a cavidade se desenvolveu em razão de uma descontinuidade sub-horizontal entre a Fm. Botucatu e a Fm. Rio do Rasto. Essa descontinuidade causou um plano de fraqueza que, devido à ação da água, possibilitou a formação da cavidade (Figura 50).

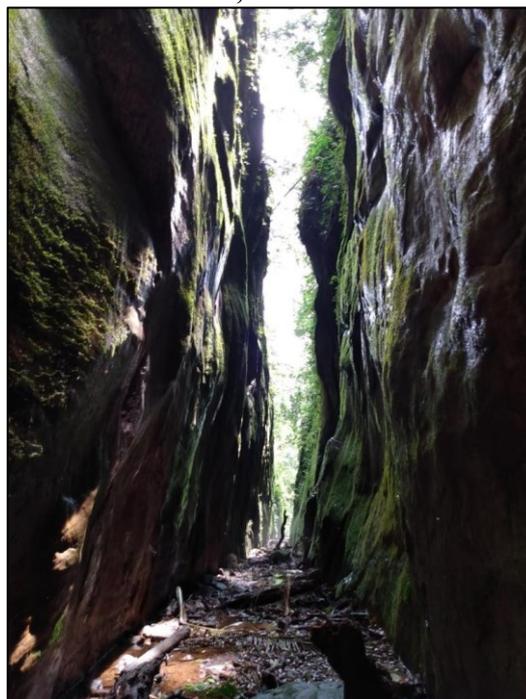
Figura 50 – Cavidade na base do Paredão da Areia Branca.



Fonte: Provedan (2019, p. 37)

Outro geossítio do GCCS está inserido no Paredão da Areia Branca, chamado de Fenda da Raia (Figura 51). Esse sítio consiste em uma feição em forma de fenda, com aproximadamente 12m de altura, largura média de 2,5m e extensão de 200m na direção E-W. A fenda possui forte controle estrutural e formou-se, possivelmente, em razão de fraturas que propiciaram a infiltração da água e a erosão (LIMA; VARGAS, 2018). O acesso ao local é por meio de uma trilha com cerca de 1,5km.

Figura 51 – Geossítio Fenda da Raia do GCCS, junto do geomorfossítio Paredão da Areia Branca, em Timbé do Sul.



Fonte: Provedan (2019, p. 40).

O mapa geomorfológico de detalhe do Paredão da Areia Branca (Mapa 9) está na escala 1:20.000, evidenciando os elementos estruturais que são os principais aspectos do sítio. Foram representadas as escarpas maiores que 10m, os topos de morro, as selas, as cristas, os patamares e a cavidade. Esses patamares consistem em porções planas no relevo, na forma de um degrau, por isso são destacadas com hachuras na cor marrom. O perfil topográfico do sítio (Figura 52) mostra os topos de morro côncavos do Paredão.

Os processos ligados às águas correntes superficiais são os principais agentes erosivos dessa área, especialmente o processo pluvial. Foram delineados os sulcos de escoamento superficial concentrado nas encostas e pontos de escoamento superficial difuso nas áreas mais planas. A localização geossítio da Fenda da Raia está indicada com um símbolo pontual conforme SGI (2018).

Mapa 9 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio Paredão da Areia Branca nos patamares da Serra Geral.

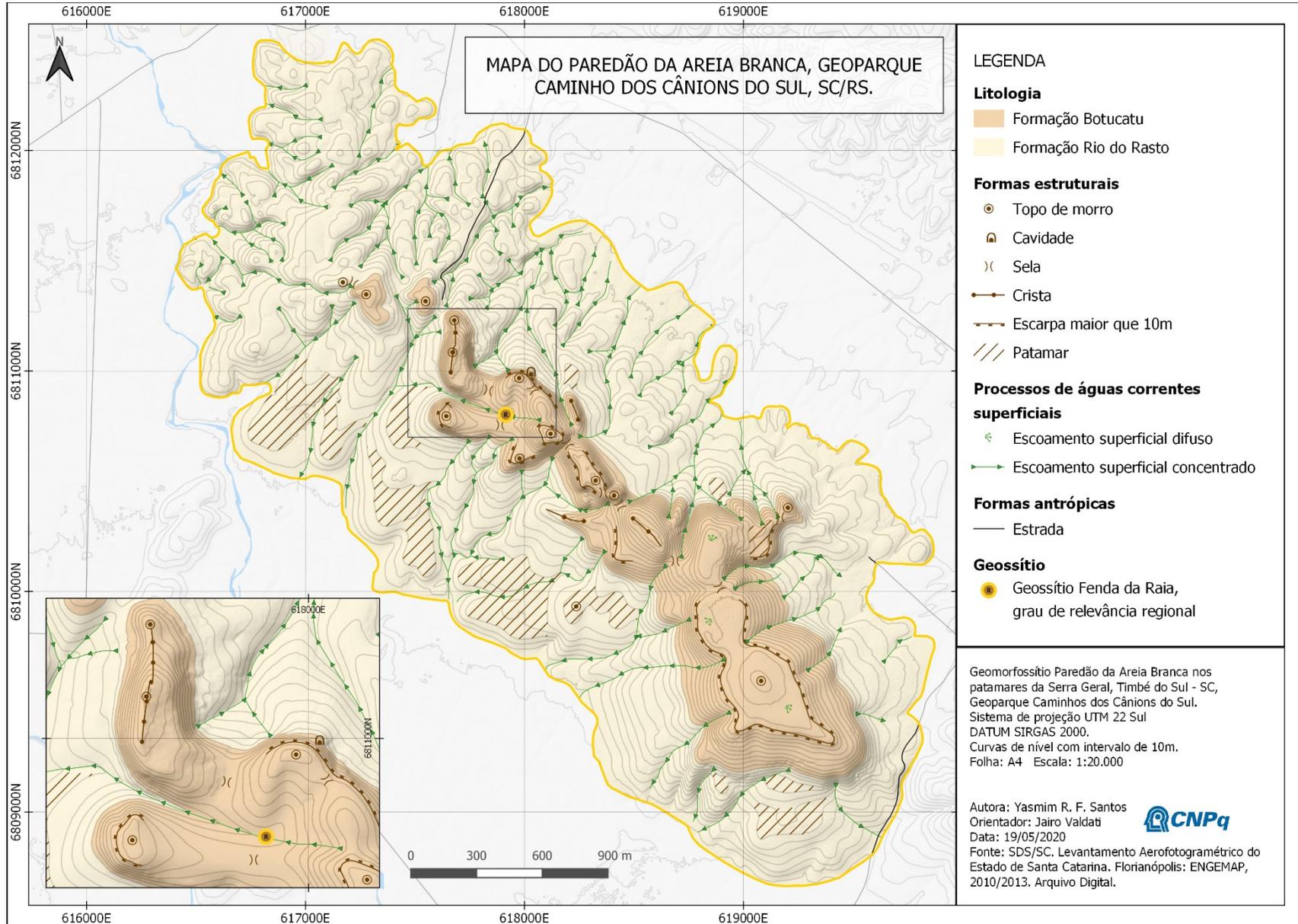
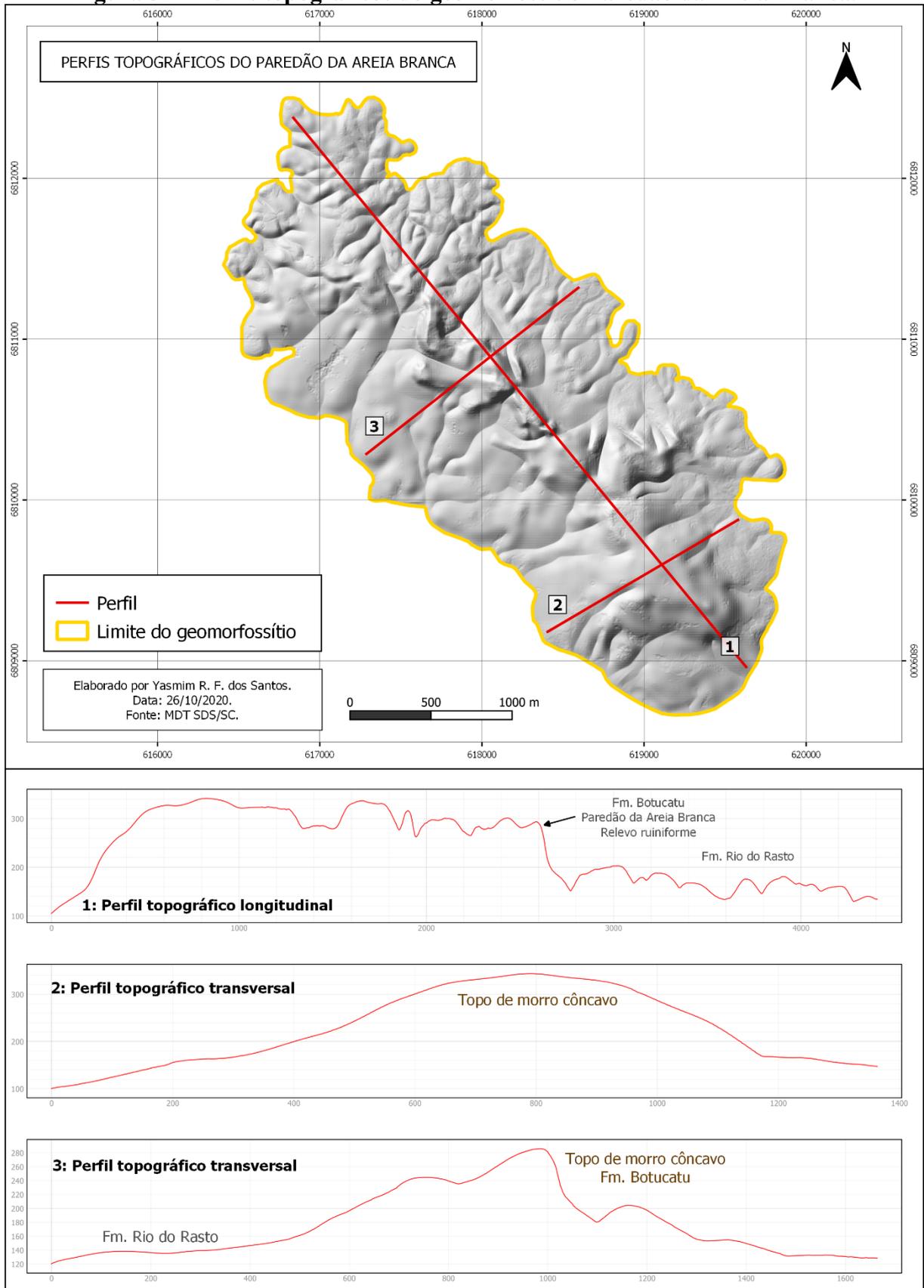


Figura 52 – Perfis topográficos do geomorfossítio Paredão da Areia Branca.



5.3.5 Terraços fluviais na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar

Os terraços fluviais foram considerados como um sítio da unidade Planície colúvio-aluvionar por exemplificarem as feições originadas pela dinâmica fluvial pretérita, indicando a posição antiga do sistema fluvial e sua capacidade de deposição, neste caso também relacionado aos depósitos de leques aluviais. Selecionou-se os terraços do Rio da Pedra e do Rio Pai José, rios que entalham o Cânion Fortaleza e o Cânion da Pedra, respectivamente. O geomorfossítio se localiza no município de Jacinto Machado, localidade Serra da Pedra, em torno de 15km da sede do município, em terrenos situados no sopé da escarpa da Serra Geral, caracterizados por serem ambientes de leques aluviais.

Para Christofolletti (1974), os terraços fluviais são caracterizados como patamares aplainados e delimitados por uma escarpa em direção ao canal fluvial, desse modo, são planícies de inundação abandonadas e situadas a uma altura acima do leito rio atual. IBGE (2009) descreve o terraço fluvial como uma acumulação de sedimentos aluviais de granulação fina a grossa, formando uma superfície plana a pouco inclinada. Essas feições são originadas ao longo do tempo pelas alterações do escoamento fluvial seguidas de erosão do canal, sendo que sua idade pode ser holocênica ou pleistocênica.

No extremo sul de Santa Catarina, como já mencionado, constata-se um “avental aluvial” formado pela coalescência de leques, diversas outras feições estão associadas a esse ambiente, como os terraços e os lóbulos. Duarte (1995), em sua pesquisa sobre os depósitos de leques aluviais do sul de Santa Catarina, afirma que na região predominam os depósitos proximais e medianos, enquanto os depósitos distais são pouco expressivos. A autora aponta que os leques coalescem na zona mediana, de modo que os Rios Amola Faca, Manoel Alves e Jundiá, e o da Pedra/Itoupava somam 700km² de depósitos coalescidos lateralmente. Em específico do Rio da Pedra, o raio do leque tem aproximadamente 34.000m.

Segundo Pontelli (1998), a manutenção das feições de terraços fluviais nesse ambiente ocorre devido à existência de canais confinados no ápice do leque. Tal condição é observada no local, pois os canais a montante estão confinados no cânion e, como afirma Valdati (2000), os terraços do Rio da Pedra e Pai José estão na porção proximal do leque. Sobre essas feições, Pontelli (1998, p. 20) salienta: “Assim, a identificação da sucessão de terraços aluviais, no ápice, pode indicar a história evolutiva do leque aluvial”.

Delimitou-se no sítio cinco terraços, superfícies aplanadas de extensão variada, entre 10 e 30m acima da planície de inundação atual (Figura 53). Valdati (2000) ainda destaca que as escarpas dessas formas são vinculadas aos processos erosivos nas margens da planície

aluvial. Ademais, os terraços se localizam mais ou menos alinhados, semelhantes ou “parelhados” de acordo Christofolletti (1974), dado que são dispostos nas margens opostas do vale, indicando a ocorrência de uma aplainação lateral e seguida de uma rápida erosão vertical.

Figura 53 – Em primeiro plano, a planície de inundação do Rio Pai José, em segundo plano, um dos terraços fluviais mapeados – do centro e à direita da imagem é perceptível o terreno mais elevado e levemente ondulado do terraço.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Lóbulos foram identificados na área do sítio. Essas microfeições são compostas por depósitos fluviais e ocorrem em ambientes de leques aluviais. Valdati (2000) mapeou alguns lóbulos na área correspondente aos terraços e descreve que essas feições na porção proximal do leque estão totalmente alteradas devido ao uso agrícola. Para o mapeamento deste trabalho, constatou-se outros lóbulos através das curvas de nível com intervalo de 1m, situados nos terraços e na planície aluvial.

Nos limites do geomorfossítio ocorre a confluência do Rio Pai José e Rio da Pedra, seguindo com a toponímia de Rio da Pedra, sendo um dos principais afluentes do Rio Araranguá. Esses canais são retilíneos enquanto confinados nos cânions e seguem em leito rochoso até cerca 200m de altitude, depois fluem sobre depósitos aluviais. Então tornam-se canais entrelaçados, a morfologia de canal característica de leques aluviais no sopé da escarpa da Serra Geral (DUARTE, 1995; DUARTE et al., 1999).

Os rios entrelaçados possuem canais múltiplos ativos e inativos (ou distribuintes), gerados em razão da variabilidade da descarga fluvial, o que acarreta uma planície aluvial mais larga, como no caso do Rio da Pedra. Inclusive, Duarte et al. (1999) salienta o preenchimento desses canais com material rudáceo e a ocorrência de barras fluviais de cascalho. Barras e ilhas fluviais promovem o entrelaçamento do rio, mas, como a morfologia de canal não é o aspecto principal desse sítio, o padrão entrelaçado é detalhado na seção 5.3.6, do geomorfossítio do Rio Seco, também no compartimento da planície colúvio-aluvionar.

Quanto à litologia, encontram-se rochas da Fm. Serra Geral e da Fm. Botucatu. No entanto, na base da primeira e sobre a segunda formação, situam-se depósitos de blocos e de colúvios oriundos das encostas íngremes da escarpa e dos patamares da Serra Geral (VALDATI, 2000). Ressalta-se que não foram realizadas amostragens para este mapeamento, a abrangência desse depósito foi inferida através das curvas de nível com intervalo de 5m.

Aliás, observa-se atividades agrícolas na extensão da planície e dos terraços da área delimitada (Figura 54 e Figura 55), de maneira que esse geomorfossítio é o de maior ocupação humana e de atividades econômicas dentre os selecionados. As inundações carregam material fino para a planície, tornando o solo mais fértil, o que propicia o uso agrícola (VALDATI, 2000). No município há o cultivo de maracujá, banana, entre outros, sendo que a principal atividade é a rizicultura.

Figura 54 – Planície do Rio da Pedra antes da confluência com Rio Pai José, há atividades agrícolas na planície e no terraço, situado no lado esquerdo da imagem.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Figura 55 – Solo sendo preparado para cultivo na planície de inundação do Rio da Pedra, observa-se a grande quantidade de seixos, típicos da planície aluvial atual dessa região, o local desse registro está a 140m do canal fluvial.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

O mapa geomorfológico de detalhe (Mapa 10) apresenta os terraços fluviais com a cor correspondente aos processos e depósitos inativos de águas correntes superficiais, com uma textura indicando os sedimentos grosseiros. A litologia da Fm. Serra Geral em verde e na sua base os depósitos coluviais e de queda de blocos, representados em vermelho. Sobre a litologia há as formas estruturais, como topos de morro e cristas. A planície é representada como o verde dos processos e depósitos ativos, onde fluem o Rios da Pedra e o Pai José em múltiplos canais entrelaçados, o contraste entre a planície e os terraços são apresentados nos perfis topográficos da área (Figura 56). Os lóbulos encontrados na planície e nos terraços são destacados com bordas mais espessas.

Mapa 10 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio dos terraços fluviais da planície colúvio-aluvionar.

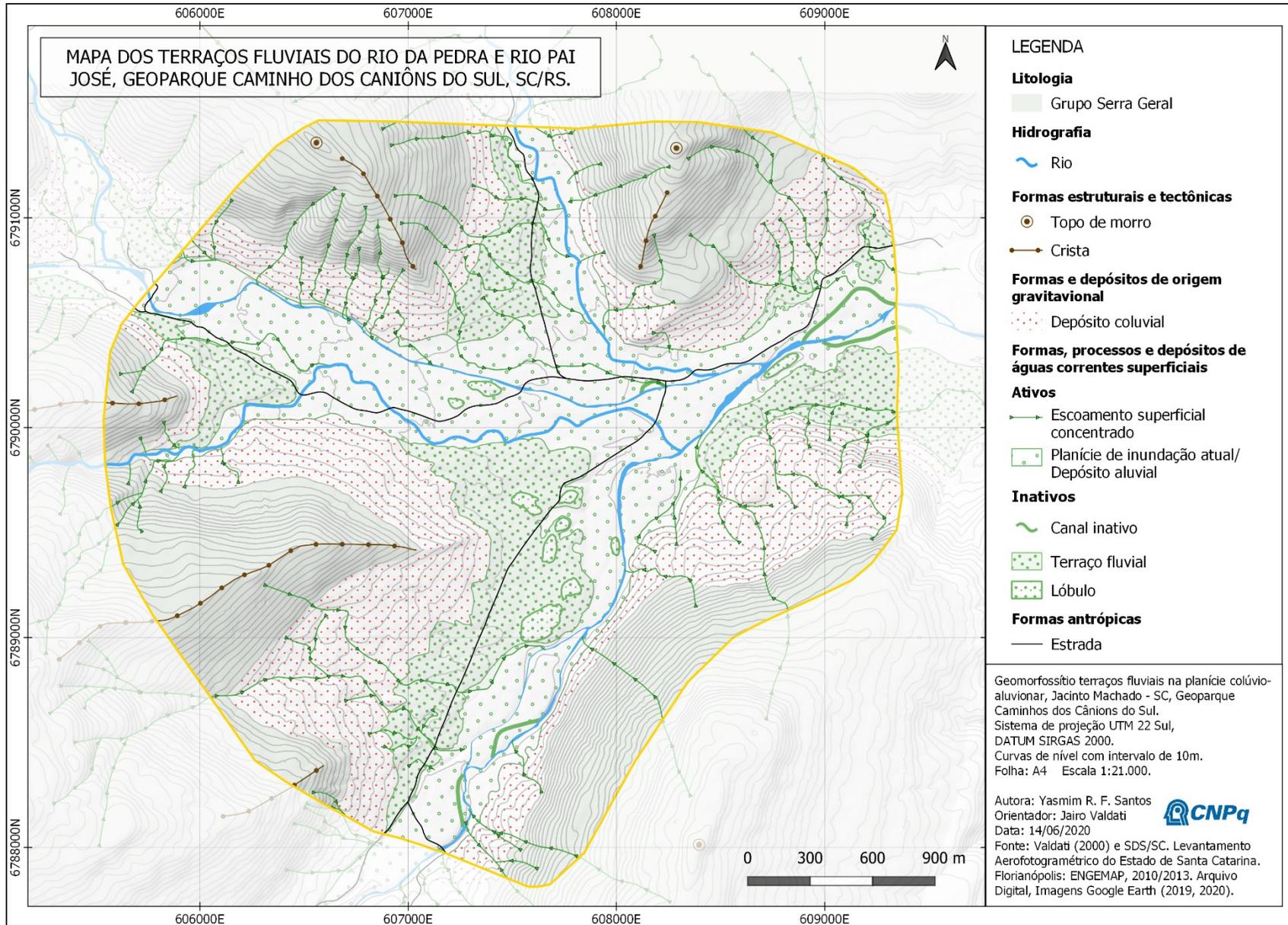
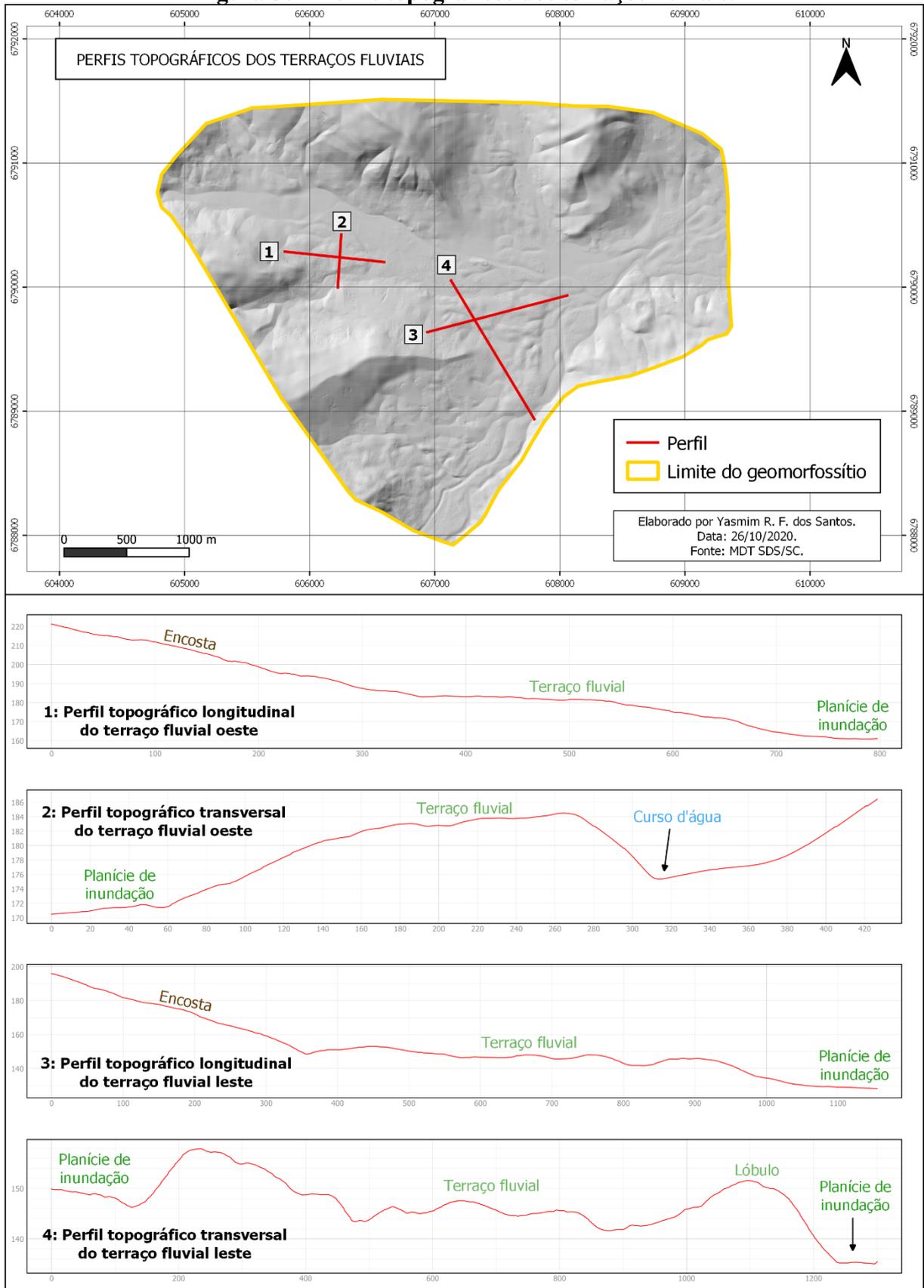


Figura 56 – Perfis topográficos dos terraços fluviais.



5.3.6 Canal entrelaçado do Rio Seco na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar

Um dos sítios selecionados na planície colúvio-aluvionar é o canal entrelaçado do Rio Seco em Morro Grande – SC. O acesso ao local é parte via estrada não pavimentada (cerca de 14km da sede municipal) e outra parte por trilha, a mesma que leva às Furnas Índios Xokleng ou Paleotocas das Três Barras, um sítio paleontológico e geomorfológico do GCCS. O Rio Seco é formado pela confluência de rios provenientes da escarpa, sendo um afluente do Rio Manoel Alves, pertencente à bacia hidrográfica do rio Araranguá. Assim como o geomorfossítio dos terraços fluviais, o canal entrelaçado do Rio Seco está em ambiente de leques aluviais.

Apenas um segmento de aproximadamente 3,8km do rio foi representado, entretanto, toda sua extensão é de morfologia entrelaçada, tendo potencial de um geomorfossítio fluvial. Não necessariamente o mesmo padrão de canal será observado ao longo de todo o curso dos rios, ocorrendo modificações por razões naturais ou antrópicas.

A classificação da morfologia dos canais é dada por dois parâmetros, o de sinuosidade e o de entrelaçamento. Por exemplo, canais de baixa sinuosidade e baixo entrelaçamento são canais retilíneos, enquanto canais múltiplos de baixa sinuosidade e alto entrelaçamento formam canais entrelaçados (MIALL, 1981). Por múltiplos canais, na morfologia entrelaçada, entende-se por dois ou mais canais pouco sinuosos divididos por barras e ilhas. Esses canais possuem a razão de largura e profundidade elevada, ou seja, são rios grandes, geralmente maiores que 40m, sendo comum passarem de 300m (MIALL, 1977). No segmento do rio mapeado, contando com os canais ativos e inativos, a média de largura é 280m.

A morfologia entrelaçada está associada a declividades acentuadas, alta variação de descarga fluvial, grande quantidade e tamanho grosseiro dos sedimentos da carga de fundo, bem como a facilidade de erosão das margens (MIALL, 1981). Canais entrelaçados podem ser observados em outros rios nessa unidade geomorfológica, como o Rio da Pedra e Rio do Boi, devido à proximidade da escarpa da Serra Geral. Por exemplo, o desnível da borda superior da escarpa até a área representada é de quase mil metros.

Como afirma Miall (1977), rios de alta variação de descarga fluvial são igualmente variáveis, deste modo, a forma dos rios entrelaçados é dinâmica, pois a formação de barras e a facilidade de erosão das margens modificam a configuração dos canais (Figura 57 e Figura 58).

Figura 57 – Imagem Google de 2004 do segmento do rio representado, notam-se algumas ilhas estabilizadas dentro do canal devido ao porte e a densidade da cobertura vegetal, em outros pontos se percebe uma vegetação incipiente, indicando que são mais recentes.



Fonte: Google Earth Pro (2004).

Figura 58 – Série temporal de imagens Google do Rio Seco mostrando as alterações do canal entre 2013 e 2019. Em comparação com a Figura 57 (2004), ocorreram modificações especialmente na estabilização e evolução da ocupação vegetal das ilhas.



Fonte: Imagens Google Earth Pro (2013, 2016, 2017, 2018).

A deposição de sedimentos nestes canais resulta na agradação e formação de barras. Na agradação ocorre o aumento do nível do leito do rio e da planície de inundação (CHRISTOFOLETTI, 1974). As barras se formam entre os canais entrelaçados, dividindo-os. Miall (1977) classifica as barras em três grupos: as longitudinais, as linguoides e transversas e as laterais e pontuais. Notam-se barras longitudinais ao longo do segmento representado, isto é, feições alongadas e paralelas ao fluxo d'água, originadas pela variabilidade da descarga fluvial, que provoca períodos de transporte e de deposição dos sedimentos grosseiros. Tal material se acumula, obstruindo e ramificando o canal. Ademais, estas barras podem atingir centenas de metros, provavelmente por causa da coalescência das formas (MIALL, 1977).

Barras são denominadas ilhas quando se estabilizam e desenvolvem uma cobertura vegetal, mas ainda são inundadas nos períodos de grandes descargas (MIALL, 1977). As barras observadas em campo e pelas imagens aéreas, são ilhas que possuem vegetação de densidade variada (Figura 59).

Figura 59 – Visão de dentro do canal: no primeiro plano os seixos depositados dentro no canal, ocasionando agradação do rio; em segundo plano, no centro está a ilha de vegetação arbustiva, que separa os dois canais, nota-se as margens dos canais com uma vegetação de porte arbóreo; em terceiro plano está o Monte Realengo.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Observa-se nos canais fluviais entrelaçados a presença de sedimentos de granulação grossa, variando entre areia e seixo (MIALL, 1977), sendo que na área de estudo é possível notar a predominância de seixos, em graus de arredondamento diferentes (Figura 60 e Figura 61). Esses sedimentos compõem a carga do leito do rio, sendo deslocados lentamente pelo canal por rolamento ou saltação, principalmente durante os eventos de cheias (CHRISTOFOLETTI, 1974). Aliás, a grande quantidade destes clastos aponta a capacidade e a competência do Rio Seco.

Figura 60 – A: Registro de um dos canais em 11 de julho de 2019; B: Registro do dia 10 de julho de 2020, após um evento de alta pluviosidade e cheia ocorrida no dia 08 de julho.



Fonte A: elaborado pela autora (2019); Fonte B: Gislael Floriano (2020).

Figura 61 – Depósito aluvial dentro do canal entrelaçado, as imagens são de pontos diferentes do segmento do rio, percebe-se a variedade de tamanho e arredondamento dos sedimentos.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

O mapa deste geomorfossítio está na escala 1:14.000 (Mapa 11) e nele se identifica o entrelaçamento dos canais fluviais ativos e inativos: o ativo é o canal vazante em cor azul, já os inativos estão com a respectiva tonalidade de verde. Sobre esses elementos há uma textura indicando os sedimentos grosseiros inconsolidados dentro do canal e os depósitos da planície de inundação atual. A simbologia das ilhas fluviais do geomorfossítio aponta a presença de vegetação. Além do mapa, as ilhas também são evidenciadas nos perfis topográficos (Figura 62).

Mapa 11 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio do canal entrelaçado do Rio Seco na Planície Colúvio-aluvionar.

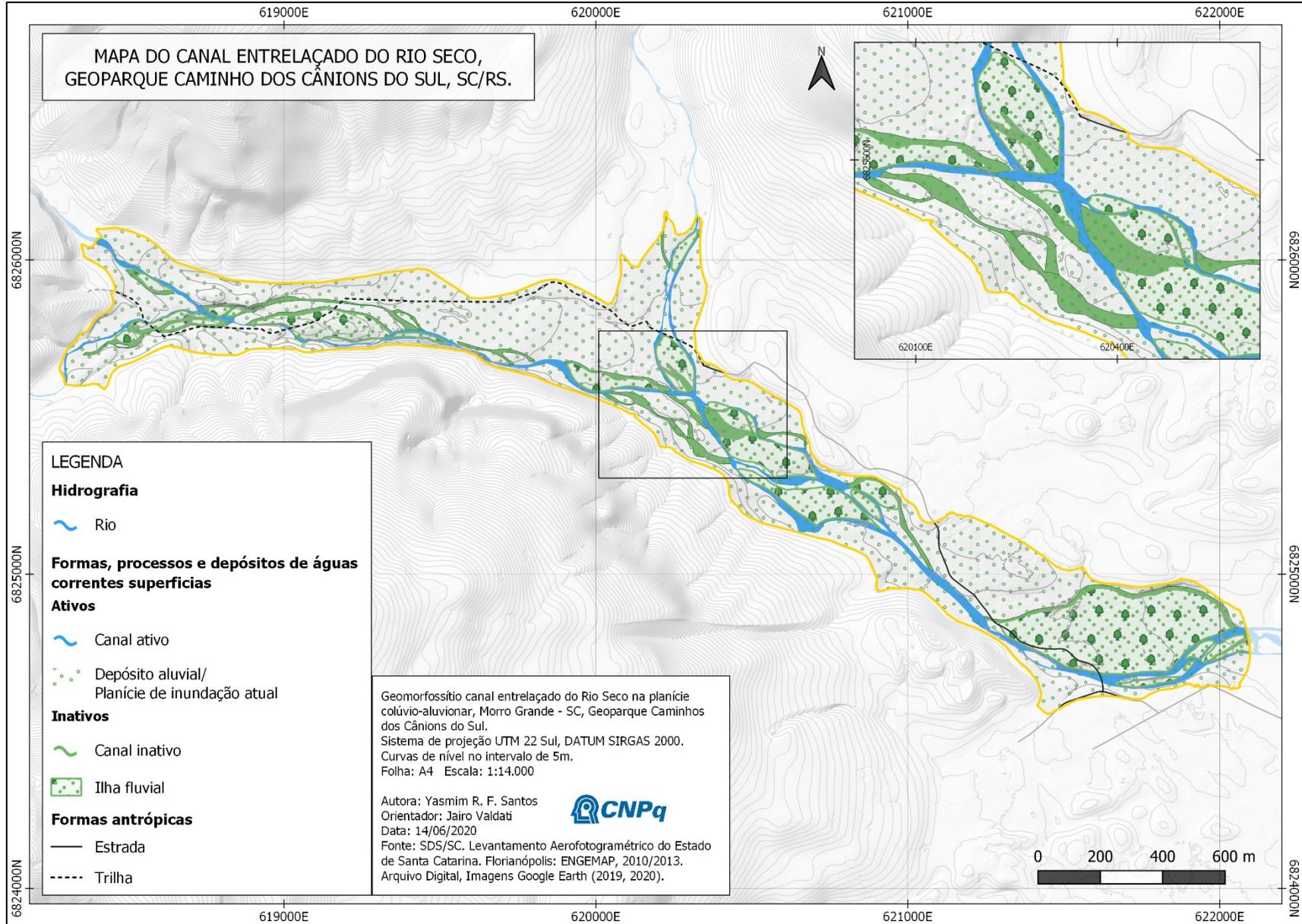
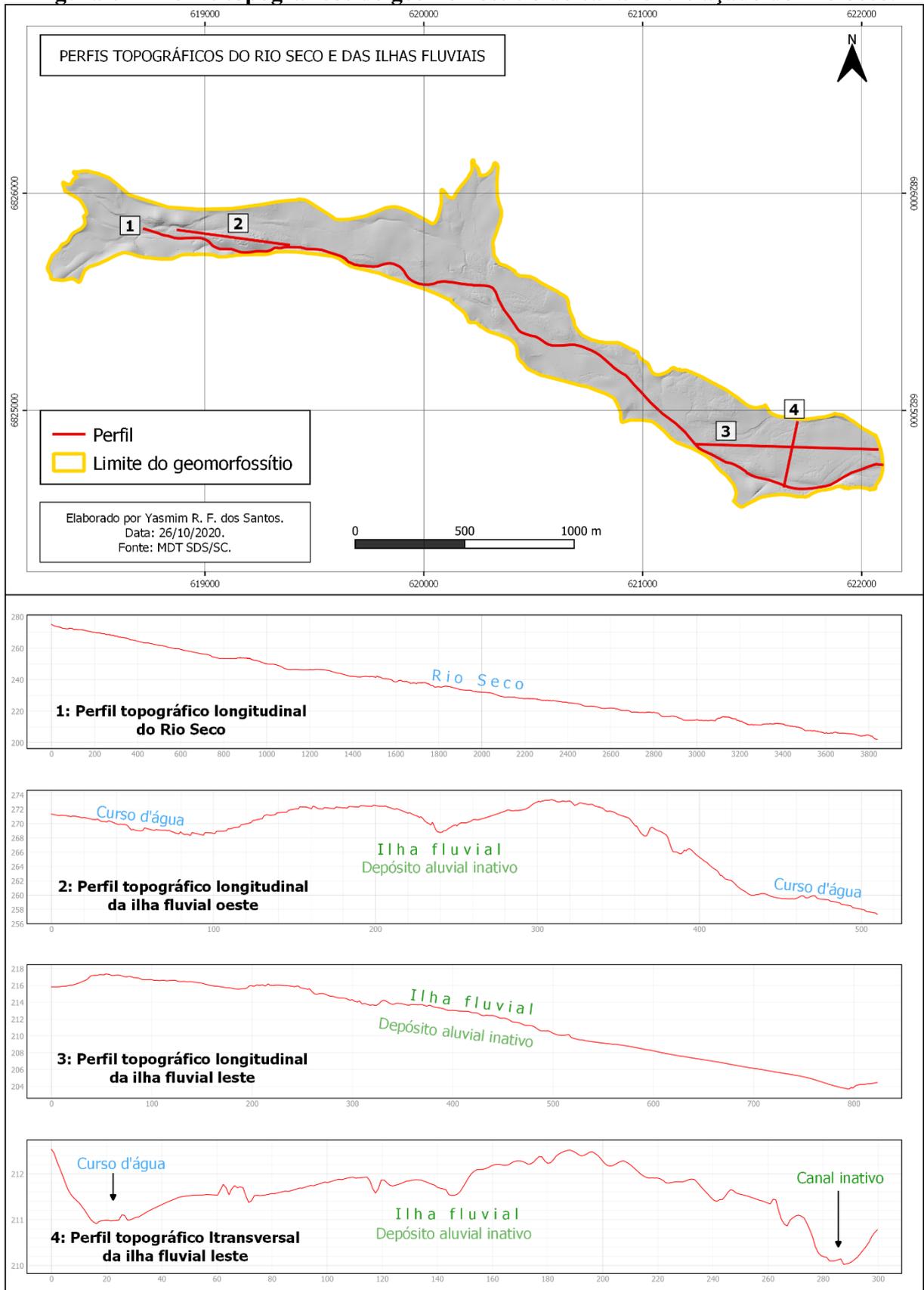


Figura 62 – Perfis topográficos do geomorfossítio do canal entrelaçado do Rio Seco.



5.3.7 Contato entre depósito aluvial e depósitos colúviais na unidade geomorfológica Planície Colúvio-aluvionar

Os principais depósitos e formas que caracterizam a unidade geomorfológica são apresentadas neste geomorfossítio, que se localiza em Morro Grande – SC. Esse sítio é próximo do canal entrelaçado do Rio Seco, anteriormente descrito (seção 5.3.6). Sendo assim, o acesso é o mesmo, pela trilha que leva ao geossítio Paleotocas das Três Barras. Ressalta-se que esse ponto foi identificado durante a trilha em um trabalho de campo, e considerou-se um geomorfossítio pois expressa bem os dois elementos que configuram a unidade, além de ser um local de observação *in loco* para fins científicos e educativos (Figura 63 e visada da Figura 64).

Observam-se os depósitos aluviais da planície de inundação do Rio Seco em contato com o colúvio no sopé da encosta (Figura 64). Esses depósitos estão sobre a Fm. Botucatu e Fm. Serra Geral da encosta de um patamar da Serra Geral, sendo, portanto, o contato de duas unidades geomorfológicas.

Figura 63 – Trilha da Paleotoca Três Barras, que passa sobre a planície do geomorfossítio do contato entre depósito colúvial e aluvial.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Figura 64 – Fotografia oblíqua do geomorfossítio: em primeiro plano, o depósito aluvial da planície de inundação, onde é ocupada por atividade agropecuária; em segundo plano, o depósito coluvial; em terceiro plano, a encosta de um patamar da Serra Geral.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

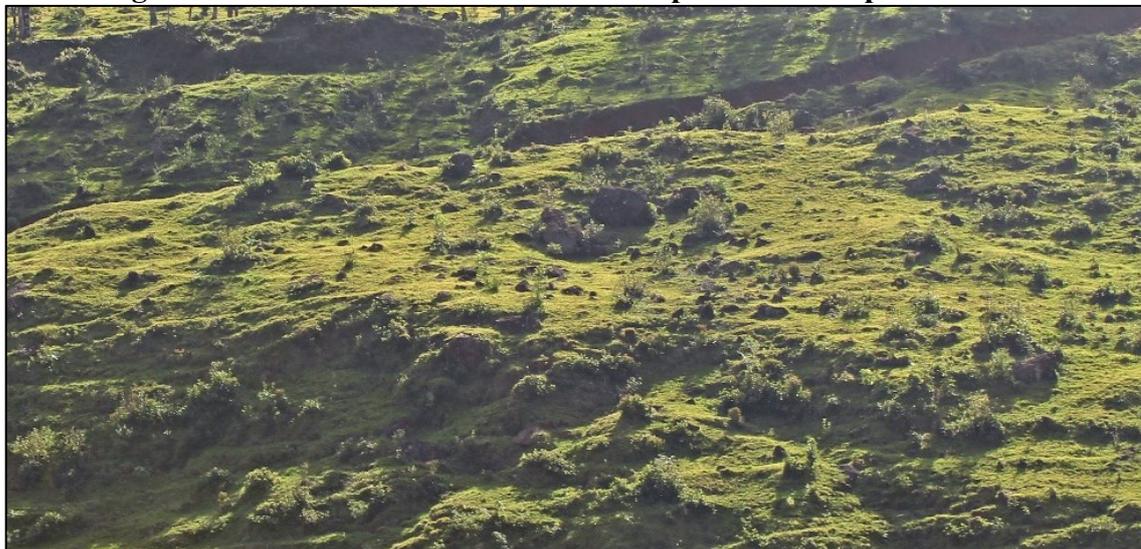
Um depósito aluvial consiste em sedimentos de variada granulometria que são transportados e depositados pelos rios. A planície de inundação consiste na área inundada por um rio durante as cheias, assim sendo uma forma composta de sedimentos aluviais. No decorrer ou após a inundação, pode ocorrer agradação da planície e do canal fluvial pela deposição da carga sedimentar (CHRISTOFOLETTI, 1974). IBGE (2009) descreve a planície fluvial como uma área aplainada adjacente ao rio, formada pela deposição de sedimentos fluviais através inundações do rio atual. A planície do Rio Seco tem forma alongada e de pouco declive.

O colúvio é o material transportado por ação gravitacional e depositado no sopé de encostas (GUERRA, 1993), constituiu-se de sedimentos mal selecionados. Quanto à forma, IBGE (2009) define como rampas de colúvio, que são feições inclinadas situadas no fundo de vale e na baixa encosta (Figura 65 e 66). Não foi feita amostragem desse depósito, por isso há possibilidade de que na área delimitada ainda ocorra material de origem fluvial.

Percebe-se uma forma côncava na parte superior da encosta (Figura 66), onde ocorre o processo gravitacional que fornece material para o depósito de colúvio, assim como os processos de águas correntes superficiais gerando sulcos de escoamento superficial concentrado. Não foram observadas evidências de movimentos de massa no local durante os

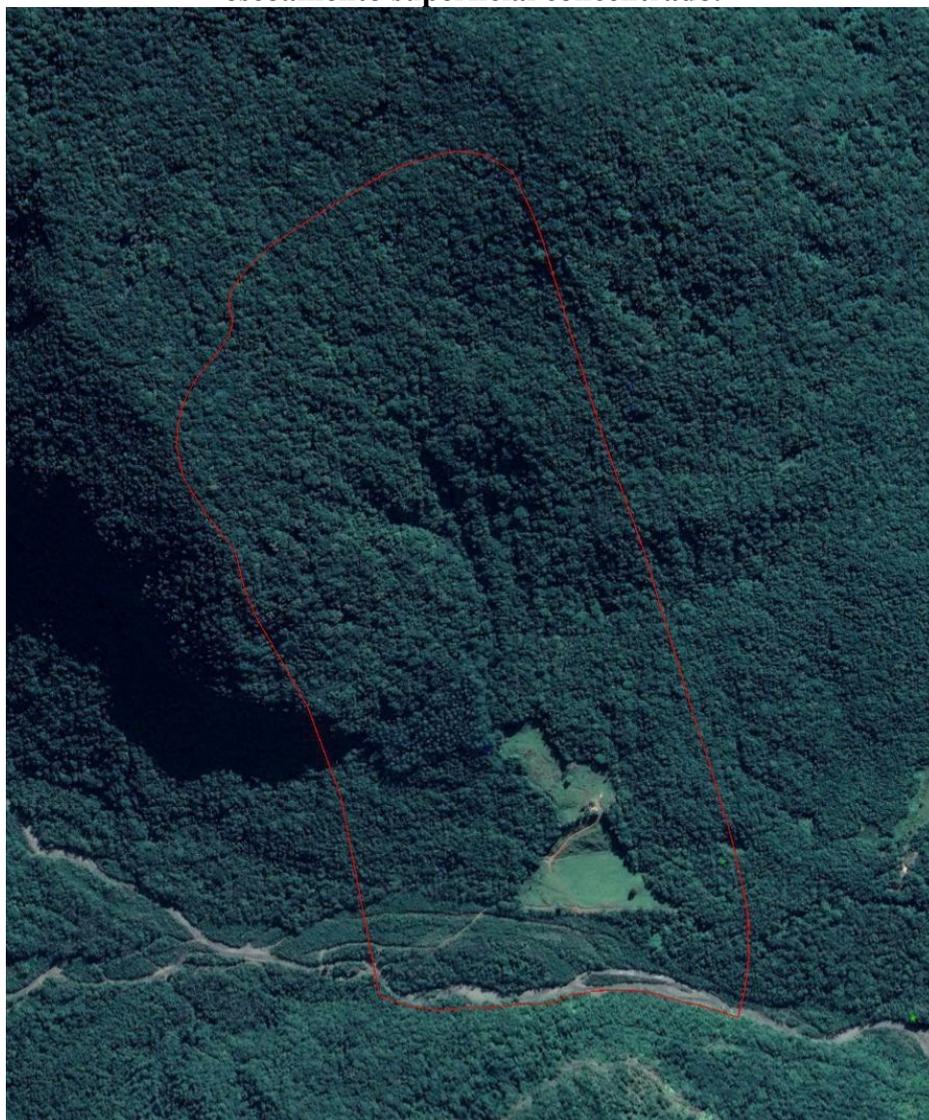
trabalhos de campo e na série temporal de imagens Google (2004-2020), embora essa área e toda a região, seja suscetível a tais eventos.

Figura 65 – Detalhe dos seixos e blocos expostos na rampa de colúvio.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Figura 66 – Imagem Google (2020) da visão geral do geomorfossítio do contato entre depósito coluvial e aluvial, na parte central da imagem é perceptível os sulcos de escoamento superficial concentrado.



Fonte: Imagem Google Earth Pro (2020).

O mapa geomorfológico desse sítio (Mapa 12) está na escala 1:8.000, abrangendo a encosta, o depósito coluvial, o depósito aluvial da planície de inundação atual e o canal do Rio Seco. A planície de inundação está preenchida com uma textura em cor verde – do processo ativo das águas correntes superficiais – a textura é referente aos sedimentos grosseiros dos depósitos aluviais, que são predominantes e perceptíveis nos canais fluviais. O colúvio está representado em vermelho, com uma textura que indica os sedimentos mal selecionados. Sobre a encosta e o colúvio há sulcos de escoamento superficial concentrado e, logo acima da cabeceira dos sulcos, identifica-se uma escarpa menor que 5m, relacionada ao processo gravitacional. A extensão do sítio e o contraste entre a forma dos depósitos são apresentados nos perfis topográficos (Figura 67).

Mapa 12 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio do contato do depósito coluvial e depósito aluvial.

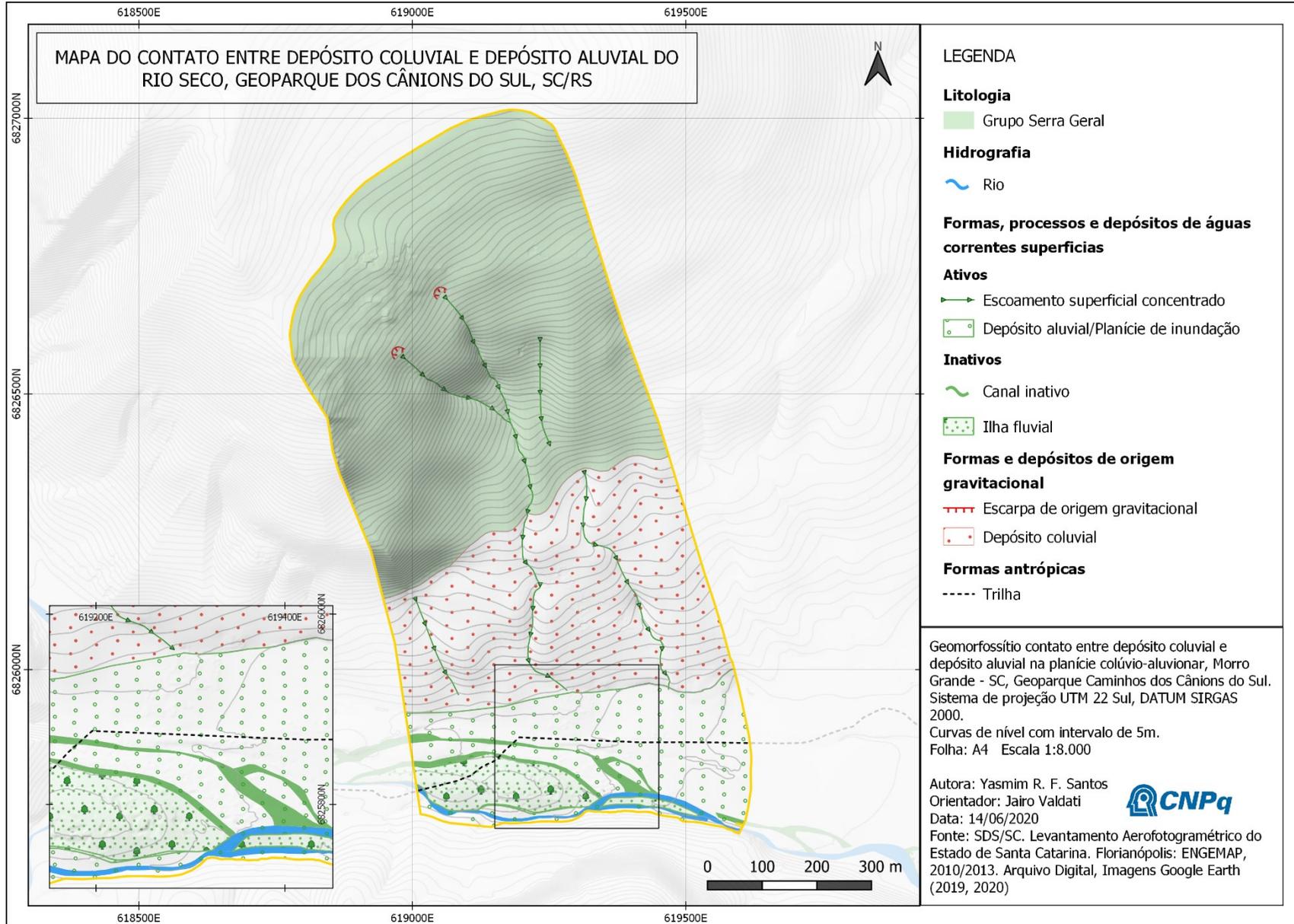
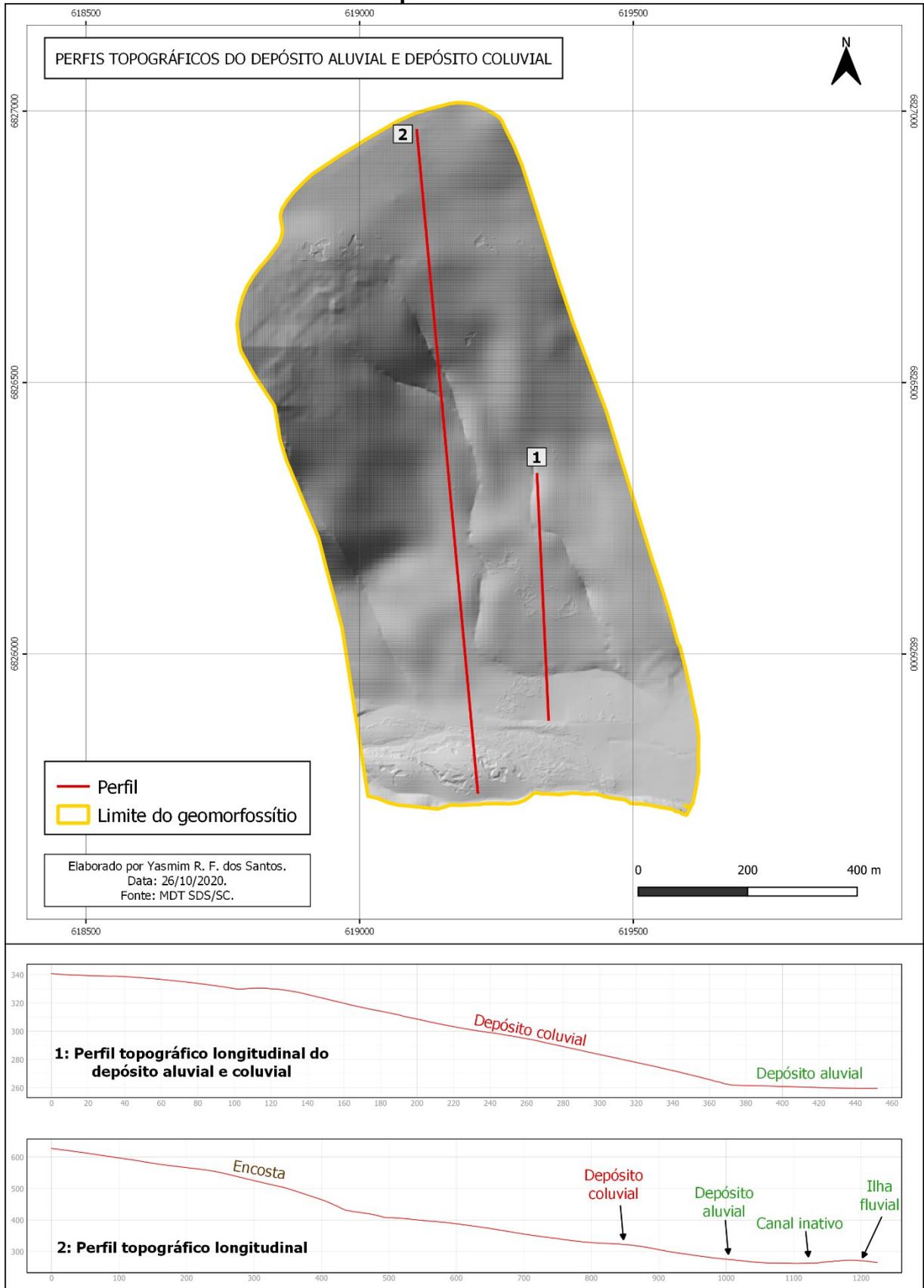


Figura 67 – Perfis topográficos do geomorfossítio do contato entre depósito aluvial e depósito coluvial.



5.3.8 Depósitos eólicos de Itapeva da unidade geomorfológica Planície Litorânea

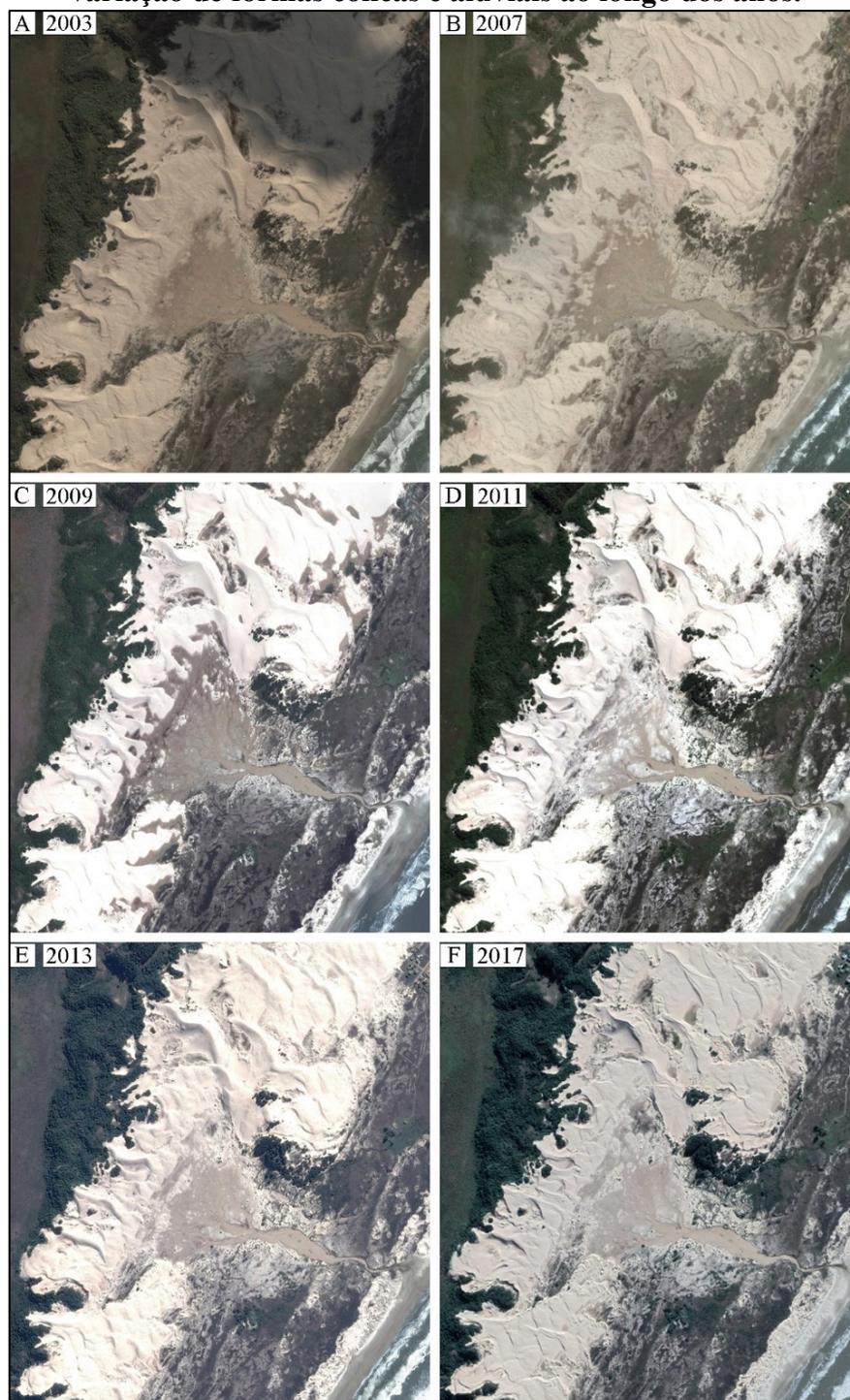
O Parque Estadual de Itapeva (Peva) está inserido no compartimento geomorfológico da planície litorânea. O acesso ao parque é via RS-389, conhecida como Estrada do Mar e, para visitar essa UC, é necessária autorização prévia da Sema – RS. A UC se encontra nos sistemas deposicionais de laguna-barreira, ou seja, em depósitos originados de sucessivas transgressões e regressões marinhas ocorridas no período Quaternário.

Os limites do Peva abrangem um extenso campo de dunas transgressivas, confinado por afloramentos do Grupo Serra Geral (rochas efusivas e arenitos intertrápicos). Esse campo tem aproximadamente 4km de extensão e de 300m a 1km de largura (ROCKETT et al., 2016). Os sedimentos arenosos são de granulometria fina, o mar é a principal fonte desse material, e o vento, o principal agente de transporte. Desse modo, ocorre a formação de diversas feições de eólicas, como dunas frontais, dunas móveis e fixas, interdunas, dunas reversas, dunas parabólicas, dunas de sombra, *nebkas*, *blowouts* e planície de deflação (RIO GRANDE DO SUL, 2006; ROCKETT et al., 2016).

O geomorfossítio selecionado na planície litorânea consiste na porção central do Peva (Figura 68), onde se encontram processos e depósitos eólicos ativos e inativos em formas de dunas frontais e dunas interiores móveis, uma área de interdunas e bacia de deflação. Além de processos e formas ligados às águas correntes superficiais, como canais e um leque aluvial, e depósitos marinhos que compõem a faixa de praia. Como é um ambiente litorâneo altamente dinâmico (Figura 68 e 69), a maioria das formas são instáveis, de alteração sazonal, conforme os ventos predominantes. Segundo Tomazelli et al. (2008), predominam ventos do quadrante NE, ocorrendo ventos S-SW no outono e inverno.

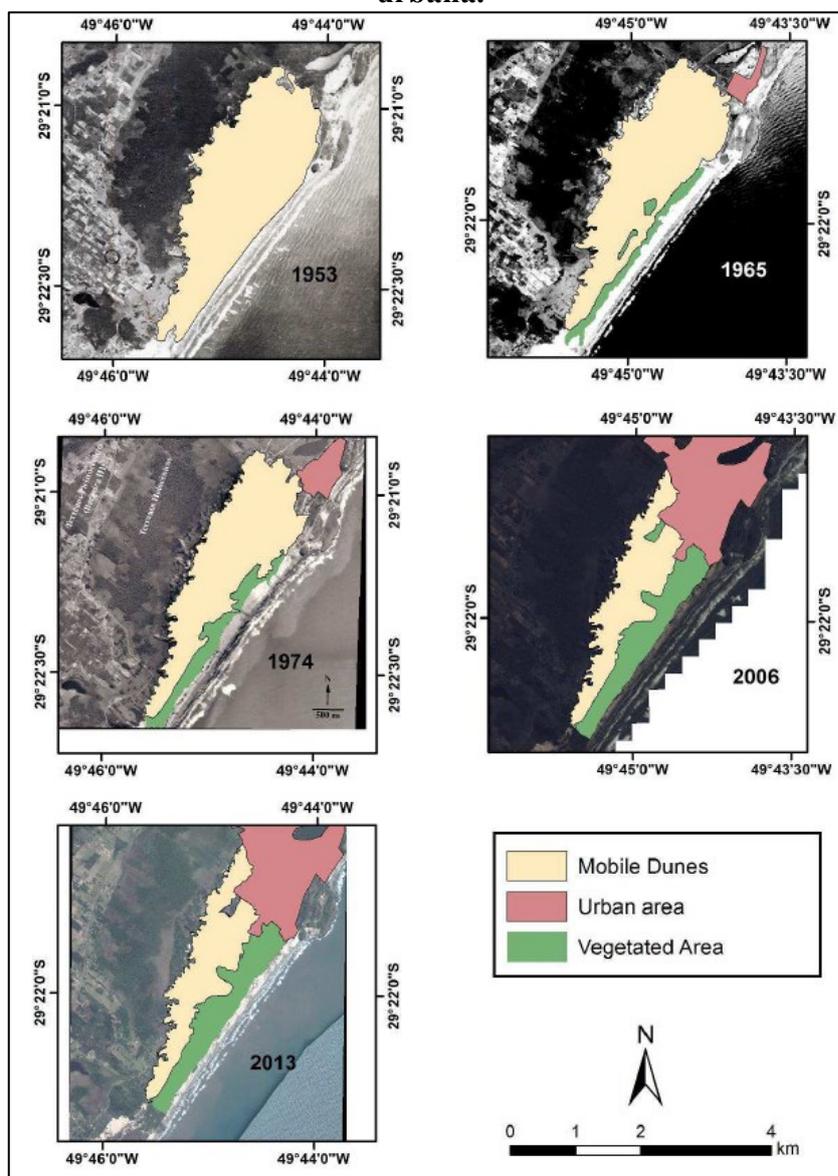
É importante ressaltar que toda a área da UC tem valor científico, mas para este trabalho foi feito um recorte visando adequação à escala de detalhe e representação das formas eólicas e das formas associadas ao retrabalhamento das águas do afloramento do lençol freático.

Figura 68 – Série histórica de imagens Google, (A: 2003, B: 2007, C:2009, D: 2011, E: 2013 e F: 2017) na área do Peva delimitada como geomorfossítio, onde se percebe a variação de formas eólicas e aluviais ao longo dos anos.



Fonte: Imagens Google Earth Pro (2003, 2007, 2009, 2011, 2013, 2017).

Figura 69 – Série histórica do campo de dunas de Itapeva, modificações no período de 1953-2013: amarelo representa as dunas móveis, verde a área vegetada e rosa a área urbana.



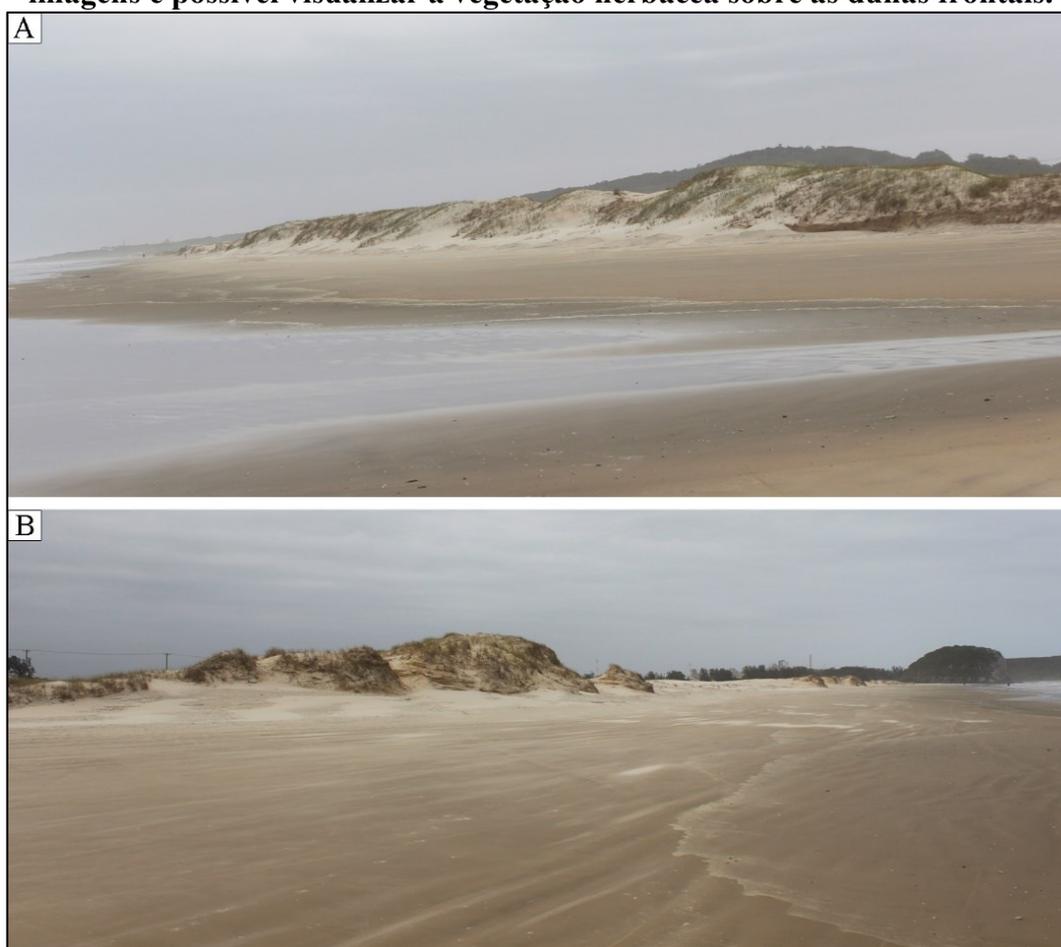
Fonte: Rockett et al. (2016, p. 85)

Dunas embrionárias são pequenos acúmulos de areia na base das dunas frontais, sendo como plataformas entre 0,5m a 1m acima do nível do mar. As espécies *Blutaparon portulacoides*, *Paspalum vaginatum* e *Panicum racemosum* podem ocupar esses locais, de modo que a forma dos acúmulos está associada ao tipo de vegetação (TOMAZELLI, 1994). Ainda se destaca a efemeridade das formas, “constatou-se este caráter efêmero ao se observar que, após alcançar um certo grau de desenvolvimento, essas dunas são completamente destruídas por ocasião de eventos de tempestades maiores (períodos de ressaca do mar)” (TOMAZELLI, 1994, p. 66).

As dunas frontais são depósitos eólicos ativos dispostos paralelamente à praia (Figura 70A e 70B), observado em toda a extensão da UC. A espécie *Panicum racemosum* ocupa a superfície das dunas frontais do Peva, essa vegetação permite a estabilização temporária das dunas frente à ação dos ventos. Ademais, a vegetação tem o papel de proteção dos efeitos de marés e tempestades (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Atrás das dunas frontais, encontra-se uma faixa de lençóis arenosos transgressivos vegetados, paralelos à linha de praia (ROCKETT et al., 2016). Lençóis arenosos são acúmulos de areia feitos pelo transporte eólico, podendo ocorrer em qualquer ponto do campo eólico, no entanto, não apresentam morfologia de duna (TOMAZELLI, 1994).

Figura 70 – A: Em primeiro plano se vê a água do canal sangradouro fluindo sobre depósitos marinhos praiais, nota-se que a forma se abre como um leque, já em segundo plano, há as dunas frontais de Itapeva (esquerda do sítio); B: Os depósitos marinhos praiais e as dunas frontais (depósitos eólicos ativos) do lado direito do sítio. Nas duas imagens é possível visualizar a vegetação herbácea sobre as dunas frontais.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Entre as dunas frontais, os lençóis transgressivos e as dunas interiores, segundo o Plano de Manejo do Peva, há uma faixa de baixada úmida. Considera-se essa unidade como interdunas, que consiste, de acordo com IBGE (2009), em uma área aplanada entre dunas ativas,

cuja extensão é condicionada pelo suprimento sedimentar e pela água do lençol freático. A interduna do Peva é irregular e pouco ondulada, onde se estabelece um campo de *nebkas*. Segundo Tomazelli (1994), *nebkas* ou *hummock* são dunas monticulares vegetadas, sendo que a densidade dessa vegetação é variável, as espécies identificadas nas *nebkas* do Peva são *Panicum racemosum*, *Senecio crassiflorus*, *Spartina ciliata*, entre outras.

Rockett, Barboza e Hesp (2016) aponta que as *nebkas* de Itapeva têm dimensões variadas, de centímetros até metros de largura. Além disso, associado a essas formas, ocorrem dunas de sombra e bacias de deflação pontuais relacionadas ao afloramento do lençol freático. As dunas vegetadas do Peva, como as *nebkas*, as dunas frontais e embrionárias, podem ser consideradas como fixas ou parcialmente fixas, dado a baixa taxa de migração delas. Esse grau de atividade é ligado à densidade da cobertura vegetal (TOMAZELLI, 1994).

A interduna é topograficamente mais baixa do que dunas frontais a leste e as dunas interiores a oeste, de modo que serve como um corredor de transporte eólico entre elas, isso é possível em razão da presença de espaços sem vegetação ou de vegetação rala (TOMAZELLI, 1994), ou seja, uma superfície com sedimentos expostos que possibilitam a ação dos ventos (Figura 71A e 71B). Como enfatiza Rio Grande do Sul (2006), qualquer intervenção nas dunas frontais e na baixada úmida afetará na dinâmica da alimentação das dunas interiores. Entretanto, Tomazelli et al. (2008) afirma que o corredor de alimentação foi anulado pelo crescimento da área urbana de Torres sobre o limite norte da UC.

No Peva há dois afloramentos rochosos, um na interduna e outro no extremo sul da UC. Segundo Tomazelli et al. (2008), essa é uma das particularidades dessa área, pois esses são os únicos afloramentos do Grupo Serra Geral ao longo de 600km da costa do Rio Grande do Sul. Na interduna, o afloramento é arenítico e possui uma vegetação herbácea (Figura 71A).

Figura 71 – As dunas frontais, a interduna com o campo de *nebkas* e as dunas interiores com os limites bem demarcados pela vegetação. A: Visualização da porção norte do Peva, no centro da imagem se nota o afloramento rochoso do grupo Serra Geral, no fundo da imagem, à esquerda está a área urbana do município de Torres e à direita a Torre da Guarita e o Morro do Farol; B: Visualização do sul do Peva, sendo nítido as dunas interiores ativas, a interduna com espaços sem vegetação ou com vegetação rala.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Na interduna o lençol freático é frequentemente aflorante ou subaflorante, gerando sangradouros e poças temporárias (RIO GRANDE DO SUL, 2006) e bacias de deflação vegetadas (ROCKET et al., 2016). Na área central do Peva e do geomorfossítio é onde se situa o maior sangradouro dessa unidade (Figura 72), que ao cortar as dunas frontais, o canal se abre em forma de um leque aluvial avançando sobre a praia, portanto, esse trecho da faixa de praia tem influência marinha e aluvial (Figura 73). Rockett et al. (2016) afirmam que o canal é intermitente, possuindo fluxo nos períodos mais úmidos, e, geralmente, essa água é barrada pelos sedimentos da faixa de praia. Essa barreira rompe em decorrência de tempestades e chuvas intensas, assim desaguando no mar.

Figura 72 – Área central do geomorfossítio: canal sangradouro da baixada úmida e seus depósitos aluviais, observa-se no segundo plano os depósitos eólicos ativos em forma de duna, na frente há as dunas móveis e atrás as dunas fixas ocupadas por vegetação de maior porte.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

Figura 73 – Leque aluvial formado na desembocadura do sangradouro.



Fonte: Hatan P. Silva e Yasmim R. F. dos Santos (2019).

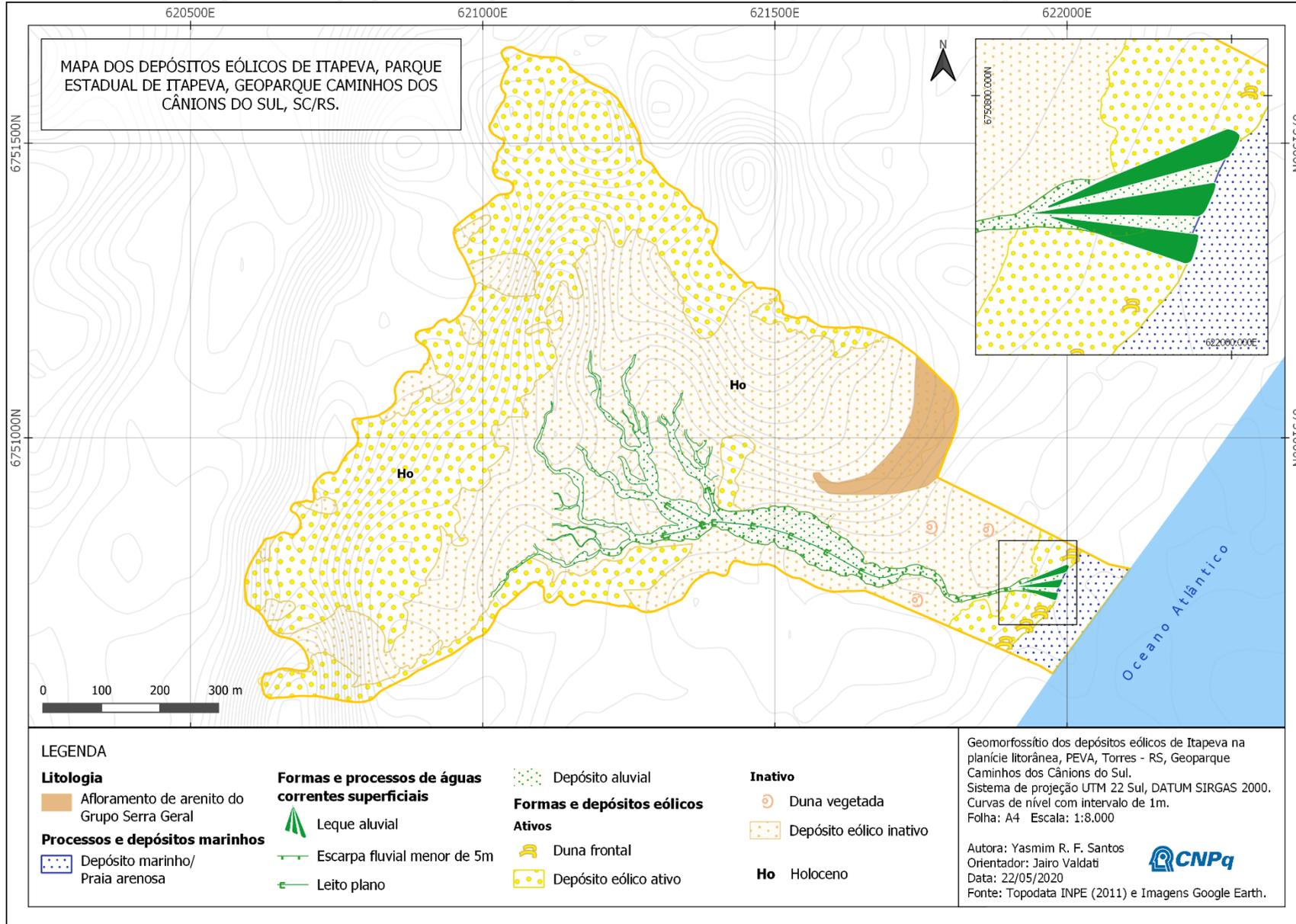
No limite oeste do sítio estão as dunas interiores móveis, sendo depósitos eólicos ativos (Figura 72). No campo de dunas móveis ou livres predominam as dunas reversas, com até 25m de altura, 250m a 300m de comprimento e entre 20m e 40m de largura, essas formas possuem

cristas transversais a principal direção do vento, também são agudas e podem ser retílineas ou sinuosas (TOMAZELLI et al., 2008; ROCKETT et al., 2016). A ocorrência de ventos de direções opostas tem duas consequências nas dunas móveis: 1) a formação de dunas reversas com faces de deslizamento em direções opostas; 2) a formação de dunas reversas e a manutenção desse campo de dunas livres:

Dunas reversas migram em taxas bem menores do que os demais tipos de dunas que possuem cristas transversais aos ventos dominantes (barcanas, cadeias barcanoides e dunas transversais) porque, em grande parte, os ventos opostos cancelam mutuamente seus efeitos no processo migratório (TOMAZELLI et al., p. 53, 2008).

O mapa geomorfológico do geomorfossítio de Itapeva (Mapa 13) está na escala 1:8.000, apresentando os depósitos eólicos ativos em forma de dunas frontais e de dunas interiores móveis, os depósitos eólicos inativos em formas de dunas fixas e em campo de *nebkas* nas interdunas. Foram representados os canais e as escarpas resultantes do processo de águas correntes superficiais, o fundo plano dos canais e o leque aluvial, o afloramento de arenito e os depósitos marinhos. As formas, processos e depósitos eólicos e marinhos são característicos dessa unidade geomorfológica da planície litorânea, possuindo maior influência do mar e dos ventos e, assim, contendo sítios muito dinâmicos. No caso do Peva, ainda se soma a dinâmica aluvial, devido ao afloramento do lençol freático.

Mapa 13 – Mapa geomorfológico do geomorfossítio dos depósitos eólicos de Itapeva.



5.4 DISCUSSÃO

Neste trabalho foram selecionados e representados geomorfossítios de formas, depósitos ou processos característicos de cada unidade geomorfológica. A partir do conhecimento das unidades geomorfológicas do GCCS, o próprio relevo deu as bases para indicar sítios, assim, indo além daqueles elencados por outros autores. Ademais, o entendimento desse relevo, pode ressaltar o potencial do patrimônio geomorfológico do geoparque. Levando em conta o tamanho da área estudada, a presença de cinco unidades geomorfológicas no território e os critérios de seleção de sítios deste trabalho, enfatiza-se a necessidade de estudos de outros geomorfossítios em cada compartimento de relevo.

Outros potenciais sítios são: canais meandrantés na Planície Colúvio-aluvionar, na Planície Litorânea e no Planalto, cicatrizes de movimentos de massa nas encostas dos Patamares e na Escarpa da Serra Geral e turfeiras na planície litorânea. Devido os objetivos deste trabalho, elaborou-se oito mapas geomorfológicos em grande escala, mas, como há outros potenciais geomorfossítios de valor científico, a pesquisa poderá ter continuidade, a fim de aprimorar as formas de representar os geomorfossítios e a legenda da escala de detalhe para as particularidades do território, bem como prosseguir com o mapeamento do geopatrimônio para fins de geoconservação do GCCS.

Quanto ao valor científico dos oito sítios mapeados, todos se enquadram em um ou mais aspectos de valor científico na perspectiva de Panizza (1991): 1) modelos de processos geomorfológicos são os sítios dos depósitos eólicos de Itapeva, do canal entrelaçado do Rio Seco e do contato entre os depósitos aluvial e coluvial; 2) exemplar paleogeomorfológico são os terraços fluviais e o Paredão da Areia Branca; 3) base ecológica é a turfeira; 4) objeto para fins educativos, considerou-se todos com valor educativo, especialmente para aos estudantes de ciências da Terra. Os sítios do cânion Fortaleza e Itaimbezinho possuem valor cênico e socioeconômico, tendo em vista a composição paisagística dos cânions reconhecida nacionalmente e a prática esportiva e o turismo já consolidado nesses locais.

Reynard (2009) adiciona três aspectos específicos dos geomorfossítios, além daqueles pontuados por Panizza (2001): a escala, a dinâmica e a estética. Neste estudo, a escala geomorfológica dos sítios é ampla, abrangendo um objeto, como a turfeira, a paisagem, como os cânions e o Paredão da Areia Branca, e um conjunto de formas, como os terraços fluviais e as dunas de Itapeva. O aspecto dinâmico é mais evidente nos canais entrelaçados do Rio Seco e nos depósitos eólicos de Itapeva. A estética, segue a mesma linha de Panizza (2001), sendo aplicado aos cânions Itaimbezinho e Fortaleza.

Os mapas produzidos revelam geomorfossítios em variadas escalas, de 1:4.000 até 1:21.000 (Quadro 15), além do mapa do cânion Fortaleza de 1:32.000, esta amplitude de escalas permitiu conhecer as potencialidades do sistema de legenda adotado. Os mapas produzidos estão nos extremos da escala de detalhe, representando diferentes elementos e ambientes, com quantidades de símbolos e cores variadas. Por exemplo, o mapa do contato entre os depósitos aluviais e coluviais (geomorfossítio 7) e do mapa dos depósitos eólicos de Itapeva (geomorfossítio 8) estão na escala 1:8.000 e apresentam ambientes distintos. Em contraponto, o mapa do contato e o mapa dos terraços fluviais (geomorfossítio 5, em 1:20.000), ambos na mesma unidade.

O mapa do cânion Fortaleza (geomorfossítio 3, Mapa 8) é uma exceção, pois extrapolou o limite dado como escala de detalhe para Dramis e Bisci (1998) e IBGE (2009). Porém, como o principal aspecto do sítio é a morfologia, outros aspectos são menos expressivos no recorte da unidade, logo não houve grande prejuízo na redução da escala para poder representar toda a extensão do cânion. Atentando-se que o Fortaleza é o maior cânion da unidade da Escarpa da Serra Geral e um dos sítios mais importantes do GCCS por ter relevância internacional, optou-se por esta escala em razão do aspecto principal e científico do geomorfossítio. Casos como esse, da definição de uma escala em detrimento de feições menores do geomorfossítio, é uma escolha que provavelmente será feita em outros sítios de maior dimensão do geoparque, especialmente os cânions.

Os símbolos e cores necessários para os mapas foram recriados no QGis a partir do SGN (1994) e SGI (2018) e Dramis e Bisci (1998). Esse sistema de legenda atendeu as necessidades do mapeamento, mostrando uma perspectiva dinâmica dos sítios, que é o intuito do uso cartografia geomorfológica para os geomorfossítios, segundo Carton et al. (2003a). A legenda viabiliza a representação da morfodinâmica, morfogênese, morfocronologia, morfografia e uma determinada quantidade de dados morfométricos. A cores para as formas e depósitos torna o mapa mais intuitivo, trazendo contraste entre os agentes atuantes. A variedade de símbolos, principalmente aqueles propostos por SGI (2018), permite trazer maior detalhamento das características das formas.

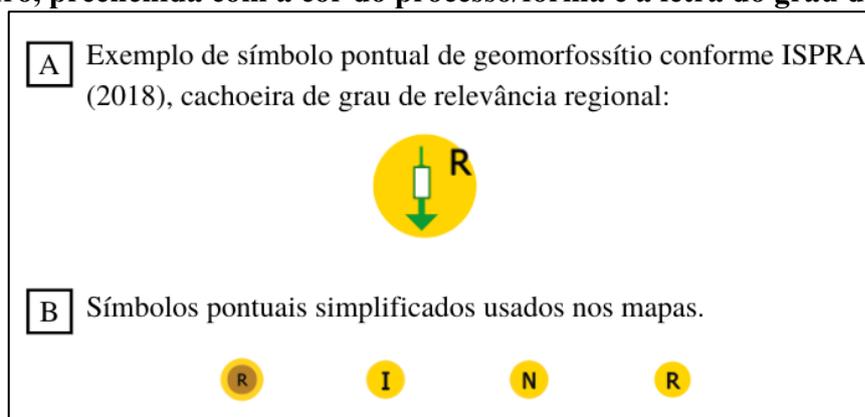
Todas as cores correspondentes aos processos, depósitos e formas possíveis de serem encontrados do território do GCCS foram representados nos mapas, todavia nem todos os graus de atividade foram constatados nos sítios, logo, não representados. Sobre o aspecto morfocronológico dos mapas produzidos, como não foram realizadas datações de amostras e não foram encontradas referências com os dados dos exatos pontos de interesse, esse aspecto

não foi representado na maioria dos mapas para não cometer equívocos ou apresentar dados incertos.

Como já mencionado, a simbologia do sistema de legenda italiano foi recriada, mas algumas alterações foram necessárias de acordo com as particularidades de cada mapa. Estas modificações não mudam significativamente os símbolos, foram feitas para favorecer a leitura, tais como: variações no tamanho e densidade das texturas, na espessura das bordas dos polígonos ou ausência dela, na porcentagem de transparência de camadas e intensidade das cores. Único símbolo não existente no sistema do SGI é o das dunas frontais do geomorfossítio de Itapeva, que foi criado para evidenciar essas feições.

A proposta do SGI (2018) para simbologia pontual e areal dos geomorfossítios tem cor e formato que intentam salientar os sítios no mapa. Mas, notou-se que o amarelo-ouro não tem esse efeito quando aplicado em ambientes eólicos, cuja coloração também é amarela. Modificações foram realizadas nos símbolos pontuais do SGI (2018) para geossítios inseridos nos geomorfossítios selecionados. Isso contribuiu para a legibilidade do ponto, da característica e do grau de relevância do sítio, ao mesmo tempo que não tira o foco dos outros elementos do mapa, por ser um símbolo simplificado e menor (Figura 74). O símbolo pontual conforme descrito por SGI (2018), pode ser apropriada para mapas *index*, que além da localização, querem informar seu aspecto central.

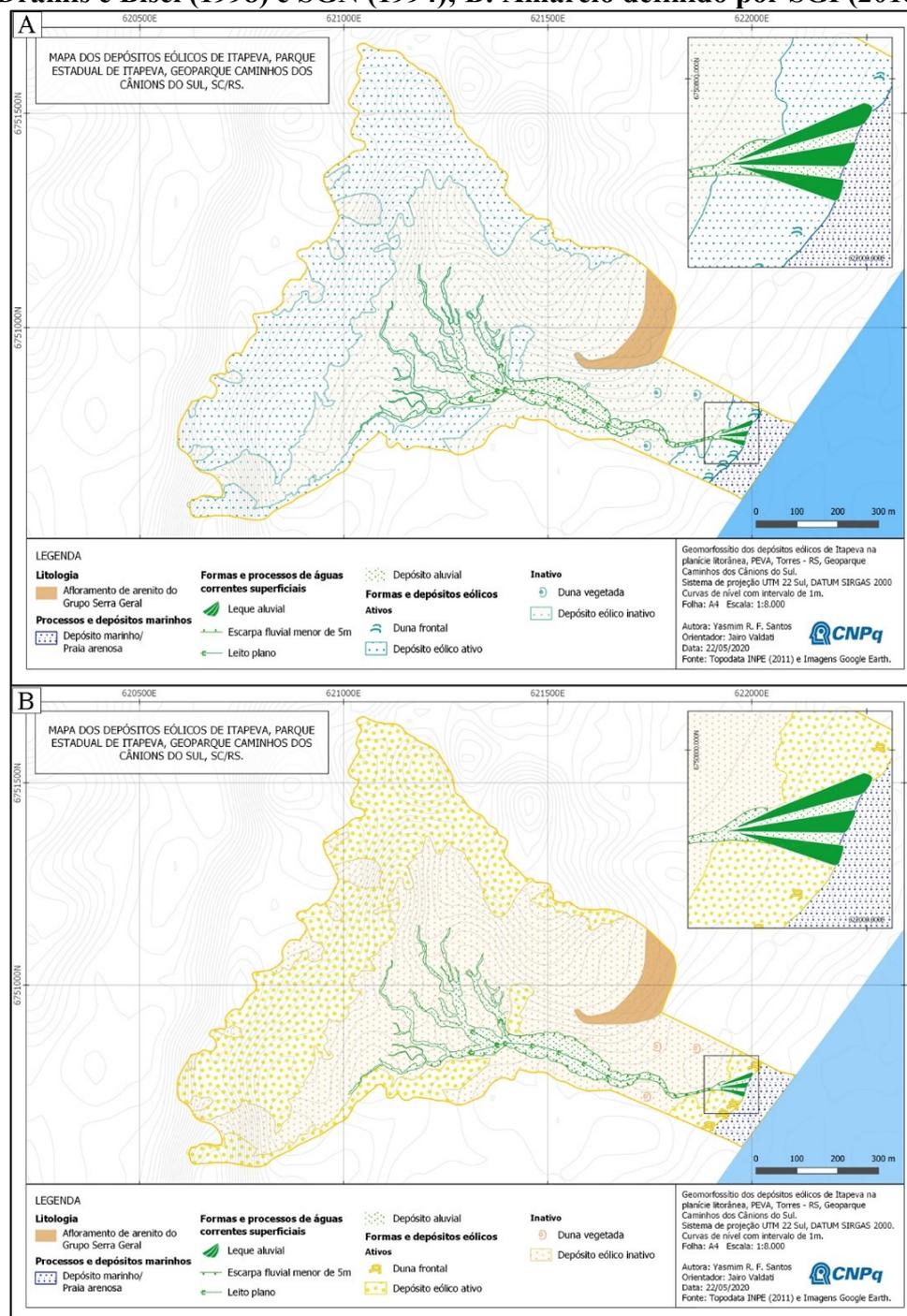
Figura 74 – Comparação entre os símbolos pontuais dos geossítios: A) símbolo reproduzido conforme SGI (2018); B) símbolos modificados, círculo com a borda em amarelo ouro, preenchida com a cor do processo/forma e a letra do grau de relevância.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

Em relação a cor do processo eólico, Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994) definem o turquesa, enquanto na atualização de SGI (2018) é o amarelo, que é a coloração mais comum em referência as areias e ao período Quaternário. No mapa de Itapeva foram aplicadas essas duas cores para comparação (Figura 75).

Figura 75 – Comparação das cores do processo eólico: A) Azul turquesa definido por Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994); B: Amarelo definido por SGI (2018).



Fonte: elaborado pela autora (2020).

A legenda geomorfológica do IBGE (2009) conta com símbolos que representam, sobretudo, a morfografia. As cores são usadas para a litologia, não tem simbologia para morfocronologia e morfodinâmica e utiliza caracteres alfabéticos para identificar os modelados, o que requer uma descrição na legenda. Desse modo, os mapas dos geomorfossítios nessa simbologia enfatizariam a litologia e as formas. Por exemplo, os terraços fluviais

(geomorfossítio 5) seriam apresentados com as letras “Atf” e com o símbolo linear delimitando a borda do terraço, as dunas de Itapeva seriam identificadas com um símbolo pontual junto com as letras “Ade” para o depósito, e os cânions (geomorfossítios 2 e 3) com um símbolo linear indicando sua extensão (Figura 76) e litologia do Grupo Serra Geral em cor verde.

Figura 76 – Exemplo dos símbolos que seriam usados nos mapas geomorfológicos deste trabalho com legenda do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009).

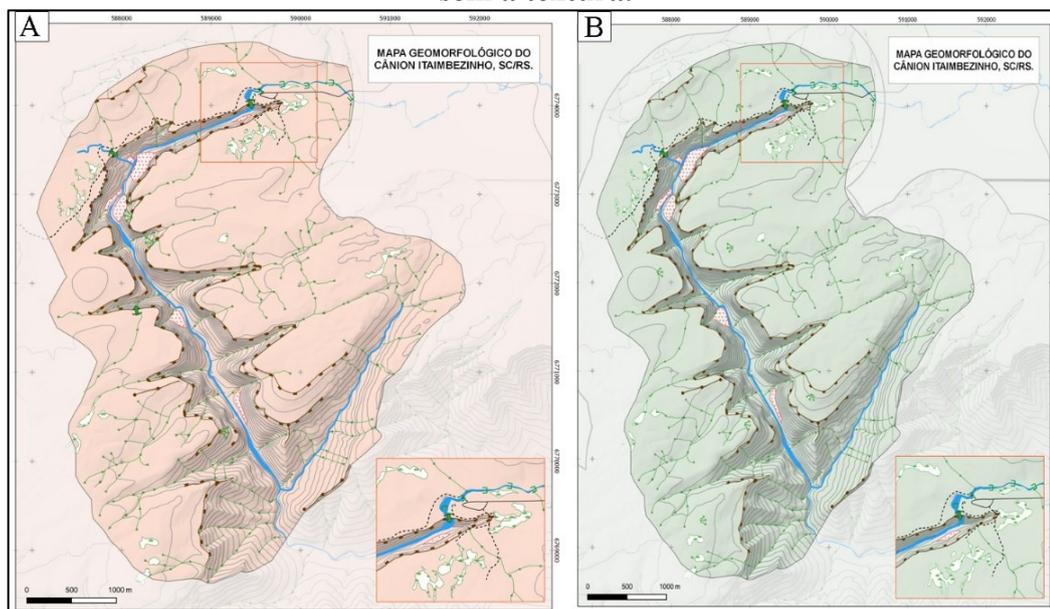
	Duna		Planície Fluvial
	Escarpa Adaptada a Falha		Terraço Fluvial
	Escarpa de Falha		Duna
	Morro Testemunho (<i>Mesa</i>)		Rampa de Colúvio
	Leque Aluvial (<i>Alluvial Fan</i>)		Plano de Inundação
	Borda de Terraço		
	Borda de Patamar Estrutural		
	<i>Canyon</i>		
	Escarpa Erosiva		
	Caimento em Rampa de Colúvio ou Pedimento		

Fonte: adaptado de IBGE (2009).

Devido à importância do uso das convenções internacionais, as cores utilizadas para as litologias dos mapas são as convenções geológicas incluídas do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009) (Figura 24). A simbologia da Fm. Serra Geral foi analisada mais atentamente, pois o Manual mostra tons de verde para algumas rochas ígneas (basalto, diabásio, riolito e ultramáfico), e, apesar de algumas alterações da intensidade dessa cor terem sido feitas, resultou na predominância do verde em alguns mapas. Todavia, isso também ressalta a pouca variação litológica entre o planalto, escarpas e patamares.

Testes foram feitos com a cor indicada por Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994) (Figura 77A) e com a cor de IBGE (2009) (Figura 77B), para comparar o contraste das cores e a melhor visualização.

Figura 77 – Cores da litologia: A) simbologia das rochas efusivas de Dramis e Bisci (1998) e SGN (1994) e SGI (2018); B) simbologia de IBGE (2009) para rochas basálticas, sem a textura.



Fonte: elaborado pela autora (2020).

Cumprе ressaltar a falta de mapas geológicos de detalhe da área estudada. Nenhum dos mapas encontrados que abarcam o GCCS atendeu à demanda das escalas dos mapas, como no caso do Paredão da Areia Branca, onde ocorre o contato de duas formações. Mapas em escala de detalhe de projetos como o GCCS são fundamentais para o conhecimento e para a produção científica nessa área. Outros materiais de alta resolução, como ortofotomosaicos e MDTs, também são importantes para identificação e representação do geopatrimônio, para estratégias de geoconservação e reconhecimento dos riscos e potenciais no contexto do geoparque.

Por fim, sobre a legibilidade dos mapas – que é uma das maiores questões na elaboração dos mapas geomorfológicos – é válido salientar que, como é um material de fins científicos, não houve cuidado especial para uma representação simplificada ou para uso turístico. Sabe-se do elevado número de elementos representados, no entanto, esses são necessários para entender a dinâmica do sítio. Também por isso, adicionou-se enquadramentos em maior escala em alguns pontos onde há elementos muito próximos. Ademais, o relevo sombreado foi usado em todos os mapas para obter profundidade e facilitar a percepção das feições, com exceção do sítio das dunas eólicas de Itapeva, pelo pouco desnível e pela baixa resolução do SRTM.

O mapa da turfeira do planalto dos Campos Gerais possui poucos elementos, de modo que a leitura é simples. O diferencial para a compreensão do sítio são curvas de nível com

intervalo de 1m, deixando perceptível que é uma turfeira confinada no relevo. Mesmo sendo formas suavemente onduladas, a declividade propiciou o acúmulo de água para sua formação.

Os mapas dos cânions Itaimbezinho e Fortaleza apresentam a estrutura tectônica da escarpa da Serra Geral associada aos agentes fluviais, ambos destacados pelas simbologias lineares das escarpas, rios e sulcos. Nos dois casos, mas especialmente no cânion Fortaleza, alguns depósitos aluviais e de encosta não ficaram visíveis pela escala de representação, mas, como explanado anteriormente, não causaram prejuízo na compreensão do sítio. As curvas de nível e o relevo sombreado ajudam na percepção na declividade e profundidade dos vales.

O Paredão da Areia Branca é um geomorfossítio estrutural associado a dois tipos litológicos diferentes, as curvas de nível e o sombreamento do relevo contrastam as feições em cada litologia. O arenito com feições ruiformes mais elevadas e íngremes, com topos convexos e irregulares, que é o patamar e o “Paredão” em si. Sustentando o Paredão estão rochas sedimentares da Fm. Rio do Rasto, o relevo derivado é ondulado e suave, contornando todo o paredão de arenito de feições ruiformes. Nesse sítio, salientam-se as escarpas, cristas, topos, selas e o escoamento superficial concentrado. Existem também formas menores, menos evidentes, tal como as “torres”, esculpidas por processos erosivos na Fm. Botucatu.

Há três sítios na Planície Colúvio-aluvionar, os mesmos elementos são observados na maior parte dos mapas, porém cada um tem seu propósito. Dado o caráter dinâmico dos geomorfossítios dessa unidade, os mapas estarão em construção contínua, condição que poderá propiciar o registro da evolução das formas. Dentre todos os geomorfossítios mapeados, os situados na planície colúvio-aluvionar possuem maior potencial autodestrutivo em curto prazo, tanto natural como antrópico, em razão das enxurradas, inundações, ocupação humana e das atividades agrícolas locais.

O sítio dos terraços fluviais do Rio da Pedra e do Rio Pai José é composto de formas originadas pela dinâmica fluvial local. Além dos terraços, o mapa apresenta os lóbulos, a planície de inundação, leito do rio atual e os canais inativos devido entrelaçamento do rio. Somando os depósitos colúviais e a litologia, o resultado foi um mapa com muitas de cores e texturas, dado que é o de legibilidade mais complexa dentre todos.

Os mapas do canal entrelaçado do Rio Seco e do contato do depósito colúvial e aluvial possuem menos elementos em comparação com os terraços fluviais por efeito do recorte espacial do sítio. O Rio Seco mostra uma dinâmica específica da unidade que são os canais entrelaçados, a sua representação reflete essa dinâmica com a delimitação dos canais inativos e as ilhas fluviais. O traçado dos cursos d’água anteriores do rio, aponta sua capacidade de expansão lateral e alargamento da planície de inundação, além de mostrar os canais antigos que

podem ser ocupados novamente em períodos de cheias, mesmo sendo totalmente cobertos de vegetação.

A representação do geomorfossítio do contato entre os depósitos aluviais e de colúviais revela o contato entre duas unidades, dos Patamares e da Planície Colúvio-aluvionar. As formas são características: a rampa de colúvio, os depósitos aluviais bem aplainados da planície de inundação e a concavidade da encosta, onde ocorre processos gravitacionais e aluviais.

O GCCS abarca uma porção pequena da Planície Litorânea, mas é uma área relevante em termos geoevolutivos. O geomorfossítio dos depósitos eólicos de Itapeva é de idade holocênica, dado expresso com a sigla “**Ho**” no mapa. Este sítio tem formas autodestrutivas, que é próprio dinâmica dunas eólicas transgressivas – mesmo com a taxa de migração baixa – assim, também sendo um mapa a ser atualizado. Embora esteja em uma UC proteção integral, a área é sujeita a interferência antrópica, a qual pode afetar o sistema de alimentação pelo transporte eólico.

Parte desse sítio é marcado pelos depósitos eólicos em formas de dunas inativas, cujo critério de definição de inatividade foi a presença de vegetação, que possui portes diferentes, herbáceo e arbustivo, a simbologia não indica essa especificação. Outra parte do sítio possui depósitos eólicos de dunas ativas e, para identificar as dunas frontais nesta área, criou-se um símbolo para detalhar estas formas ativas no contato com a faixa de praia, com base em outros símbolos de dunas de SGI (2018).

Considera-se os mapas dos geomorfossítios legíveis e de diferentes complexidades, sendo capaz de informar ao leitor os aspectos centrais que constituem esses sítios. Ainda é possível aprofundar alguns elementos por meio da coleta de amostras e dados em trabalhos de campo, em particular sobre granulometria, a espessura dos depósitos e a morfocronologia. Além de elaborar simbologias específicas para o relevo do território do GCCS, como para o relevo ruíniforme do Paredão da Areia Branca e os diversos tipos de dunas ativas e inativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do Atlas de Passarge até os mapas geomorfológicos atuais, ocorreram avanços geotecnológicos que permitiram o desenvolvimento da cartografia geomorfológica digital. A representação do relevo por meio da cartografia é sempre um desafio, a quantidade de elementos, formas, depósitos e processos que o envolve torna complexa a construção do mapa. Por isso se faz necessária algumas ponderações sobre os componentes da representação, como a escala, a legenda, o objetivo e o público-alvo. Os resultados da pesquisa enfatizam estes pontos, pois os objetos e as escalas diferentes provocaram adaptações da simbologia.

Existem sistemas de legenda geomorfológica elaborados por vários pesquisadores da comunidade científica internacional, que atendem as características de cada território nacional. No Brasil ainda não existe um sistema estruturado de legenda para a cartografia geomorfológica de detalhe, apesar da reformulação do IBGE pós projeto Radam Brasil. A simbologia apresentada no Manual Técnico de Geomorfologia não contempla a representação com maior detalhamento, que é possível devido às geotecnologias e materiais de alta resolução disponíveis nos últimos anos. Ressalta-se que atualmente existe um esforço de pesquisadores associados as universidades e aos órgãos públicos, como o IBGE, para construir um sistema brasileiro de classificação do relevo e, com isso, a sua representação.

Os mapas geomorfológicos são documentos geocientíficos que refletem estudos sobre uma área e tem potencial para diversas aplicações, além do geopatrimônio e geoconservação. Isto posto, é importante a elaboração de uma legenda geomorfológica brasileira que englobe todos os aspectos do relevo e que atenda as especificidades do território em múltiplas escalas.

O conceito de patrimônio abiótico tem o objetivo de reconhecer uma herança natural e a sua importância para o entendimento da história da Terra, garantindo a passagem as próximas gerações. É nesse contexto que a ideia de geoparque está inserida, a identificação e a representação da dinâmica geomorfológica que o abarca colabora com seu propósito de criação, pois envolve pesquisa, educação e auxilia na gestão sustentável do patrimônio. Em especial ao Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul, cujo patrimônio é predominantemente geomorfológico.

Constatou-se pelas unidades geomorfológicas do território que, além dos cânions, os caminhos que levam até eles pela planície ou pelo planalto abrigam sítios de valor científico e de outros valores do meio abiótico, que caracterizam a geodiversidade do geoparque. Os sítios do GCCS apontados neste trabalho vão além daqueles já elencados, destacando a diversidade

geomorfológica e o potencial da região para pesquisas no âmbito da geomorfologia e para projetos educativos e geoturísticos.

Foram identificados e atribuídos valores científicos a oito geomorfossítios distribuídos nas cinco unidades geomorfológicas do GCCS, os sítios apontam as dinâmicas geomórficas: 1) a dinâmica das águas correntes superficiais na turfeira (geomorfossítio 1); 2) a dinâmica fluvial, estrutural e de águas correntes superficiais no cânion Itaimbezinho e no Fortaleza (geomorfossítio 2 e 3); 3) a dinâmica de águas correntes superficiais e estrutural no Paredão da Areia Branca (geomorfossítio 4); 4) a dinâmica fluvial e aluvial nos terraços fluviais (geomorfossítio 5); 5) a dinâmica fluvial no canal entrelaçado do Rio Seco (geomorfossítio 6); 6) a dinâmica fluvial, aluvial e gravitacional no sítio do contato entre o depósito aluvial e depósito de colúvio (geomorfossítio 7); e 7) a dinâmica eólica dos depósitos eólicos de Itapeva (geomorfossítio 8).

Assim, oito mapas geomorfológicos foram construídos com base em trabalhos de campo e interpretação de imagens em alta resolução, tendo como alvo um público de especialistas. A amplitude de escalas desses mapas demonstra as dimensões que um geomorfossítios pode abranger – como até ter outros tipos de geossítios dentro dele – e as potencialidades da cartografia geomorfológica e da legenda geomorfológica utilizada. Além disso, mostra a variação da quantidade de elementos e de complexidade do mapa.

A elaboração da legenda foi embasada em um sistema de legenda geomorfológica para grandes escalas, que possibilitou salientar os elementos e a dinâmica. Ocorreram adaptações de cores e símbolos foram criados ou modificados conforme a necessidade de representação de determinados elementos em função da escala, da legibilidade e da compreensão dos sítios. Estas adaptações podem ser aprofundadas e promover estudos para o desenvolvimento de simbologias para os ambientes presentes da área de estudo.

Os mapas geomorfológicos de detalhe continuam em construção, quanto mais estudos sobre a área e pesquisa de campos são feitas, mais informações são incorporadas aos mapas, e as modificações causadas pela própria dinâmica dos ambientes e da paisagem ficam registradas. Neste sentido, o uso da cartografia digital se apresenta como uma ferramenta fundamental para a atualização das representações cartográficas. Os objetivos do trabalho quanto a representação dos geomorfossítios e aplicação de um sistema de legenda geomorfológica para a cartografia de detalhe foram contemplados, sendo o primeiro passo para pensar na cartografia de geossítios e geomorfossítios.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AB'SABER, A. N. **Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil**. Geomorfologia, São Paulo, Instituto de Geografia de São Paulo. n. 6. 1969. p. 1-16.
- AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977.
- ANTUNES, R. B.; CONSTANTE, V. T. Hidrografia. In: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia; ROCHA, I. O. (Org.). **Atlas Geográfico de Santa Catarina: diversidade da natureza – Fascículo 2**. 2 ed. Florianópolis: Ed. da UDESC, 2016. Disponível em: <https://sites.google.com/a/spg.sc.gov.br/atlas-geografico-de-santa-catarina/fasciculo2> Acesso em 01 de jul. de 2019.
- BARBOSA, G. V. et al. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL. **Boletim Técnico: Projeto RADAMBRASIL série geomorfologia**. Salvador, 1984. p. 07-26
- BISCI, C.; DRAMIS, F. **Il concetto di attività in geomorfologia: problemi e metodi di valutazione**. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria. v. 14. 1991. p. 193-199.
- BOLLATI, L. et al. I geomorfositi. IN: SGI – Servizio Geologico d'Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. **Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000**. Progetto CARG: Modifiche integraiozni al quaderno N. 4/1884. v. 13. Roma, 2018. p. 15.
- BORGATTI, L.; SOLDATI, M. Fenomeni franosi. In: PANIZZA, M. (org.). **Manuale di geomorfologia applicata**. Milano: FrancoAngeli, 2005. p. 88-123.
- BRASIL. Decreto de 4 de julho de 2005. **Altera a categoria da unidade de conservação Reserva Ecológica Ilha de Lobos para Refúgio da Vida Silvestre da Ilha dos Lobos, no litoral do Município de Torres, Estado do Rio Grande do Sul, e dá outras providências**. Brasília, 2005.
- BRASIL. Decreto nº 531, de 20 de maio de 1992. **Cria, nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o Parque Nacional da Serra Geral**. Brasília, 1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0531.htm Acesso em: 27 de jul. de 2019.
- BRASIL. Inbra – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Portaria Nº 1.483, de 3 de setembro de 2018**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 186. p. 3. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/09/2018&jornal=515&pagina=3> Acesso em: 12 de jan. de 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Rede Brasileira de Reservas da Biosfera**. Brasília – DF, 2016. Disponível em:

https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80252/REDE%20RB/LIVRO_Reservas%20da%20Biosfera%20Brasileira_FINAL_WEB.pdf Acesso em: 28 de jul. de 2019.

BRILHA, J. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**. *Geoheritage*, v. 8. Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 119-134.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage Editores, 2005.

CARTON, A. et al. Methodological proposal for mapping geomorphosites. In: PANIZZA, V. (ed). **Workshop Geomorphological Sites: assessment and mapping**. Cagliari: 2003a. 21-22.

CARTON, A. Et al. Nota preliminare sulla Cartografia dei Geomorfositi. In: PIACENTE, S; POLI, G. **La Memoria della Terra, La Terra della Memoria**. Bologna: L'inchioströblu, 2003b. p. 114-120.

CASTALDINI, D. et al. Documenti digitali per la conoscenza integrate dei Geositi: l'esempio della Riserva Naturale delle Salse di Nirano. **La Memoria della Terra, La Terra della Memoria**. Bologna: L'inchioströblu, 2003. p. 121-127.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda; Ed. Da Universidade de São Paulo, 1974.

COLTRINARI, L. **Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí, SP (1:25.000)**. 1980.

CORATZA, P.; HOBLÉA, F. The specificities of Geomorphological Heritage. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Ed.) **Geoheritage: Assessment, Protection and Management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 87-106.

CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. Methods for mapping geomorphosite. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Ed.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009. p. 89-103.

DEL'ARCO, D. M.; NATALI FILHO, T. Evolução da pesquisa geomorfológica aplicada no projeto RADAMBRASIL. **Boletim Técnico: Projeto RADAMBRASIL série geomorfologia**. Salvador, 1984. p. 27-44.

DRAMIS, F. et al. Nature and Aims of Geomorphological Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. ed. 1. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 51-73.

DRAMIS, F.; BISCI, C. **Cartografia geomorfologica: manuale di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del território**. Bologna: Pitagora Editrice, 1998.

DUARTE, G. M. **Depósitos cenozóicos costeiros e a morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

DUARTE, G. M. et al. Barras de cascalho em canais atuais do Rio da Pedra/Itoupava, Bacia do Araranguá – SC. **Geosul**. Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 141-159, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Brasília, Embrapa, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013.

ERHARTIC, B. Conserving geoheritage in Slovenia through geomorphosite mapping. In: REGOLINI-BISSIG, G.; REYNARD, E. (Ed.). **Mapping Geoheritage**. Gévisions, Institut de géographie, Université Lausanne. v. 35. Lausanne, 2010. p. 47-63.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128.

FRANCHI, J. G. **A utilização de turfa como adsorvente de metais pesados: o exemplo da contaminação da bacia do rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados**. 2004. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

GCCS – Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. **Application Dossier for UNESCO Global Geoparks**. Brasil, 2019.

GODOY, M. M. et al. Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC). In: SCHOBENHAUS, C; SILVA, C. R. (Org). **Geoparques no Brasil: propostas**. v. 1 Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

GODOY, M. M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. **Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul: Proposta**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2011.

GRAY, M. **Geodiversity valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2004.

GRAY, M. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Ed.) **Geoheritage: Assessment, Protection and Management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 13-25.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUSTAVSSON, M. **Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 236. Uppsala, 2006.

HORN FILHO, N. O. Setorização de Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Geosul**. Florianópolis, v. 18, n. 35, p. 71-98, 2003.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Aparados da Serra da e Serra Geral: Encarte 3 – Anexo: Volume II – Relatórios temáticos**. Brasília, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Folha SH. 22 Porto Alegre e partes das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, RJ. 2012. Disponível em: <
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>> Acesso 25 de mar. de 2020.

IUGS – Heritage Sites and Collections Subcommittee. Historic. **Geoheritage-IUGS**, 2013. Disponível em: <https://geoheritage-iugs.mnhn.fr/index.php?catid=4&blogid=1> Acesso em: 08 de abr. de 2020.

KLIMASKEWKI, M. **Detailed geomorphological maps**. ITC Journal, 1982. p. 265-271.

KNIGHT, J. et al. Geomorphological Field Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. ed. 1. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 151-187.

LEINZ, V. Contribuição à Geologia dos Derrames Basálticos do Sul do Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo**. Geologia, v. 103, n. 5, p. 1-49, 1949.

LIMA, F. F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) - Universidade de Minho, 2008.

LIMA, F. F.; VARGAS, J C. **Estratégia de Geoconservação do Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul Território Catarinense**: Produto 4 – Relatório do Inventário e avaliação dos geossítios. 2018.

MAMPITUBA. Lei Municipal N° 654, de 13/02/2012. **Cria no município de Mampituba, estado do Rio Grande do Sul, a Área de Proteção Ambiental APA Serra do Silveirão e dá outras providências**. Mampituba, 2012.

MIALL, A. D. A Review of the Braided-River Depositional Environment. **Earth Sciences Reviews**. v. 13, Amsterdam: Elsevier, p. 1-62, 1977.

MIALL, A. D. **Analysis of Fluvial Depositional Systems**. American Association of Petroleum Geologists. Calgary, 1981.

MORCHIUTTI, N. F. et al. **Os Valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. v. 35. Rio de Janeiro, 2012. p. 173-189. Disponível em: http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2012_1/2012_1_173_189.pdf Acesso em: 29 de jun. de 2019.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHYS, U. A.; MANTESSO NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82p.

OLIVEIRA, M. A. T.; LIMA, G. L. Avaliação de geomorfossítios e valorização de turfeiras de planalto no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro-SC. **Geosul**. Florianópolis, v. 23, n. 46, p. 137-162, 2008.

OLIVEIRA, S. A. M. et al. **Digitalização e disponibilização dos filmes originais dos Projetos RADAM/RADAMBRASIL – Exemplos para aplicação**. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 2011. p. 8303-8309.

PANIZZA, M. **Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey**. Chinese Science Bulletin. v. 46. 2001.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Cultural geomorphology and geodiversity. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Org.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009. p. 35-48.

PARON, P.; CLAESSENS, L. Makers and Users of Geomorphological Maps. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. ed. 1. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 75-105.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 3 ed., Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

PONTELLI, M. E. **Cartografia das alterações em depósitos de leques aluviais como base para uma estratigrafia relativa. Bacias dos rios Amola Faca e Rocinha, Timbé do Sul – SC**. Dissertação. 1998. (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

PONTELLI, M. E. **Leques aluviais: complexidade das formas e dos modelos associados**. Cascavel: EDUNIOESTE, 2009.

PROVEDAN, B. S. **Roteiros geoturísticos para o município de Timbé do Sul**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2019.

REGOLINI, G. **Cartographier les géomorphosites: objectifs, publics et propositions méthodologiques**. Tese. 2011. Faculté des Géosciences et de l'Environnement de l'Université de Lausanne. Lausanne, 2012.

REGOLINI-BISSIG, G. Mapping geoheritage for interpretative purpose: definition and interdisciplinary approach. In: REGOLINI-BISSIG, G.; REYNARD, E. (Ed.). **Mapping Geoheritage**. Gévisions, Institut de géographie, Université Lausanne. v. 35. Lausanne, 2010. p. 1-13.

REIS, N. J. Monte Roraima, RR: sentinela de Macunaíma. In: WINGE, W. et al. (Ed). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 2. Brasília: CPRM, 2009. p. 89-98.

REYNARD, E. Geomorphosites and landscapes. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Org.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009a. p. 21-34.

REYNARD, E. Geomorphosites: definitions and characteristics. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Org.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009b. p. 9-20.

REYNARD, E. The assessment of geomorphosites. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Org.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009c. p. 63-71.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 37.346, de 11 de abril de 1997. **Cria Área de Proteção Ambiental – APA – Rota do Sol e dá outras providências**. Porto Alegre, 1997. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/12141147-decreto-37346-97-cria-aparotadosol.pdf> Acesso em: 26 de jul. de 2019.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 42.009, de 12 de dezembro de 2002. **Cria o Parque Estadual de Itapeva e dá outras providências**. Porto Alegre, 2002.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva**. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201610/24172037-plano-manejo-peitapeva.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2020.

ROCKETT, G. C. et al. Evolution of the Itapeva dunefield over the last decades (Torres-RS, Brazil). In: ROCKETT, G. C. **Campo de dunas de Itapeva (Torres-RS): geomorfologia, evolução e gestão costeira**. 2016. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

ROCKETT, G. C.; BARBOZA, E. G.; HESP, P. The Itapeva Dunefield Geomorphology. In: ROCKETT, G. C. **Campo de dunas de Itapeva (Torres-RS): geomorfologia, evolução e gestão costeira**. 2016. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

ROSS, J. L. S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. Revista do Departamento de Geografia da USP. v. 6. 1992. p. 17-29.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

SANTOS, R. et al. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de Mata de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapeva, Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 36, n. 6, p. 1047-1059, 2012.

SCHOBENHAUS, C. et al. (Ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 1. Brasília: DNPM, 2002.

SCHOBENHAUS, C. **Projeto Geoparques: proposta de projeto**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Brasília, 2006.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. O Papel do Serviço Geológico do Brasil na criação de Geoparques e na Conservação do Patrimônio Geológico. In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.). **Geoparques do Brasil: propostas**. v. 1 Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

SGI – Servizio Geologico d'Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. **Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della carta geomorfologica d'Italia alla escala 1:50.000**. Progetto CARG: Modifiche integraiozni al quaderno N. 4/1884. v. 13. Roma, 2018.

SGN – Servizio Geologico d'Italia. **Carta geomorfologica d'Italia 1:50.000 – Guida al rilevamento**. v. 4. Roma, 1994.

SHARPLES, C. **The concepts and principles of geoconservation**. 2002. Disponível em: <http://dpiuwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf> Acesso em: 07 de jun. de 2019.

SILVA, C. R. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SILVA, M. L. **Turfeiras da Serra do Espinhaço meridional: mapeamento e estoque de matéria orgânica**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2012.

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

SOARES, R. C. **Paleontologia da Bacia do Araripe**. [201?] Disponível em: <http://geoparkararipe.urca.br/> Acesso em: 20 de jun. de 2019.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes Fluviais**. 2ª ed. Florianópolis: Editora UFSC. 1990.

TOMAZELLI, L. J. et al. Geomorfologia e Potencial de Preservação dos Campos de Dunas Transgressivos de Cidreira e Itapeva, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 47-55, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/17936> Acesso em: 19 de maio de 2020.

TOMAZELLI, L. J. Morfologia, Organização e Evolução de Campo Eólico Costeiro do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**. Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 64-71, 1994. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21252> Acesso em: 18 de maio de 2020.

TORRES. Lei Municipal Nº 3.372/99, de 07/12/1999. **Sanciona e promulga o projeto de Lei Nº 3.432/99, de 06/12/99, do poder legislativo, que cria e delimita a Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Itapeva**. Torres, 1999.

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

UNESCO – United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization. **Statutes and Operational Guidelines for UNESCO Global Geoparks**. 2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260675?posInSet=3&queryId=18a01105-ae82-4fb2-9824-08747d2c9257> Acesso em: 30 de jun. de 2019.

UNESCO – United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization. **Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention**. World Heritage Centre. Paris, 2017.

VALDATI, J. **Riscos e desastres naturais: a área de risco de inundação na sub-bacia do Rio da Pedra – Jacinto Machado/SC**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

VALDATI, J. **Contributo allo studio delle risorse geomorfologiche in aree protette**. 2005. Tese (Doutorado Geologia dell’Ambiente e del Territorio) – Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Ufficio Dottorato di Ricerca. v. 1. Modena, 2005.

VERSTAPPEN, H. T. Old and New Trends in Geomorphological and Landform Mapping. In: SMITH, M. J.; PARON, P.; GRIFFITS, J. S. **Geomorphological Mapping: methods and applications**. ed. 1. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 13-36.

WILDNER, W. et al. **Mapa Geológico do estado de Santa Catarina**. Programa Geologia do Brasil, Subprograma de Cartografia Geológica Regional. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000.

WILDNER, W. et al. **Mapa Geológico do Estado Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2005 Escala 1:750.000. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografia_regional/mapa_rio_grande_sul.pdf Acesso em: 23 de maio de 2019.

WILDNER, W.; ORLANDINI FILHO, V.; GIFFONI, L. E. Itaimbezinho e Fortaleza, RS e SC: magníficos canyons esculpidos nas escarpas Aparados da Serra do planalto vulcânico da Bacia do Paraná. 2006. IN: WINGE, W. et al. (Ed). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 2. Brasília: CPRM, 2009.

WINGE, M. et al. (Ed). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 3. Brasília: CPRM, 2013. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP_Vol_III.pdf Acesso em: 18 de jul. de 2019.

WINGE, W. et al. (Ed). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. v. 2. Brasília: CPRM, 2009. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP_Vol_II.pdf Acesso em: 08 de abr. de 2020.

ZOUROS, N. **Geomorphosites within geoparks**. In: REYNARD, E.; CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. (Org.). **Geomorphosites**. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2009b.