SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL I DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL

2024

ATLAS DA GEODIVERSIDADE

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

Rio Grande do Sul e Santa Catarina



GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

SGB SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS DA GEODIVERSIDADE

GEOPARQUE
CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

Rio Grande do Sul e Santa Catarina

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB/CPRM)

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente
Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais interino
Francisco Valdir Silveira

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial
Alice Silva de Castilho

Diretora de Infraestrutura Geocientífica
Sabrina Soares de Araújo Góis

Diretor de Administração e Finanças
Cassiano de Souza Alves

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL

Chefe do Departamento de Gestão Territorial
Diogo Rodrigues A. da Silva

Chefe da Divisão de Gestão Territorial
Maria Adelaide Mansini Maia

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

Superintendente
Franco Turco Buffon

Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial
Marcia Conceicao R. Pedrollo

Supervisor de Hidrologia e Gestão Territorial
Renato Ribeiro Mendonça

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB/CPRM)

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
PROGRAMA MINERAÇÃO SEGURA E SUSTENTÁVEL
AÇÃO LEVANTAMENTO GEOLÓGICO-AMBIENTAL VOLTADOS AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS DA GEODIVERSIDADE

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

Rio Grande do Sul e Santa Catarina

REALIZAÇÃO
DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL
DIVISÃO DE GESTÃO TERRITORIAL

AUTORES

Raquel Barros Binotto
Debora Lamberty
Melissa Franzen
Gilberto Lima

Alberto Lacerda
Elvio Giasson
Camila Dalla Porta Mattiuzi
Franco Turco Buffon
Adriana Burin Weschenfelder
Marcos Alexandre de Freitas

Marcelo Goffermann
Eliel Martins Senhorinho
Angela da Silva Bellettini
Renato Ribeiro Mendonça

PORTO ALEGRE
2024

LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
ATLAS DA GEODIVERSIDADE
GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

CONCEPÇÃO METODOLÓGICA

Maria Adelaide Mansini Maia
Marcelo Eduardo Dantas
Raimundo Almir Costa Conceição
Pedro Augusto Santos Pfaltzgraff
Alberto Lacerda

COLABORAÇÃO

Chefe da Divisão de Geologia Aplicada
Tiago Antonelli

Chefe do Departamento de Hidrologia
Andrea de Oliveira Germano

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada
Emanuel Duarte Silva

Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração
Valmor José Freddo Filho

Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM)
www.sgb.gov.br
seus@sgb.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A881 Atlas da geodiversidade : geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, Rio Grande do Sul e Santa Catarina / Autores Raquel Barros Binotto ... [et al.]. – Porto Alegre : CPRM : Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, 2024.
1 recurso eletrônico : PDF

Levantamento da geodiversidade.
ISBN 978-65-5664-514-8

1.Geodiversidade - Atlas. I. Binotto, Raquel Barros.

CDD 551

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Teresa Rosenhayme CRB/7 5662

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM)
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Geodiversidade
Raimundo Almir Costa Conceição

Geomorfologia, Uso e Ocupação do Solo
Marcelo Eduardo Dantas

COORDENAÇÃO LOCAL

Raquel Barros Binotto

EQUIPE EXECUTORA

Raquel Barros Binotto, Melissa Franzen, Debora Lamberty (Levantamento da geodiversidade, Geologia, Recursos Minerais, Problemas Geológico-geotécnicos)

Gilberto Lima (Geomorfologia)

Alberto Lacerda (Uso e Ocupação do Solo)

Elvio Giasson - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Solos)

Camila Dalla Porta Mattiuzi, Franco Turco Buffon, Adriana Burin Weschenfelder, Ivete Souza do Nascimento, Eber José de Andrade Pinto (Clima/Recursos Hídricos Superficiais)

Marcos Alexandre de Freitas, Marcelo Goffermann, Eliel Martins Senhorinho (Recursos Hídricos Subterrâneos)

Angela da Silva Bellettini, Renato Ribeiro Mendonça (Geoturismo)

COLABORAÇÃO

Maria Paula Pivi Simonette (Leiaute dos mapas)
Bruno Ludovico Dihl Horn, Marcell Leonard Besser (Geologia)
Marta Rubbo (Recursos Hídricos Subterrâneos)
Acad. Geografia Antonele Crestani Valcareggi (Estagiária)
Acad. Eng. Cartográfica Luiza Werli Rosa (Estagiária)
Acad. Eng. Hídrica Caren Camila de Christo Morais (Estagiária)
Acad. Eng. Ambiental Fernando Arthur da Silva Olinto (Estagiário)

REVISÃO TÉCNICA

Maria Adelaide Mansini Maia
Marcelo Eduardo Dantas
Raimundo Almir Costa Conceição

APOIO

Irinéa Barbosa da Silva (Revisão ortográfica)
Ana Lúcia Borges Fortes Coelho (Normalização bibliográfica)
Andréia Amado Continentino (Projeto gráfico / Editoração - Capa)

AGRADECIMENTO

Ao Consórcio Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, ao NGI ICMBio Aparados da Serra Geral do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, aos gestores dos demais parques e das unidades de conservação inseridos na área do geoparque (Parque Estadual de Itapeva, Parque da Guarita, etc), à Urbia, aos guias locais, às prefeituras da região, à comunidade científica e à comunidade em geral, que prestaram o apoio necessário ao desenvolvimento e ao bom andamento do projeto.
Ao 8° Distrito de Meteorologia do INMET, pela disponibilização dos dados da estação Cambará do Sul, e à Secretaria de Turismo de Cambará do Sul, pela disponibilização dos registros fotográficos de neve.

FOTO DA CAPA

Vista panorâmica do magnífico Cânion do Itaimbezinho: um vale inciso com impressionantes 900 metros de profundidade, entalhando rochas vulcânicas de idade juro-cretácica da Formação Serra Geral. Local: Mirante do Parque Nacional dos Aparados da Serra (Divisa RS-SC).
Foto: Marcelo Eduardo Dantas (2023).

APRESENTAÇÃO

É COM GRANDE SATISFAÇÃO QUE O SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB/CPRM), no papel institucional de subsidiar o Estado na formulação de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, dá continuidade à série de publicações que vem divulgando sobre o mapeamento da geodiversidade, discorrendo desta vez sobre a região do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Este produto é uma iniciativa do Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade, iniciado em 2006.

Trata-se de um trabalho de abordagem multidisciplinar, que envolve profissionais de diversificadas formações em geociências, oferecendo compreensão e recomendação integradas sobre o complexo físico da paisagem, envolvendo os elementos abióticos para o planejamento territorial ambiental de diferentes recortes do território brasileiro.

O Brasil é detentor de riquíssima geodiversidade. Com base nessa premissa, a abordagem da temática envolve uma análise integrada entre a geologia, a geomorfologia e a pedologia associada às formações superficiais, ou seja, cada unidade de geodiversidade mapeada irá representar o trinômio rocha-relevo-regolito/solo, num enfoque genuinamente geossistêmico. Informações sobre o potencial hídrico superficial e subterrâneo também são consideradas na análise.

Tendo o homem forte ligação com o espaço físico, a sustentabilidade do desenvolvimento nacional passa necessariamente pela harmonia entre as necessidades humanas e as respostas do todo natural, sem comprometer a capacidade de atender as carências das futuras gerações.

O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) sente-se honrado em contribuir, com o esforço e o conhecimento dos seus pesquisadores, para a promoção de planos de ordenamento territorial, que considerem cada vez mais a geodiversidade, não só como condicionante no planejamento e na gestão de ocupação, a orientação na implementação de políticas públicas, a prevenção de desastres naturais e o auxílio às obras de infraestrutura, mas também pela existência de potenciais recursos do patrimônio geológico a preservar.

A expectativa é de que esta produção científica seja capaz de abrir novas fronteiras do conhecimento, gerando valor e mais qualidade de vida para o ser humano.

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

SUMÁRIO

1. SOBRE O LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE 9

O QUE É O PROJETO....9
APLICAÇÕES....9
OBJETIVOS....10
ETAPAS DE TRABALHO....10
PRODUTOS GERADOS....11

2. SOBRE O GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL..... 12

3. USO E COBERTURA DO SOLO....14

4. EXPLORANDO A GEODIVERSIDADE DA ÁREA 16

4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO....16
4.2. RECURSOS MINERAIS....21
4.3. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO....22
4.4. CONTEXTO PEDOLÓGICO, APTIDÃO AGRÍCOLA E RESISTÊNCIA DOS SOLOS A IMPACTOS AMBIENTAIS DIVERSOS....24
4.5. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS....28
4.6. CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS....33
4.7. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOTURÍSTICO....36
Descrição dos locais de interesse geoturístico....39
4.8. IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS....43

5. MAPEANDO A GEODIVERSIDADE DA ÁREA..... 46

5.1. DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS....48
5.1.1 Fluvial: planície/terraço aluvionar....49
5.1.2 Aluvionar: leque aluvial....51
5.1.3. Costeiro: laguna....53
5.1.4. Costeiro: planície/terraço marinho....55
5.1.5. Eólico: campo de dunas costeiro....57
5.2. DOMÍNIO DE ROCHAS ÍGNEAS....60
5.2.1. Vulcânica/Extrusiva: composição ácida....61
5.2.2. Vulcânica/Extrusiva: composição intermediária....63
5.2.3. Vulcânica/Extrusiva: composição básica....65
5.3. DOMÍNIO DE ROCHAS SEDIMENTARES....68
5.3.1. Paleoeólico: antigo campo de dunas....69
5.3.2. Paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre....71
5.3.3. Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, apicum, coroa de lama, praia, laguna e planície....73
5.4. AS POTENCIALIDADES E AS LIMITAÇÕES NO ESPAÇO DO GEOPARQUE 75

6. A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO E A AÇÃO..... 77

REFERÊNCIAS..... 78



Em primeiro plano, visualiza-se plantações de arroz nos leques aluviais em frente a escarpa de borda de planalto do Serra Geral - Praia Grande, SC. Foto: Melissa Franzen

1

SOBRE O LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

Maria Adelaide Mansini Maia, Marcelo Eduardo Dantas, Raimundo Almir Costa da Conceição

O QUE É O PROJETO?

O TERMO "GEODIVERSIDADE" foi utilizado pela primeira vez em 1993, durante a Conferência de Conservação Geológica e Paisagística realizada em Malvern, Reino Unido. Inicialmente, esse conceito foi introduzido para abordar a gestão de áreas de proteção ambiental, proporcionando uma contrapartida à "biodiversidade". Era necessário um termo que englobasse os elementos não bióticos do ambiente natural (Serrano; Ruiz Flaño, 2007 *apud* Silva, 2008).

O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), com foco na gestão e no ordenamento territorial, definiu a geodiversidade como a parte abiótica (meio físico) da natureza, composta por uma diversidade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que resultam em paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais. Essa geodiversidade desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da vida na Terra, e seus valores intrínsecos incluem aspectos culturais, estéticos, econômicos, científicos, educativos e turísticos (CPRM, 2006).

Pelo conhecimento da geodiversidade, é possível identificar as adequabilidades/potencialidades e limitações do meio físico de uma determinada área, diante dos diversos tipos de uso do território. Além disso, proporciona uma compreensão mais abrangente das paisagens naturais específicas de uma região, por meio da análise das características das rochas, relevo e processos intempéricos. Esse conhecimento é fundamental para realizar o diagnóstico do meio físico e sua capacidade de suporte das atividades socioeconômicas, subsidiando a implementação de atividades produtivas sustentáveis.

O Programa Levantamento da Geodiversidade, iniciado em 2006 pelo SGB/CPRM, apresenta uma linguagem acessível a diferentes usuários e divide o território brasileiro em domínios e unidades geológico-ambientais, que são grandes geossistemas responsáveis pela formação do substrato do território nacional. Esse levantamento visa aplicar o conhecimento geológico-científico em diversas áreas, com destaque para a ocupação urbana, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo. Dessa forma, busca-se utilizar as informações para subsidiar o planejamento e a gestão desses setores, promovendo o desenvolvimento sustentável, a preservação do meio ambiente e o bem-estar da sociedade.

Os principais beneficiários são órgãos governamentais voltados ao planejamento e tomadas de decisão do espaço urbano, agências reguladoras, empresas públicas e privadas, sociedade e comunidade geocientífica.

APLICAÇÕES

A DIVERSIDADE GEOLÓGICA DE UMA REGIÃO tem impactos significativos na ocupação do homem sobre o meio, no uso de seus recursos naturais e na gestão do território, nesse sentido, são aplicações do estudo da geodiversidade:

• PESQUISA CIENTÍFICA

A geodiversidade é uma fonte rica de informações para a pesquisa científica, podendo ser utilizada para compreender os ambientes, processos e recursos geológicos que deram origem às paisagens ao longo do tempo.

• DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A geodiversidade possui valor econômico intrínseco e pode ser utilizada para o atendimento das necessidades básicas dos seres humanos e animais, como a dessedentação, produção de alimentos e usos de minerais para indústria, agricultura e construção civil. Além disso, proporciona a possibilidade de geração de renda por meio do geoturismo, para vislumbre das paisagens e para o conhecimento das peculiaridades geológicas.

• GESTÃO DO TERRITÓRIO

O levantamento da geodiversidade de uma região é um importante instrumento para o planejamento e gestão territorial. Auxilia gestores públicos e privados na implantação de políticas públicas de grande impacto social adequadas a cada tipo de terreno geológico.

• EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O conhecimento da geodiversidade pode ser usado como uma ferramenta para a educação ambiental, ajudando a divulgar à sociedade os ambientes geológicos formadores do planeta e sua importância no uso racional dos recursos.

• CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

A geodiversidade é o substrato para a vida no planeta, assim como a biodiversidade faz parte do patrimônio natural e deve ser protegida e conservada, para a proteção de ecossistemas.

OBJETIVOS

O LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE tem como objetivo principal conhecer a diversidade de ambientes geológicos, suas adequabilidades e limitações ante os usos: ocupação urbana, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo. Adicionalmente, visa traduzir para a sociedade as informações geocientíficas, tornando-as acessíveis aos mais diversos públicos. As informações levantadas são compatíveis com a escala 1:100.000.

Entretanto, outros objetivos são importantes, como:

1. Destacar as características geológicas e geomorfológicas presentes em uma região, revelando a variedade de formações rochosas, relevo e processos geológicos que contribuem para a sua diversidade;

2. Identificar as áreas cujas rochas e relevo são propensas à ocorrência de problemas geotécnicos e hidrológicos;

3. Apresentar a classificação dos aquíferos em relação à favorabilidade de ocorrência para água subterrânea (favorabilidade hidrogeológica);

4. Identificar as áreas desfavoráveis ao desenvolvimento da agricultura em função do tipo de relevo e grau de pedregosidade/rochosidade;

5. Apresentar as ocorrências minerais presentes na região, fornecendo informações valiosas sobre a distribuição e a potencialidade;

6. Identificar locais com potencial para o desenvolvimento do geoturismo, incentivando visitas e proporcionando experiências educativa e recreativa aos turistas, baseadas em elementos da geologia e da geomorfologia.

ETAPAS DE TRABALHO

OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS utilizados na elaboração deste estudo foram baseados no Manual Metodológico para Levantamento da Geodiversidade em escalas 1:100.000 a 1:50.000, versão 4 (Maia *et a*l., 2024), cujas etapas estão sintetizadas no fluxograma abaixo (Figura 1.1). Mais detalhes podem ser obtidos em https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24804 rigeo.cprm.gov.br/manual.

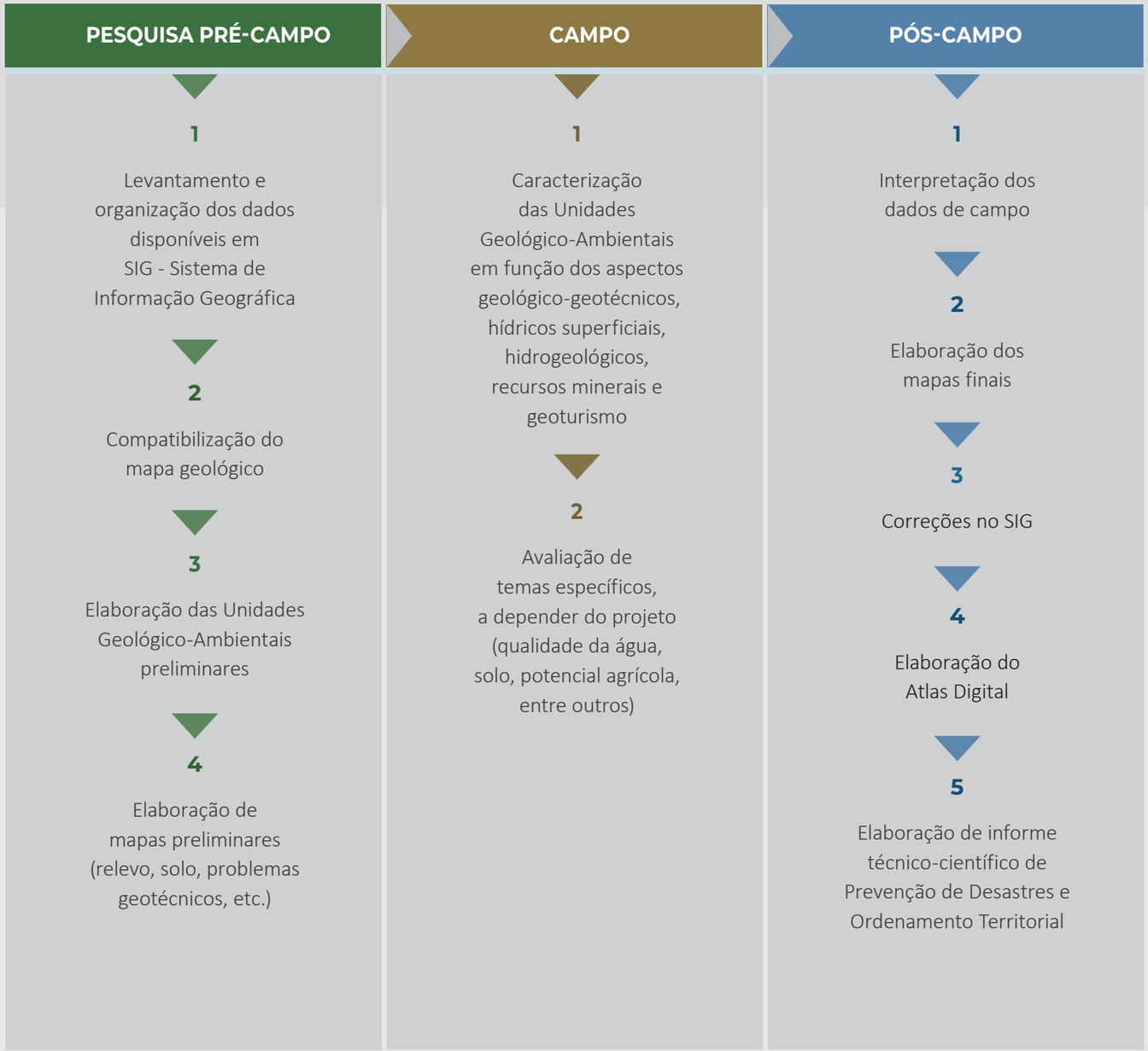
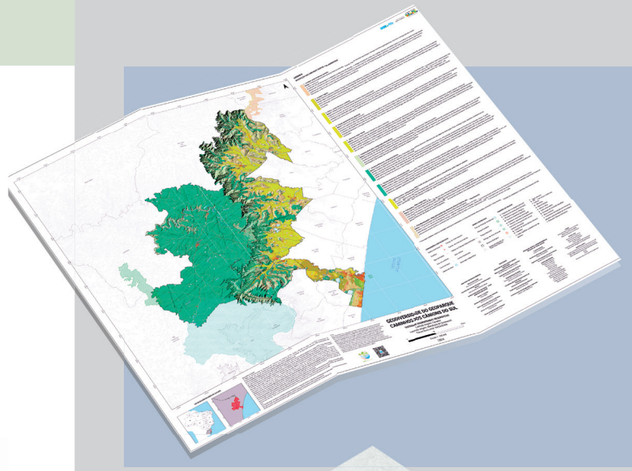


Figura 1.1 - Fluxograma das etapas de trabalho do levantamento da geodiversidade. Fonte: Elaborada pelos autores.

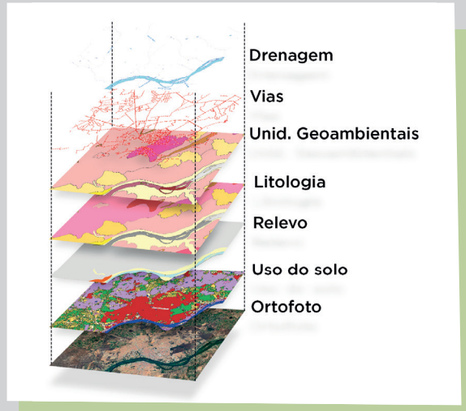
PRODUTOS GERADOS

OS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE SÃO APRESENTADOS
sob a forma de mapa, banco de dados organizados em ambiente de **SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES**, **ATLAS DIGITAL**, **FOLDER** e **ARTIGOS CIENTÍFICOS.**



MAPA DA GEODIVERSIDADE

Apresenta a cartografia das unidades geológico-ambientais e legenda com a síntese de suas respectivas potencialidades e limitações frente aos usos:
ocupação urbana, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo.



SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Os dados produzidos pelo projeto estão organizados em ambiente SIG, facilitando a compreensão espacial e as relações geográficas, importantes para o planejamento, tomada de decisões e compartilhamento de informações.



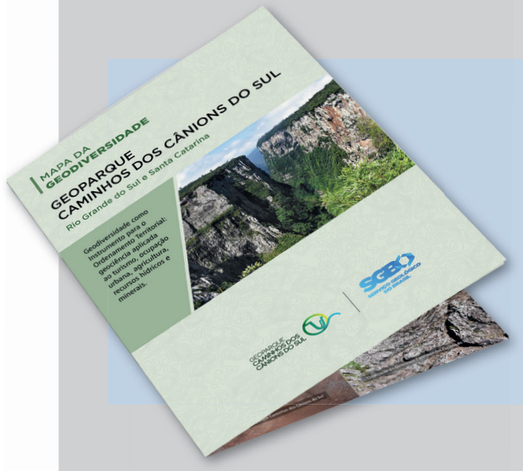
ATLAS DIGITAL

Documento em formato A3, ricamente ilustrado, que apresenta o estudo de forma detalhada e com linguagem acessível.



INFORME TÉCNICO

Os resultados do trabalho foram aprofundados por meio da elaboração de artigos para o Informe Técnico-Científico de Prevenção de Desastres e Ordenamento Territorial do SGB, para o Journal of Geological Survey of Brazil (JGSB), além de eventos científicos e outros periódicos.



FOLDER

Documento que sintetiza os aspectos gerais do trabalho, forma de uso e principais resultados.

2

SOBRE O GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

Raquel Barros Binotto

A ÁREA DE ESTUDO ESTÁ LOCALIZADA na Região Sul do Brasil, entre os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, distando cerca de 200 km da capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, e 300 km da capital do estado de Santa Catarina, Florianópolis.

Contempla uma população de 78.533 habitantes (IBGE, 2022) distribuída em 2.803,80 km², englobando os municípios catarinenses Jacinto Machado, Morro Grande, Praia Grande e Timbé do Sul, e gaúchos Cambará do Sul, Mampituba e Torres (Figura 2.1).

Abrange porções de dois compartimentos de paisagem principais – o planalto e a planície costeira – limitados pelo escarpamento da Serra Geral, na região dos Cânions do Sul, próximo à zona litorânea (Figuras 2.2, 2.3 e 2.4).

A chancela da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) para o Geoparque, deu-se em abril 2022.

Em termos de uso e ocupação do solo, a porção leste da área de estudo, caracteristicamente plana, está ocupada com a agricultura, com destaque para a rizicultura, desenvolvida nas planícies, e o cultivo de banana e fumo nas baixa e média encostas dos Aparados da Serra Geral (Figura 2.5). No planalto, as principais atividades econômicas são a pecuária extensiva e a silvicultura. Em Cambará do Sul, a indústria de celulose merece destaque.

Além das atividades agropecuárias, a vocação turística vem crescendo ao longo dos anos, com foco no turismo rural e de aventura, aliado à contemplação das belezas naturais nas diferentes unidades de conservação distribuídas na região, a exemplo dos parques nacionais de Aparados da Serra e da Serra Geral.

A recente chancela da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) ao Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS), em abril de 2022, insere a região no mapa dos destinos que são exemplo de gestão com foco no desenvolvimento sustentável, e abre portas para novas oportunidades de cooperação. O geoparque passou a ser reconhecido como um território de relevância geológica internacional e a integrar oficialmente a Rede Global de Geoparques (*Global Geoparks Network – GGN*).

A área do geoparque possui rios e arroios que drenam para o interior do estado do Rio Grande do Sul, no planalto, conformando cerca de 40% da área do GCCS, na Bacia do Rio Taquari/Antas, e 35% e 27% da área do GCCS; na planície, são drenados, respectivamente, por cursos de água das bacias dos rios Araranguá e Mampituba. Menos de 1% da área do geoparque, no município de Torres, está inserida na Bacia do Rio Tramandaí.

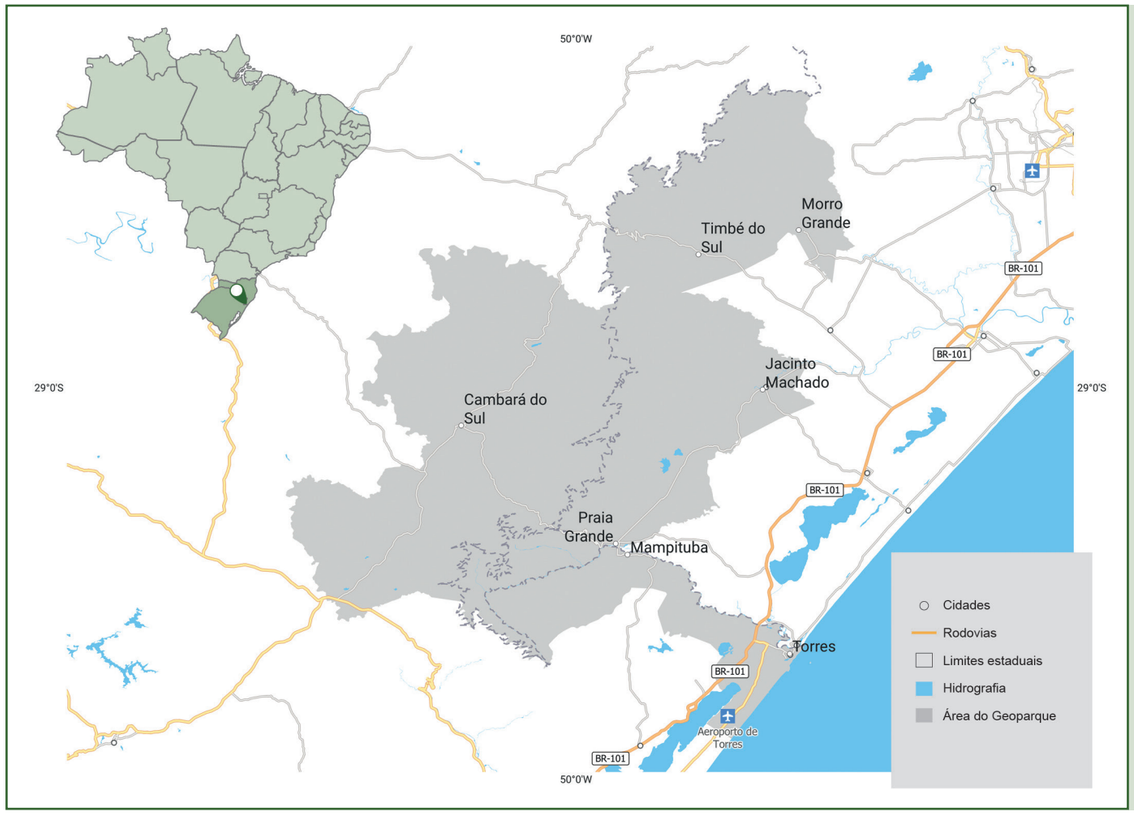


Figura 2.1 - Mapa de localização da área de estudo. Elaborado por Raimundo Almir Costa Conceição (2023), com base em IBGE (2023).



Figura 2.2 - Vista geral de parte da área de estudo, da encosta do planalto à planície costeira. Foto: Angela Bellettini (2023).



Figura 2.3 - Uso do solo com agropecuária e formações florestais no planalto. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 2.4 - Vista geral de parte da área de estudo, das planícies às encostas do planalto. Rizicultura, em primeiro plano, cultivo de banana nas encostas do planalto. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 2.5 - Exploração do geoturismo no Geossítio Cânion Itaimbezinho, no Parque Nacional de Aparados da Serra. Foto: Angela Bellettini (2023).

3

USO E COBERTURA DO SOLO

Alberto Franco Lacerda

AO LONGO DAS ÚLTIMAS TRÊS DÉCADAS (1991 a 2021), o cenário da região do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul passou por significativas transformações em sua cobertura do solo (Figura 3.1), refletindo o dinamismo e as demandas do desenvolvimento regional, revelando nuances importantes sobre o equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a preservação ambiental.

Os dados analisados a partir do projeto MapBiomas Brasil (Sousa *et al.,* 2020) lançam luz sobre mudanças importantes em algumas categorias ao longo do tempo, destacando dois pontos-chave: o aumento substancial nas áreas de silvicultura e diminuição, como um todo, das áreas naturais.

A classe floresta, que abrangia 1.434,73 km², experimentou uma leve redução de, aproximadamente, 7%, alcançando 1.337,27 km². Essa mudança, entretanto, não foi tão marcante quanto as observadas em outras categorias, pelo fato de se encontrar preservada, principalmente, nas escarpas de borda de planalto e nos terrenos mais dissecados nas bacias dos rios Pavão, Restinga Feia, Reserva e Garrafa.

Já a área de formação natural não florestal, composta por campos naturais, diminuiu de 695,51 km² para 545,80 km², refletindo um impacto mais expressivo, configurando em uma perda de quase ¼ da área.

O avanço mais notável ocorreu nas áreas de silvicultura, representadas pela floresta plantada, principalmente, de pinus, que saltaram de 120,31 km² para 268,79 km², indicando um aumento de, aproximadamente, 123% ao longo de 30 anos. O crescimento acentuado concentrou-se, principalmente, nas regiões de planalto, em áreas outrora ocupadas por campos naturais, sinalizando uma mudança significativa na paisagem local.

A expansão, também, foi observada na área de pastagem, que cresceu quase 50%, passando de 36,41 km² para 53,16 km². Contudo, importante ressaltar a migração dessa atividade da região de planalto para a região do sopé das escarpas de planalto, nas cabeceiras das principais drenagens da área de estudo.

Na agricultura, as mudanças foram evidentes, com a área aumentando de 488,25 km² para 557,94 km², um incremento de, aproximadamente, 15%. Na região de planalto, o aparecimento e desenvolvimento do setor é registrado na porção sudoeste do município de Cambará do Sul. Na porção mais a leste da área de estudo, nas cotas mais baixas, o avanço mais expressivo da agricultura ocorreu sobre as áreas de floresta, predominantemente, cabeceiras das bacias do Ribeirão Molha Coco, Rio Malacara (ou Rio Macaco), Rio Três Irmãos, Rio Cachoeira e Ribeirão Praia Seca, no município de Praia Grande; e nas bacias dos rios Leão, Bonito, Engenho Velho e Pinheirinho, no município de Jacinto Machado.

A classe áreas não vegetadas, representando, em sua maior parte, os espaços urbanos, testemunharam uma considerável alteração, saltando de 16,94 km² para 28,17 km². O fenômeno, possivelmente impulsionado pela indústria moveleira e pelo setor agrícola, fez com que o crescimento conjunto das principais cidades que compõem o geoparque, como Cambará do Sul, Timbé do Sul, Jacinto Machado, Praia Grande, Morro Grande e, sobretudo, o distrito de Vila São João, localizado na porção noroeste de Torres, registrassem um aumento na ordem de quase 70% da malha urbana. Especificamente no município de Torres, na área urbana que margeia a costa, o processo de verticalização das construções, com adensamento populacional, já pode ser observado.

Em um panorama mais amplo, as transformações na cobertura do solo refletem a complexidade do desenvolvimento sustentável na região, onde desafios ambientais e econômicos convergem, destacando a necessidade de estratégias equilibradas para preservar a beleza natural do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul.

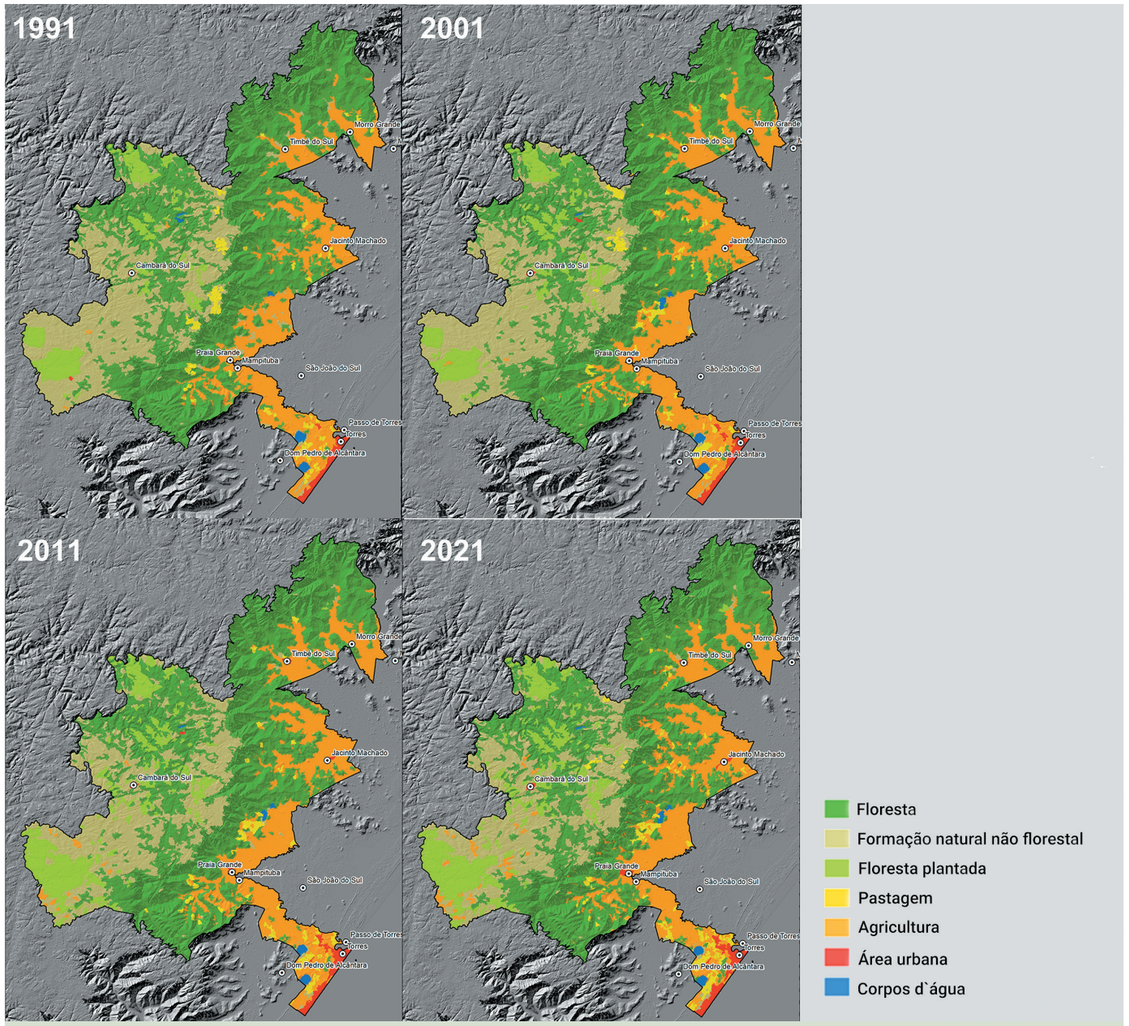


Figura 3.1 - Mapas de uso e cobertura do solo do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Alberto Lacerda modificado de MapBiomas (2023).

Nesse contexto, o entendimento da dinâmica das alterações identificadas na região passou por uma reclassificação das imagens originais do projeto MapBiomas Brasil, onde as sete classes de uso e de cobertura do solo foram agrupadas em seis novas classes (Figura 3.2):

- **Áreas Inalteradas:** aparecem em cinza e abrangem as áreas que não sofreram alterações ao longo dos anos;
- **Áreas Naturais:** destacadas em verde-claro, agrupando as áreas de floresta e campos naturais);
- **Áreas Antropizadas:** em laranja, onde foram agrupadas as classes pastagem, agricultura e silvicultura;
- **Reflorestamento:** apresentadas em verde-escuro, representando as áreas antes antropizadas, que tiveram uma recuperação para áreas naturais;
- **Desflorestamento:** destacadas em vermelho, indicando o avanço da antropização na área de estudo.

A classe água (em azul) não apresentou modificações significativas para este trabalho, sendo considerada estável ao longo do tempo analisado.

Após essa etapa, foi realizada uma análise de detecção de mudanças no uso e cobertura do solo das imagens, pixel a pixel, com o novo agrupamento de classes.

A modificação do espaço geográfico nas últimas três décadas, ilustrada aqui pelos mapas de mudança do uso e cobertura do solo (Figura 3.2), mostra as transformações que refletem não apenas o dinamismo econômico da região, mas também as potencialidades dos diferentes tipos de uso do solo.

Década de 1991 a 2001: desafios iniciais e sinais de recuperação

Nos anos iniciais, de 1991 a 2001, a região central do geoparque apresentou significativas mudanças no uso da terra. Grandes áreas de desmatamento marcaram a porção central da área, especialmente no planalto, com alguns focos nas áreas de cotas mais baixas. A transição da pecuária para as regiões mais baixas foi notável, resultando em uma identificação positiva de recuperação de antigas áreas dessa prática para campos naturais na borda do planalto.

Década de 2001 a 2011: avanço expressivo do desmatamento e silvicultura

Na segunda década, de 2001 a 2011, a região testemunhou um avanço realmente expressivo do desmatamento, com a supressão de extensas áreas de campos naturais para a ampliação da atividade de silvicultura, especialmente na porção sudoeste do município de Cambará do Sul. As alterações ocorridas nessa década representam o crescimento do setor moveleiro na região.

Uma pequena frente de recuperação de áreas de campos naturais emergiu devido à migração da pecuária para outras áreas. Observou-se, também, de forma diminuta, alterações nas atividades antrópicas em pequenos *clusters*, indicando uma adaptação à conjuntura econômica da época.

Década de 2011 a 2021: desafios crescentes com o avanço da agricultura e pecuária

Na última década, observou-se o avanço significativo do desmatamento na porção leste da área de estudo. Esse fenômeno foi impulsionado pelo crescimento da agricultura e da pecuária no sopé das escarpas de planalto, refletindo a dinâmica do setor econômico e evidenciando a pressão contínua sobre as áreas naturais.

Desafios e Perspectivas Futuras

As transformações no uso e na cobertura do solo na área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, vistas na Figura 3.3, destacam o crescimento das atividades antrópicas e as pressões dessas atividades sobre os ecossistemas naturais.

A transformação do cenário natural ressalta a necessidade de estratégias sustentáveis de uso da terra, conciliando o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental.

A redução das áreas naturais fica evidente diante do expressivo crescimento das atividades de silvicultura e da migração e ampliação das atividades de agricultura e de pecuária. A notória expansão da área urbana impõe desafios para o planejamento sustentável e gestão dos recursos.

Ao destacar tais alterações, o trabalho enfatiza a necessidade de estratégias integradas para promover o desenvolvimento socioeconômico, sem comprometer a integridade ambiental dos municípios que compõem o geoparque. A gestão sustentável dessas mudanças é crucial para garantir a prosperidade econômica da região, ao mesmo tempo em que se protege a rica biodiversidade e os ecossistemas locais.

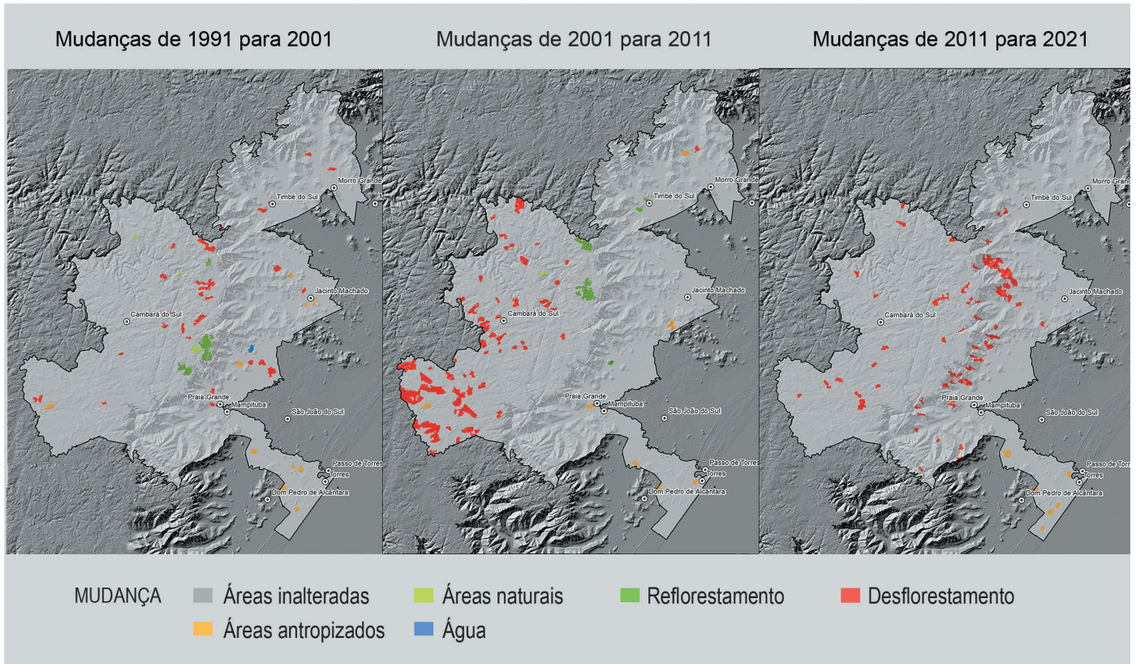


Figura 3.2 - Mapas da dinâmica de mudanças do uso e cobertura do solo do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Alberto Lacerda, modificado de MapBiomas (2023).

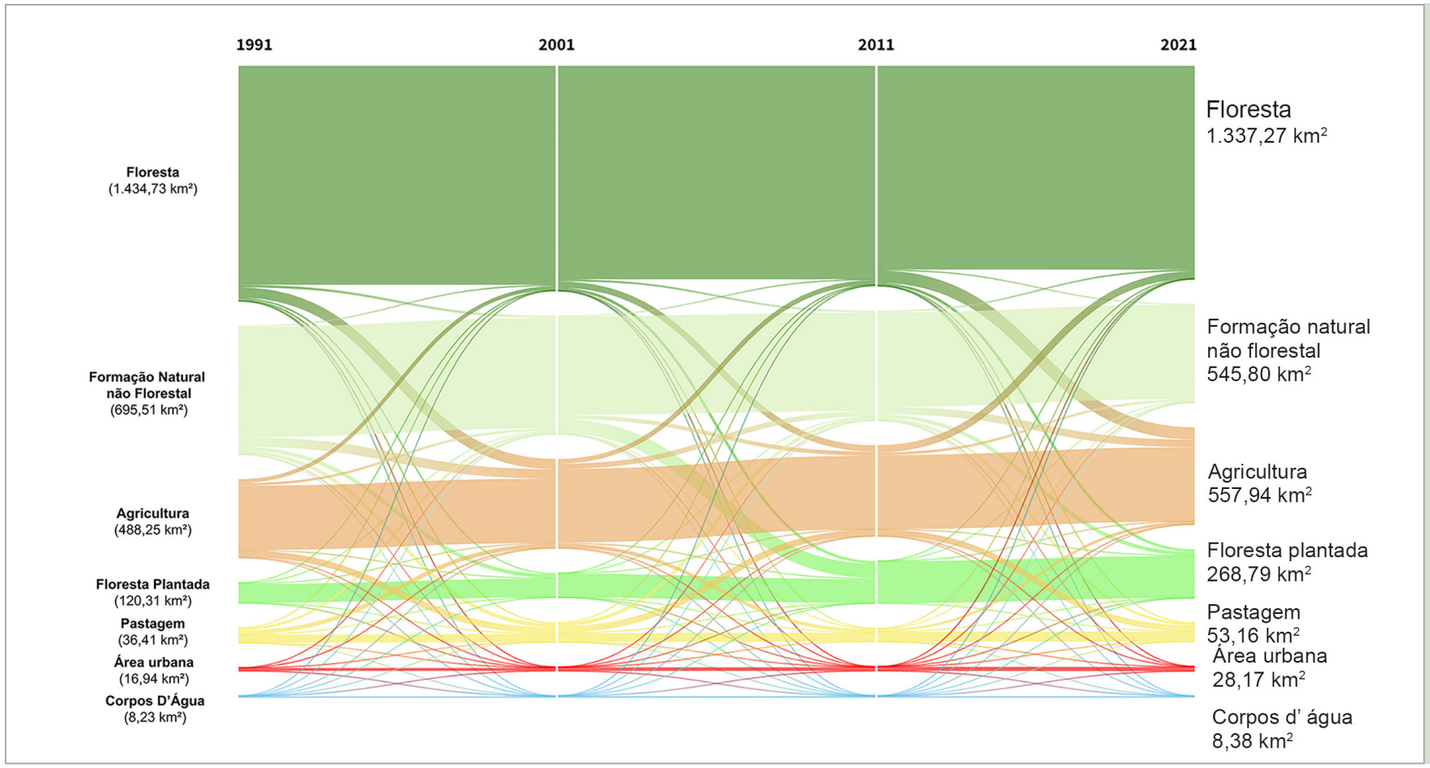


Figura 3.3 - Diagrama de fluxo das alterações do uso e cobertura do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul ao longo do tempo. Elaborado por Alberto Lacerda.

4

EXPLORANDO A GEODIVERSIDADE DA ÁREA

Raquel Barros Binotto, Melissa Franzen, Debora Lamberty,
Gilberto Lima , Elvio Giasson, Camila Dalla Porta Mattiuzi,
Franco Turco Buffon, Adriana Burin Weschenfelder, Ivete Souza do Nascimento,
Eber José de Andrade Pinto, Marcos Alexandre de Freitas,
Marcelo Goffermann, Eliel Martins Senhorinho, Angela da Silva Bellettini,
Renato Ribeiro Mendonça

4.1. CONTEXTO GEOLÓGICO

A HISTÓRIA GEOLÓGICA DO GCCS passa por eventos muito distantes no tempo geológico. O seu território apresenta exposições de sedimentos continentais e de plataforma rasa da Bacia do Paraná depositados no paleocontinente Gondwana, do magmatismo vulcânico Serra Geral assentado sobre esses sedimentos nas escarpas, patamares e no Planalto da Serra Geral, além de coberturas cenozóicas que recobrem as unidades mais antigas numa ampla planície ao leste da escarpa do planalto (Figuras 4.1 e 4.2).

O geoparque está localizado nas imediações de uma feição geológica denominada de Calha de Torres que, segundo Rossetti *et al.* (2021), compreende um baixo estrutural entre os platôs dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul, e de São Joaquim, em Santa Catarina (Figura 4.3). O embasamento da Bacia do Paraná, sob a Calha de Torres, é composto por um arranjo de terrenos tectônicos amalgamados durante o Ciclo Brasiliano-Pan-Africano (850 – 500 Ma[1]) (Chemale Júnior, 2000), responsável pela formação do Gondwana.

O paleocontinente Gondwana reunia a maior parte das terras firmes que hoje constituem os continentes do Hemisfério Sul e a Índia. Ele existiu do Cambriano ao Cretáceo, por cerca de 350 Ma[2]. Durante esse período, o Gondwana passou por duas glaciações[3], uma transgressão marinha[4] e uma desertificação, a partir do final do Permiano estendendo-se até o Eocretáceo. Toda a história geológica encontra registro nos estratos sedimentares da Bacia do Paraná. Nas imediações do GCCS, é possível contemplar uma parte da história em unidades da Supersequência Gondwana I, de Milani *et al.* (2007), e o registro da sequência completa pode ser visto na Serra do Rio do Rastro (município de Lauro Müller, SC).

Durante boa parte do Eocarbonífero, o Gondwana sul-ocidental estava sob elevadas altitudes e passava por uma extensa glaciação continental, fator inibidor de acumulação sedimentar expressiva. Com a migração do paleocontinente para norte, afastando-se do foco da glaciação do Polo Sul, a sedimentação foi retomada num contexto periglacial[5]. Nas imediações do geoparque, afloram depósitos glaciais do Grupo Itararé, ligados à fase de degelo (Milani *et al.* 2007).

Com a deglaciação e a consequente subida do nível do mar - transgressão permiana (Lavina; Lopes, 1986), iniciam-se os depósitos da Fm. Rio Bonito, com pacotes ora dominantemente arenosos, ora pelíticos[6], com influência marinha do "mar Palermo" que, a seguir, recobriria por completo a bacia. Localmente, sob condições de restrição lagunar ao longo da franja litorânea, desenvolveram-se turfeiras que deram origem aos carvões (Milani *et al.* 2007) da Região Carbonífera de Santa Catarina, nas imediações da cidade de Criciúma, SC. Durante o Permiano, o Gondwana sai da influência glacial, passa por condições de máximo afogamento marinho e começam a se estabelecer os sistemas continentais na bacia de acumulação.

Os registros geológicos mais antigos encontrados na área do GCCS são do Mesopermiano-Eopermiano, há aproximadamente 265 milhões de anos (Ma), e testemunham tanto a última incursão marinha na Fm. Teresina (Figura 4.4), quanto a mudança para um ambiente continental dos tipos eólico, fluvial e de lagos rasos na Fm. Rio do Rasto (Figura 4.5).

A Fm. Teresina é a unidade mais antiga e aflora em pequenas porções na borda nordeste do geoparque.

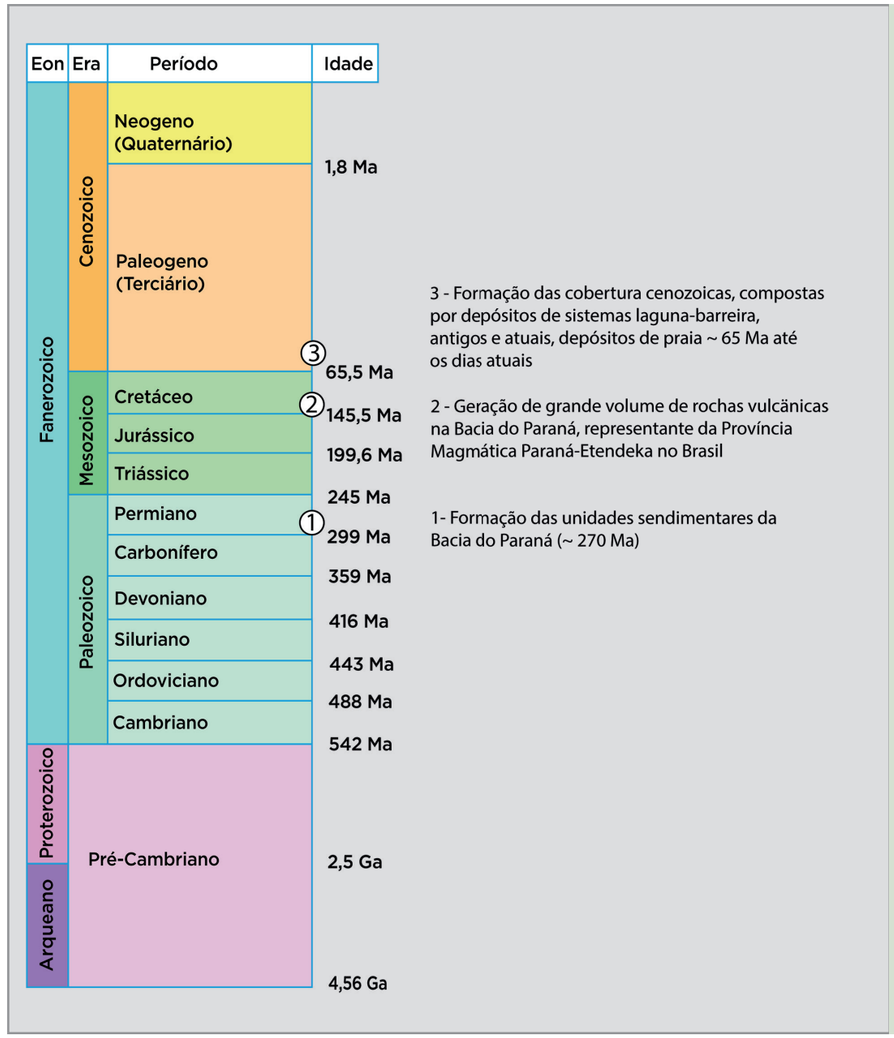


Figura 4.1 - Escala do tempo geológico resumida e idades aproximadas dos eventos geológicos geradores. Fonte: modificado de Carneiro *et al.* (2005).

[1] Ma: milhões de anos (1 Ma = 1.000.000 de anos).

[2] Milhões de anos.

[3] Período de tempo onde ocorre o acúmulo de gelo na superfície terrestre além das calotas polares.

[4] Subida do nível do mar, que avança sobre o continente, cobrindo áreas que antes estavam secas.

[5] Paisagem com atuação de ciclos de congelamento e descongelamento sazonal do terreno.

[6] Tamanhos de grãos indistintos, porque resultam do endurecimento de massas lodosas.

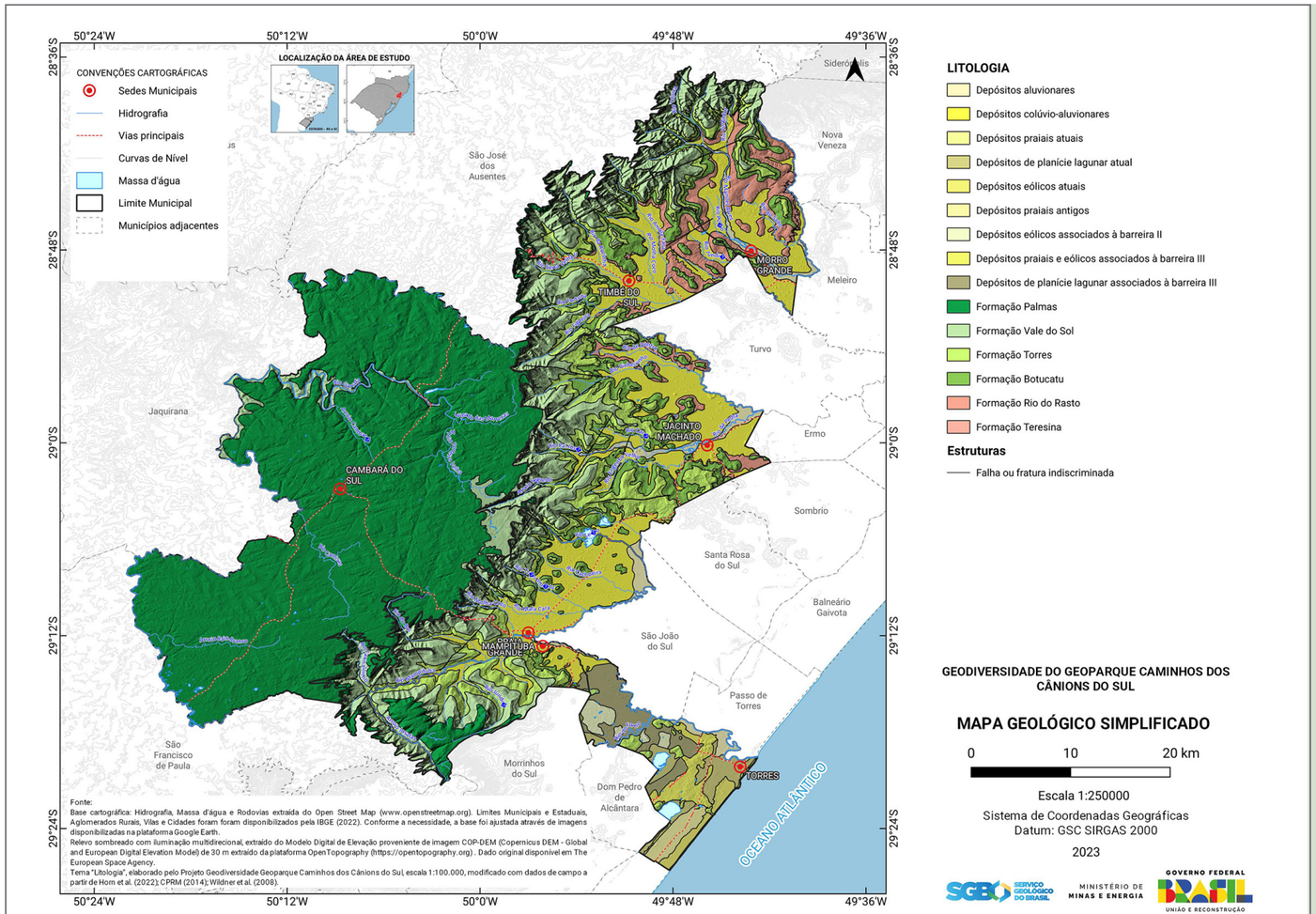


Figura 4.2 - Mapa geológico simplificado do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Fonte: Franzen *et al.* (2023), baseado em dados de campo e trabalhos de Horn *et al.* (2022); Wildner *et al.* (2008; 2014).

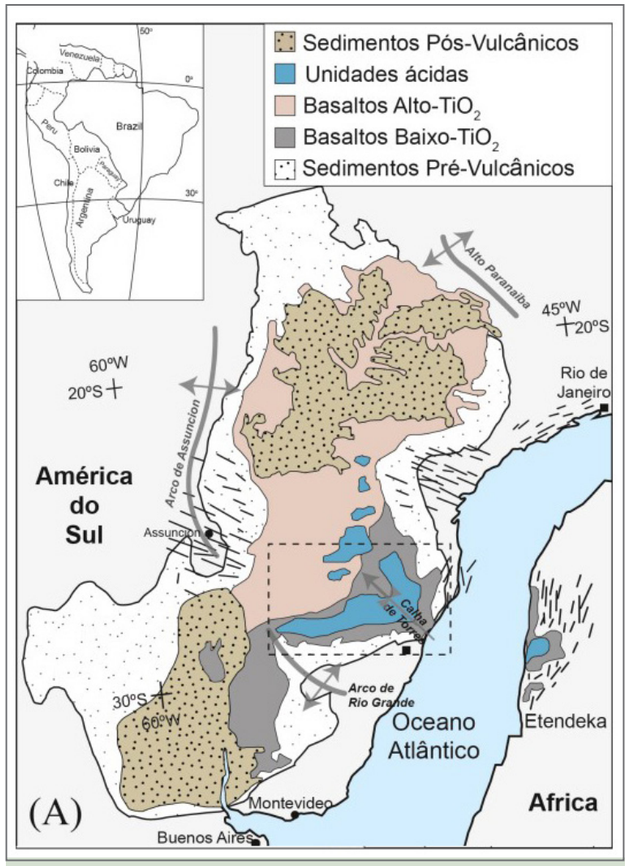


Figura 4.3 - Contexto geotectônico do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, aproximadamente coincidente com a Calha de Torres. Fonte: Rossetti *et al.* (2021).

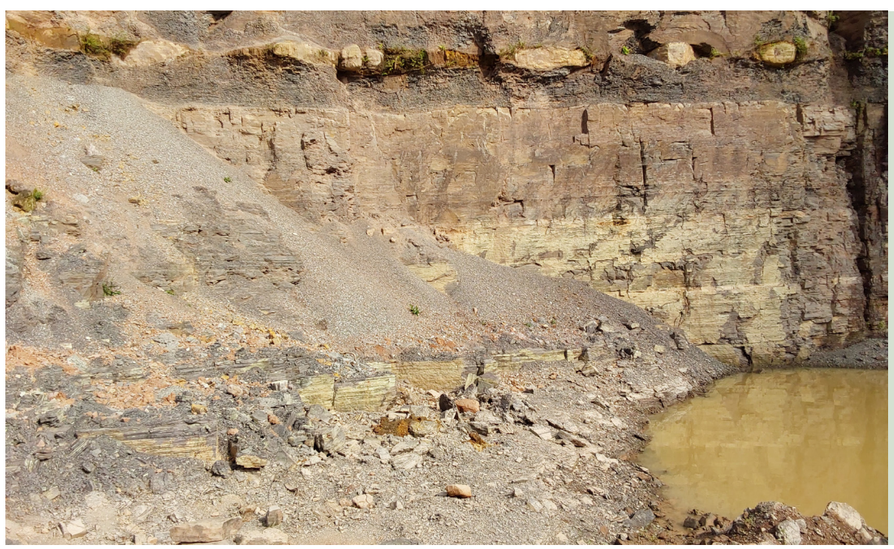


Figura 4.4 - Fm. Teresina na estrada para Rio do Meio, Morro Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.5 - Fm. Rio do Rasto no acesso ao Clube 27, SC285, Timbé do Sul, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).

É representada por heterolitos[7], compostos por intercalação de arenito fino a muito fino e folhelho[8], em ciclos granocrescentes ascendentes[9], que iniciam com folhelhos escuros e terminam com arenitos finos, alguns com abundante cimentação por carbonato de cálcio (Rocha, 2020). Para o topo da unidade, ocorre o progressivo aparecimento de cores de oxidação, como vermelho e roxo, que culminam no predomínio destas cores na Fm. Rio do Rasto.

A Fm. Rio do Rasto ocorre em pequenas porções do norte, nordeste e leste do GCCS. Na área, ela é caracterizada por arenitos finos, bem selecionados, vermelhos a roxos avermelhados, maciços ou com estratificação plano-paralela, em camadas tabulares e lenticulares. Ocorrem, também, camadas tabulares de pelitos maciços, argilitos e folhelhos avermelhados. Essa unidade delimita o final da Era Paleozoica e o início da Era Mesozoica (250 Ma), quando se deu a maior extinção em massa da história da Terra, sendo encerrada por uma discordância (Eotriássica-Neopermiana-Eocretácea). Na área de estudo, o registro está representado por uma superfície de desconformidade[10] (Figura 4.6), que separa a Fm. Rio do Rasto da Fm. Botucatu.

No final do Permiano e durante o Triássico, os continentes estavam conectados num único paleocontinente, o Pangea (270 - 200 Ma). Não existiam calotas polares e o clima quente e árido gerou grandes desertos arenosos, e surgiram os primeiros dinossauros, que passaram a dominar a superfície terrestre em todo o mundo.

A Fm. Botucatu evidencia ambiente eólico e árido, com interior continental, onde se estabeleceu uma das maiores deposições eólicas contínuas do mundo (Figura 4.7). Em ambientes áridos, como foi o Deserto Botucatu, dificilmente são preservados fósseis de restos corporais de animais. Por isso, na Fm. Botucatu predominam icnofósseis[11], com pegadas atribuídas a vertebrados e rastros de invertebrados.

Sabe-se que, no Deserto Botucatu, pelo menos seis grupos diferentes de dinossauros coexistiram, das subordens Theropoda (carnívoros de pequeno a médio porte) e Ornithopoda (herbívoros de médio a grande porte). Segundo Leonardi (1991), a predominância de dinossauros Theropoda (Coelurosauria) para as icnofaunas dos paleoambientes desérticos sul-americanos sugere que seriam mais bem adaptados às regiões áridas e desérticas que outros grupos de dinossauros.

Durante o Mesozoico, uma série de episódios magmáticos afetou as bacias cratônicas sul-americanas. O intenso vulcanismo fissural, que levou à desagregação do Pangea, iniciou com a abertura do Oceano Atlântico central, e depois as anomalias térmicas causaram o rifteamento[12] continental no Hemisfério Sul, originando o magmatismo da Serra Geral (MIlani *et al.*, 2007).

O vulcanismo intenso representado por derrames dominantemente básicos, com camadas de areia entre eles, encerra a vida de um dos maiores desertos da Terra. O limite superior da idade da Fm. Botucatu corresponde ao Neocomiano (Cretáceo Inferior), mesmo intervalo temporal dos derrames mais novos da Fm. Serra Geral (Scherer *et al.*, 2000). Datações diversas situam o evento vulcânico entre 137 Ma e 127 Ma, pelo método Ar/Ar (Milani *et al.*, 2007).

O pacote vulcano-sedimentar, compreendendo a Fm. Botucatu e a Fm. Serra Geral, denominado Grupo Serra Geral, representa a Província Magmática Paraná-Etendeka no Brasil (Wildner; Hartmann; Lopes, 2007; Hartmann, 2014; Rossetti *et al.*, 2018). A maior parte da área de exposição dessa província localiza-se na América do Sul (90%), agrupada estratigraficamente no Grupo Serra Geral, e apenas uma pequena parte ocorre no oeste da África (10%), na Namíbia e em Angola (Figura 4.3). Considerando a morfologia interna dos derrames em diferentes escalas - local e regional, na área do GCCS, a sucessão vulcânica possui três unidades principais de lavas: Formação Torres, Formação Vale do Sol e Formação Palmas (Rossetti *et al.*, 2018, 2021; Besser *et al.*, 2018).

A Fm. Torres agrupa os derrames iniciais da Província Magmática Paraná-Etendeka, compondo a porção inferior do Grupo Serra Geral (Rossetti *et al.*, 2018). A seção-tipo é descrita no Parque Estadual da Guarita, no município de Torres-RS (Rossetti *et al.,* 2018), onde se observa a sobreposição dos primeiros derrames de lavas basálticas aos arenitos da Fm. Botucatu (Figura 4.8). São lavas basálticas quimicamente mais primitivas[13] que ocorrem em forma de derrames espessos (podem atingir 40 m), classificados como do tipo empoçado (Figura 4.9), pois ocupam os paleovales entre as dunas do Deserto Botucatu.

---

[7] Estrutura sedimentar formada pela alternância entre lâminas de diferentes granulometrias.

[8] Rocha composta de lâminas finas, sobrepostas, que se abrem como folhas. Geralmente, apresentam grande quantidade de matéria orgânica e fósseis.

[9] Grãos dos sedimentos tornam-se progressivamente mais grossos em direção ao topo de cada ciclo.

[10] Contato entre dois conjuntos de rochas sedimentares de idades distintas.

[11] Fósseis que identificam a atividade animal, seja por meio de pegadas, rastros, túneis, excrementos, marcas de dentadas, dentre outros.

[12] Deriva do termo inglês “ *rift*” que significa “fenda”, e corresponde a uma ruptura da crosta.

[13] Lavas basálticas possuem composição química básica (parecida com a composição mantélica), que, devido ao resfriamento rápido, cristalizam os minerais ferro-magnesianos, que possuem pontos de solidificação mais altos, resultando numa mineralogia quimicamente mais primitiva, comparativamente às rochas intermediárias e ácidas, que são progressivamente mais diferenciadas.



Figura 4.6 - Contato por desconformidade entre a Fm. Rio do Rasto e a Fm. Botucatu, em frente à igreja e ao Centro Comunitário Encruzo na Pedra, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.7 - Fm. Botucatu na Praia da Guarita, em Torres, RS. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 4.8 - Morro-testemunho da Fm. Torres com “saia” de arenito da Fm. Botucatu, na Praia da Guarita, em Torres, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).

Comumente, ocorrem peperitos[14] na base da Fm. Torres, demonstrando feições de interação entre lava-sedimento. A unidade alcança uma espessura total média de 150 m e, em direção ao topo, predominam derrames do tipo *pahoehoe*[15], simples ou compostos, com espessuras entre 0,5 m e 5 m, os quais podem se encontrar muito intemperizados[16].

A Fm. Vale do Sol é formada por rochas de composição intermediária, classificadas como andesitos basálticos. Constitui o estágio principal da sequência vulcânica do Grupo Serra Geral, pois são os derrames máficos[17] mais volumosos. São derrames espessos (>25 m), do tipo *rubbly pahoehoe*[18], relacionados a altas taxas de efusão das erupções (Rosseti *et al.*, 2018). Na área do geoparque, essa unidade ocupa as cotas em média acima de 300 m de altitude, alcançando de 500 a 600 m de espessura. Possuem uma zona superior vesicular[19], com superfície fragmentada, descrita como brecha autoclástica, que se formam com o rompimento da crosta superior do derrame durante seu deslocamento (Figura 4.10).

A Fm. Palmas se intercala à porção de topo da Fm. Vale do Sol e a recobre totalmente na área do geoparque. É formada por rochas ácidas, classificadas como dacitos e riolitos, de cor cinza-claro a cinza-arroxeado (Figura 4.11), e por vidros vulcânicos hidratados de cor preta (*pitchstone*), nas bordas dos derrames. Em sua maioria, compõem derrames tabulares espessos (alguns com mais de 50 m de espessura), com margens lobadas[20] e, por vezes, brechadas. A espessura da unidade pode atingir até 400 m.

Recobrindo as unidades citadas, nas imediações da escarpa e dos morros-testemunhos, áreas de declividade acentuada têm depósitos colúvio-aluvionares, no sopé das encostas, e aluviões, ao longo dos atuais cursos de água. Envolvem cascalhos, areias e lamas resultantes de fluxos gravitacionais e aluviais, formando depósitos de tálus (predomínio de material grosso), junto à base e a meia-encosta dos morros (Figura 4.12) e rampas de colúvio (finos) em posições mais distais. Esses depósitos podem ser retrabalhados pelo sistema fluvial, formando depósitos aluvionares nas regiões de baixa declividade e ao longo das drenagens (Figura 4.13).

Na medida em que se avança em direção à linha de costa, os depósitos continentais passam a transicionais e marinhos, passando por dois sistemas laguna-barreira, representando os ambientes de sedimentação costeiros antigos e atuais. O sistema laguna-barreira é composto pelos subsistemas lagunar, de barreira (dunas) e canal de ligação. Na área de estudo, existem duas barreiras arenosas, a mais interiorizada do Pleistoceno Superior (< 120 Ka[21]) e a mais externa do Holoceno (> 11 Ka) (Silva; Leites, 2000).

As fácies sedimentares da barreira pleistocênica se originaram em ambiente praial e marinho raso, sendo recobertas por sedimentação eólica (Villwock; Tomazelli,1995). Concomitante à formação da barreira arenosa, se instalaram no seu reverso grandes corpos aquosos costeiros, posteriormente segmentados, que originaram paleolagunas e alagadiços, constituídos por turfas ou lamas ricas em matéria orgânica (Figura 4.14).

Sobre esses sedimentos pleistocênicos, durante o Holoceno, desenvolveram-se ambientes do tipo laguna-barreira, compreendendo depósitos praiais, eólicos e lagunares. O espaço de retrobarreira, ocupado por grandes corpos lagunares, evoluiu para um complexo de ambientes, incluindo sistemas aluviais (rios meandrantes e canais interlagunares), deltaicos (deltas fluviolagunares e deltas de maré lagunar) e paludiais (pântanos, alagadiços e turfeiras), que coexistiram ou gradaram temporal e espacialmente uns nos outros (Villwock; Tomazelli,1995), desde o auge da última fase transgressiva do nível do mar e sua posterior regressão (< 5,1 ka) (Silva; Leites, 2000). Na Figura 4.15, é possível visualizar o avanço da ocupação urbana sobre os sistemas eólico e fluviolagunar no Parque Estadual de Itapeva, em Torres, RS.

[14] Sedimentos (geralmente úmidos) misturados com clastos ígneos juvenis. O termo brecha hidromagmática de contato também pode ser usado.

[15] Tipo de lava fluida, que solidifica com uma superfície regular, lisa ou ondulada.

[16] O intemperismo é o conjunto de processos físicos e químicos que quebram e alteram as rochas na superfície da Terra.

[17] Os magmas máficos são ricos em minerais, como o ferro e o magnésio, o que lhes conferem uma cor escura.

[18] Lavas do tipo *rubbly pahoehoe* que, ao esfriarem e solidificarem, desenvolvem uma superfície rugosa e fragmentada (blocos).

[19] Vesículas são pequenos buracos ou bolhas que se formam quando a lava vulcânica esfria e aprisiona os gases que estavam presentes na lava durante a erupção.

[20] Quando a lava se espalha pelo solo de maneira desigual, criando áreas que se parecem com os dedos de uma mãoou como lóbulos.

[21] Ka: milhares de anos (1 Ka = 1.000 anos)



Figura 4.9 - -Fm. Torres em frente à Pousada Aceguá, Estrada do Faxinal, município de Praia Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.10 - Matacão formado por brecha autoclástica (autobrecha), comum no topo dos derrames, do tipo *rubbly pahoehoe*, da Fm. Vale do Sol, Estrada da Rocinha, km 47, cota 561 m, em Timbé do Sul, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.11 - Derrames tabulares da Fm. Palmas, na estrada para o Cânion Fortaleza, em Cambará do Sul, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.12 - Depósito de tálus em colúvio na Estrada do Faxinal, município de Praia Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.13 - Depósito colúvio-aluvionar em Morro Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.14 - Vista da Lagoa do Jacaré sobre depósitos paleolagunares, em Torres, RS. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 4.15 - Depósitos praiais, eólicos e fluviolagunares no Parque Estadual de Itapeva, em Torres, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).

4.2. RECURSOS MINERAIS

OS RECURSOS MINERAIS ESTÃO DISTRIBUÍDOS conforme ilustrado na Figura 4.16, onde são observadas as ocorrências e os depósitos minerais com a identificação da respectiva substância mineral, bem como a individualização dos principais títulos minerários[22] identificados na região.

Observa-se que os recursos minerais no GCCS são utilizados, principalmente, na construção civil (areia, argila, cascalho), no revestimento de rodovias (brita de rochas vulcânicas), no revestimento de pisos e paredes (Arenito Botucatu e rochas vulcânicas) e na indústria (argila refratária e bentonita), conforme a seguir comentado.

As argilas refratárias, de utilização na indústria cerâmica, já são exploradas nas rochas sedimentares permianas da Bacia do Paraná, mais especificamente na Fm. Teresina, com áreas em operação em Morro Grande/SC e arredores (Figura 4.17).

A abertura de áreas de empréstimo ao longo das rodovias que estão sendo asfaltadas na região do geoparque é comum (Figuras 4.18 e 4.19).

Os arenitos da Fm. Botucatu são explorados na região do geoparque para utilização na construção de passeios (Figura 4.20), muros, alicerces, paredes, na contenção de terreno e fundações.

Os depósitos colúvio-aluvionares são fonte de areia, cascalho e seixos ao longo dos cursos de água da região, a exemplo das áreas requeridas para cascalho no Rio Mampituba (Figura 4.21), para utilização na construção civil.

Áreas requeridas, mas ainda não exploradas, para água mineral e bentonita[23] são verificadas junto à Agência Nacional de Mineração (ANM) no município de Torres, associadas aos depósitos terciários e quaternários.

De forma geral, constata-se o aproveitamento dos recursos minerais de forma distribuída em toda área do geoparque, devendo-se atentar para a compatibilização desse uso com os demais, tais como a irrigação e o abastecimento público, primando pela exploração consciente e sustentável do bem mineral.

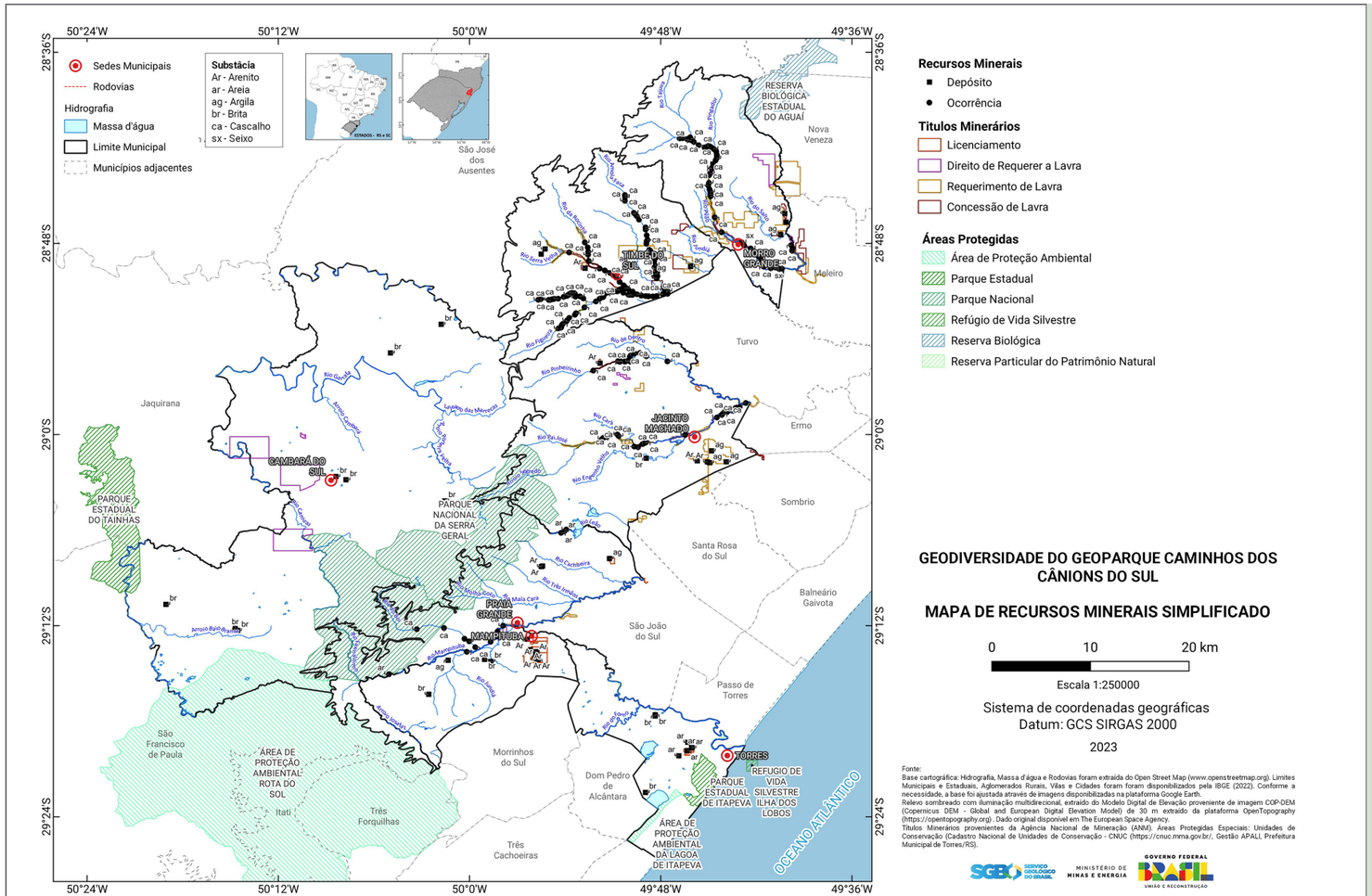


Figura 4.16 - Mapa de recursos minerais simplificado do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Raquel Barros Binotto.



Figura 4.17 - Extração de argila refratária licenciada da Fm. Teresina na estrada para Rio do Meio, em Morro Grande, SC. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.18 - Área de empréstimo para brita de rochas vulcânicas da Fm. Palmas, na estrada de acesso ao Cânion Fortaleza, em Cambará do Sul, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).

[22] Documentos legais que conferem a uma pessoa ou empresa o direito de explorar e extrair recursos minerais de uma determinada área.

[23] Argila especial com propriedades únicas, sendo utilizada para fins industriais devido à capacidade de absorção de água e outras substâncias.



Figura 4.19 - Área de empréstimo para brita de rochas vulcânicas da Fm. Torres, na rodovia SC-108, de Praia Grande a Jacinto Machado, SC. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.20 - Tijolos de arenito da Fm. Botucatu sendo assentados em via de acesso à Praia Grande, SC. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.21 - Meandro do Rio Mampituba em área requerida para cascalho em Mampituba, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).

4.3. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

O RELEVO É RESULTADO DO RETRABALHO das rochas do GCCS por erosão regressiva, a partir do soerguimento da borda leste continental, desde o Cretáceo, formando uma extensa escarpa disposta no sentido NNE/SSO. Os sedimentos resultantes do processo intempérico/erosional foram depositados por gravidade e ocuparam a área compreendida desde o litoral até a base das escarpas. Assim, em termos topográficos, existem dois grandes compartimentos principais distintos, planalto e planície, cujo limite entre eles é a própria escarpa. A diferença de cotas entre os dois compartimentos topográficos alcança mais de mil metros (Figura 4.22).

Os compartimentos fazem parte de duas unidades morfoestruturais diferentes: o de maior altitude, alcançando até 1.300 metros, pertence à unidade morfoestrutural da Bacia Vulcano-Sedimentar Gondwânica, enquanto o compartimento restante, com cotas de até 150 metros de altitude, pertence à unidade morfoestrutural das Coberturas Sedimentares Quaternárias (Figura 4.23).

Na bacia vulcano-sedimentar estão representados os seguintes padrões de relevo: planalto, morros altos, morros baixos, morrotes, colinas, vales encaixados (Figura 4.24), escarpas de borda de planalto (Figura 4.25), rampas de colúvio, lajes, lajedões e plataformas de abrasão (Figura 4.26), ilhas costeiras e formações antropogênicas (terrenos alterados pela atividade de mineração). A grande diversidade de padrões de relevo deve-se à história geológica e geomorfológica com atuação de processos de grande monta, envolvendo fragmentação da placa tectônica, epirogenia, derrames vulcânicos fissurais e retrabalho por meio de forte intemperismo, causando erosão regressiva das encostas e geração de sedimentos.

Representados nas coberturas sedimentares estão os seguintes padrões de relevo: leques aluviais, planícies de inundação, planícies marinhas (praias), planícies marinhas (restinga), planícies fluviolacustres, planícies lagunares (Figura 4.27), terraços marinhos e campo de dunas (Figura 4.28). Esses variados padrões de relevo surgiram a partir dos depósitos de sedimentos de origem continental, como colúvios e alúvios, leques aluviais ou de ambientes transicionais dos tipos eólico, lagunar, paludial, praial e antropogênicos, bem como de depósitos oriundos da deposição pela variação do nível médio do mar durante o Quaternário (Rapanos *et al.*, 2022).

As declividades predominantes para a Bacia Sedimentar Gondwânica, na área do geoparque, distribuem-se em: relevo ondulado (31%), forte ondulado (27%), suave ondulado (19%), montanhoso (11%), plano e forte montanhoso (ambos com 6%); para as coberturas sedimentares quaternárias: relevo plano (61%), suave ondulado (30%), ondulado (6%), forte ondulado (2%) e montanhoso e forte montanhoso (<1%) (Rapanos *et al.,* 2022).

As diversas formas de relevo presentes em cada unidade morfoestrutural são representadas pelos padrões de relevo (Figura 4.29).

O GCCS possui uma ampla gama de feições geomorfológicas, com relevo escarpado, picos proeminentes e os exuberantes cânions, entre outras formas de importância científica e cultural. Indicadas na Figura 4.30, em 3D, estão duas de suas mais emblemáticas feições geomorfológicas: o Cânion do Itaimbezinho e o Cânion Fortaleza.

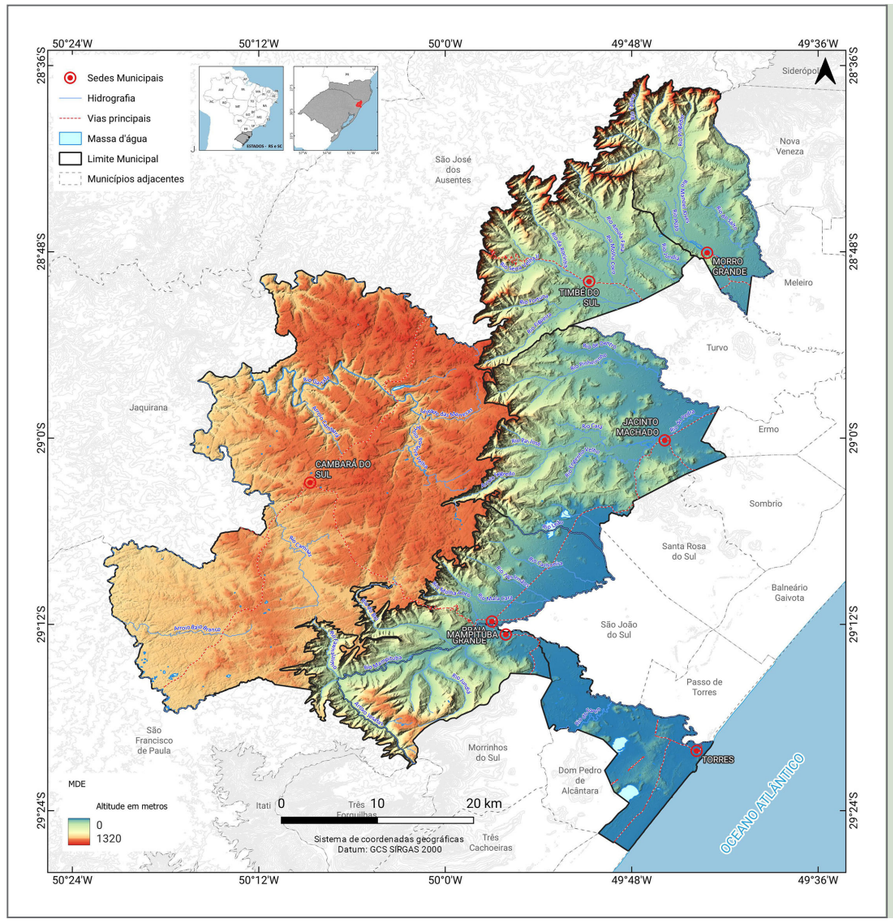


Figura 4.22 - Hipsometria da área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Gilberto Lima.

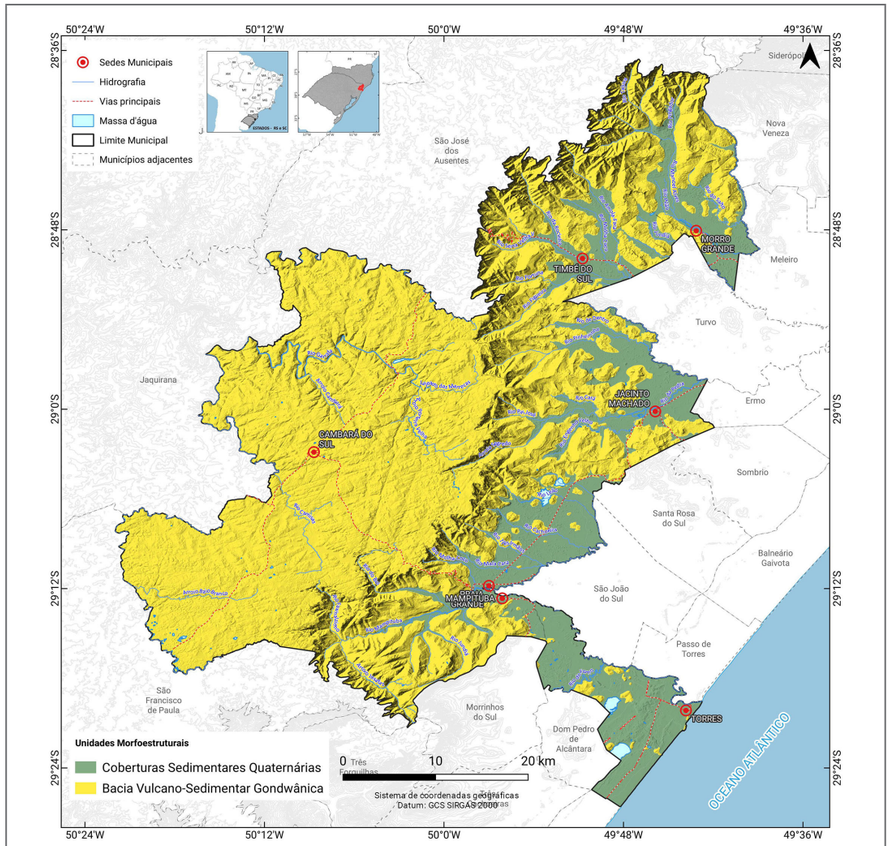


Figura 4.23 - Unidades Morfoestruturais na área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Gilberto Lima.



Figura 4.24 - Vale encaixado do Rio Faxinalzinho. Foto: Gilberto Lima (2023).



Figura 4.25 - Escarpa de borda de planalto. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.26 - Lajes, lajedões e plataformas de abrasão. Foto: Gilberto Lima (2023).



Figura 4.27 - Planície lagunar. Foto: Gilberto Lima (2023).



Figura 4.28 - Campo de dunas móveis. Foto: Gilberto Lima (2023).

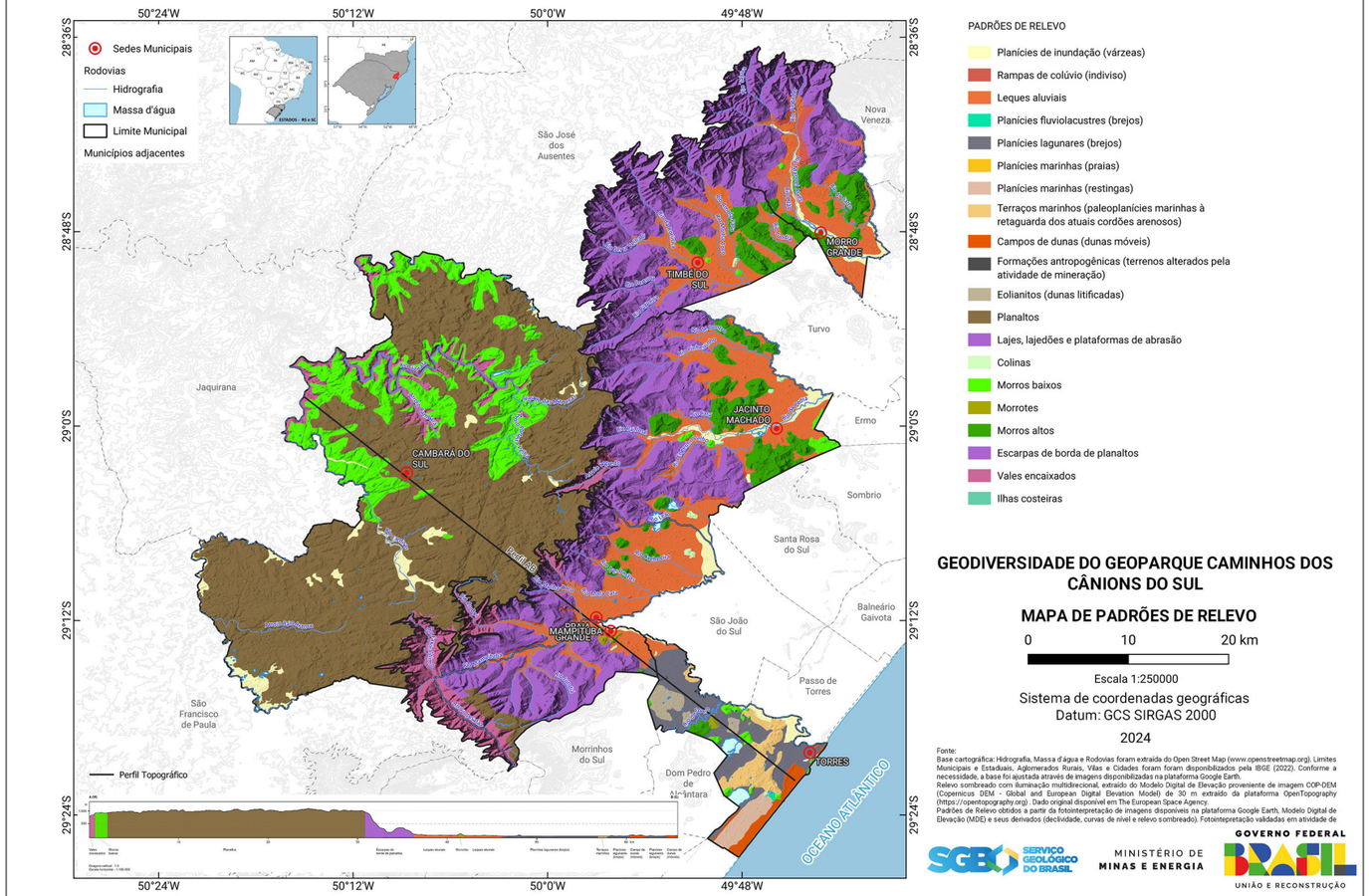


Figura 4.29 - Mapa dos padrões de relevo da área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Gilberto Lima.

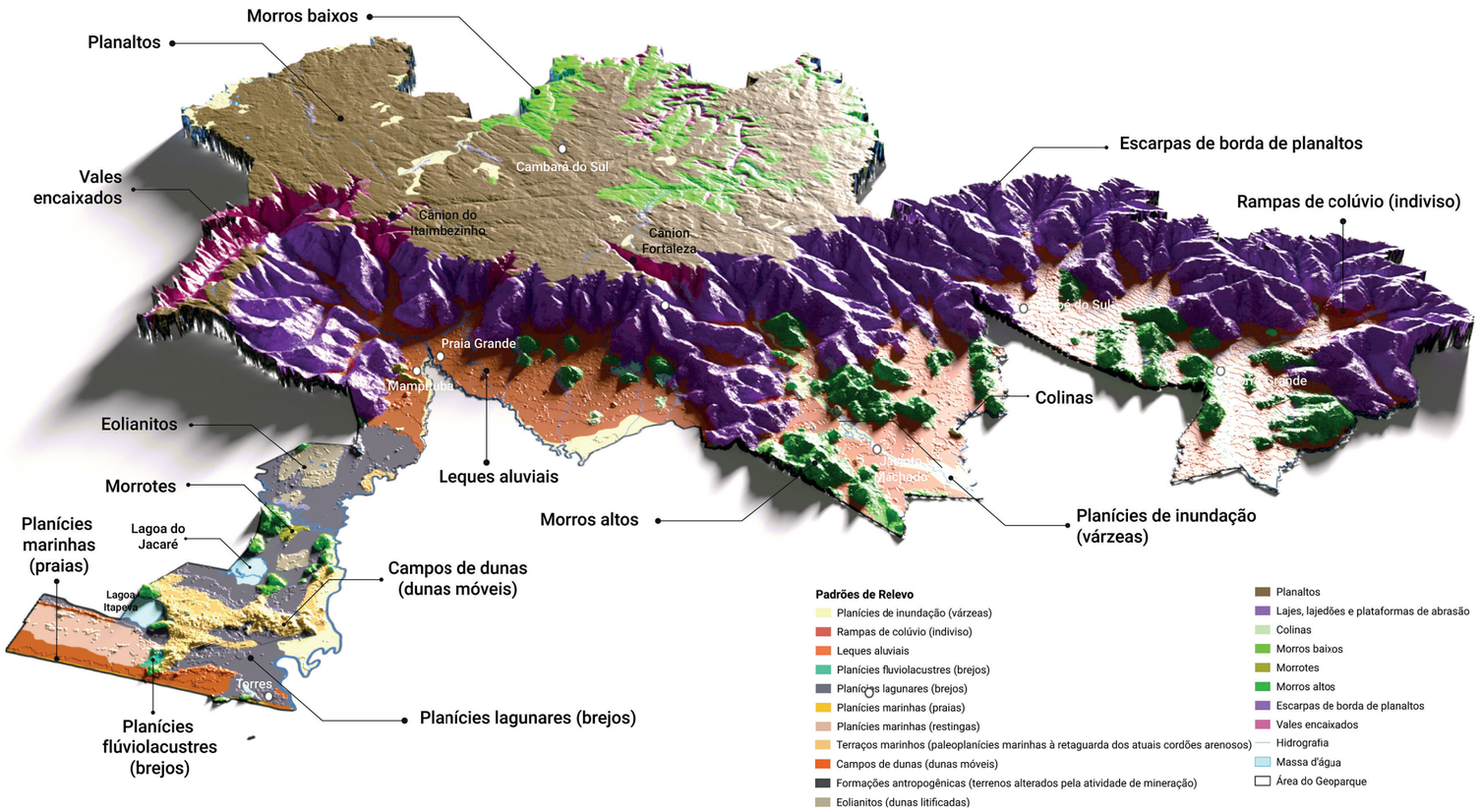


Figura 4.30 - Mapa de padrões de relevo em 3D com exagero vertical da área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Gilberto Lima e Raimundo Almir Costa Conceição.

4.4. CONTEXTO PEDOLÓGICO, APTIDÃO AGRÍCOLA E RESISTÊNCIA DOS SOLOS A IMPACTOS AMBIENTAIS DIVERSOS

COMO ELEMENTO DA GEODIVERSIDADE, os solos são um importante compartimento do meio físico, base para a manutenção da vida. A falta de informação quanto às características, potencialidades e limitações contribui para sua degradação, que pode ser deflagrada por processos físicos, tais como as erosões laminar e linear aceleradas (ravinas e voçorocas); ou químicos, como o empobrecimento em nutrientes ou a contaminação dos solos por poluentes diversos. Os solos podem ter limitação natural em exercer suas funções ou serem perturbados pela ação do homem, comprometendo a manutenção dos serviços ecossistêmicos a que eles estão intrinsecamente relacionados.

A distribuição espacial dos solos na área do projeto pode ser visualizada no mapa da Figura 4.31, desenvolvido a partir da compilação de diversos levantamentos pedológicos na escala 1:100.000 (Lemos *et al.*, 1973; Rio Grande do Sul, 1978; Giasson, inédito), sendo os principais tipos descritos na sequência.

Na Unidade Palmas, onde dominam rochas ígneas extrusivas ácidas e com relevo suave ondulado a forte ondulado no planalto, em cotas acima de 900 m e em clima frio e úmido, ocorrem solos das classes Cambissolos Húmicos, Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos.

Os Cambissolos Húmicos (Figura 4.32) são solos pouco profundos e imperfeitamente drenados[24] que, por ocorrerem em ambientes com alta pluviosidade[25] e baixas temperaturas, possuem altos teores de matéria orgânica. Devido à sua elevada acidez e baixa fertilidade e às limitações climáticas da região onde ocorrem (geadas tardias e baixa insolação), apresentam aptidão restrita para culturas e controle da erosão, sendo o seu uso recomendado com pastagens ou fruticultura de clima temperado (macieiras e pereiras) e silvicultura.

Em relevos mais acentuados, ocorrem os Neossolos Litólicos (Figura 4.33) e Neossolos Regolíticos, que apresentam pouca profundidade efetiva para o desenvolvimento das raízes e para o armazenamento de água. Apresentam baixa fertilidade e, por ocorrerem em regiões de relevo forte ondulado e montanhoso, têm fortes restrições para culturas anuais, sendo recomendado seu uso com pastagens, fruticultura ou reflorestamentos, especialmente com araucárias que têm nesta região seu habitat natural.

Na Unidade Vale do Sol, sobre litologia dominante de andesito, em relevo ondulado a montanhoso, predominam Argissolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Chernossolos Argilúvicos.

Os Argissolos Vermelhos (Figura 4.34) apresentam variação expressiva no teor de argila ao longo do perfil do solo, alto potencial produtivo e boa aptidão agrícola para culturas anuais. Por ocorrerem em relevo ondulado, com dificuldades para uso de maquinário e apresentarem restrição à infiltração de água, por causa do aumento do teor de argila nas camadas subsuperficiais, são bastante sujeitos à erosão. Assim, devem ser usados com usos menos intensivos ou com a adoção de práticas conservacionistas de uso e manejo para a conservação do solo.

Os Neossolos Litólicos que ocorrem na Unidade Vale do Sol diferem-se um pouco dos que ocorrem na Unidade Palmas por apresentarem cores mais avermelhadas e menor teor de matéria orgânica (Figura 4.35).

Os Chernossolos Argilúvicos são solos medianamente profundos, moderadamente drenados e de textura argilosa, que ocorrem em relevo forte ondulado. São ligeiramente ácidos, com saturação de base alta. Embora com boa fertilidade natural, a mecanização nesses solos é difícil por causa do relevo. No uso agrícola, necessitam de práticas conservacionistas intensivas. De maneira geral, sua melhor utilização é com culturas permanentes, como reflorestamento ou fruticultura.

Na Unidade Torres, além dos Argissolos Vermelhos e Chernossolos Argilúvicos, já citados, também ocorrem Argissolos Vermelho-Amarelos. Os Argissolos Vermelho-Amarelos são solos bem drenados, mais arenosos e de coloração mais alaranjada e de baixa fertilidade natural (Figuras 4.36 e 4.37). Esses solos estão muito sujeitos à erosão por ocorrerem em relevo suave ondulado ou ondulado e por apresentarem um horizonte superficial de textura mais arenosa sobre um horizonte subsuperficial mais argiloso. Devido à difícil mecanização em relevo ondulado, à elevada suscetibilidade à erosão, à baixa fertilidade natural e à pequena capacidade de retenção de umidade, a melhor utilização desses solos se dá com culturas perenes (reflorestamento ou fruticultura) ou pastagens cultivadas.

[24] Quando é observado acúmulo de água no solo, o que pode afetar negativamente a vegetação/cultivo, a qualidade do solo e até mesmo a segurança das áreas habitadas.

[25] Grande volume de chuvas.

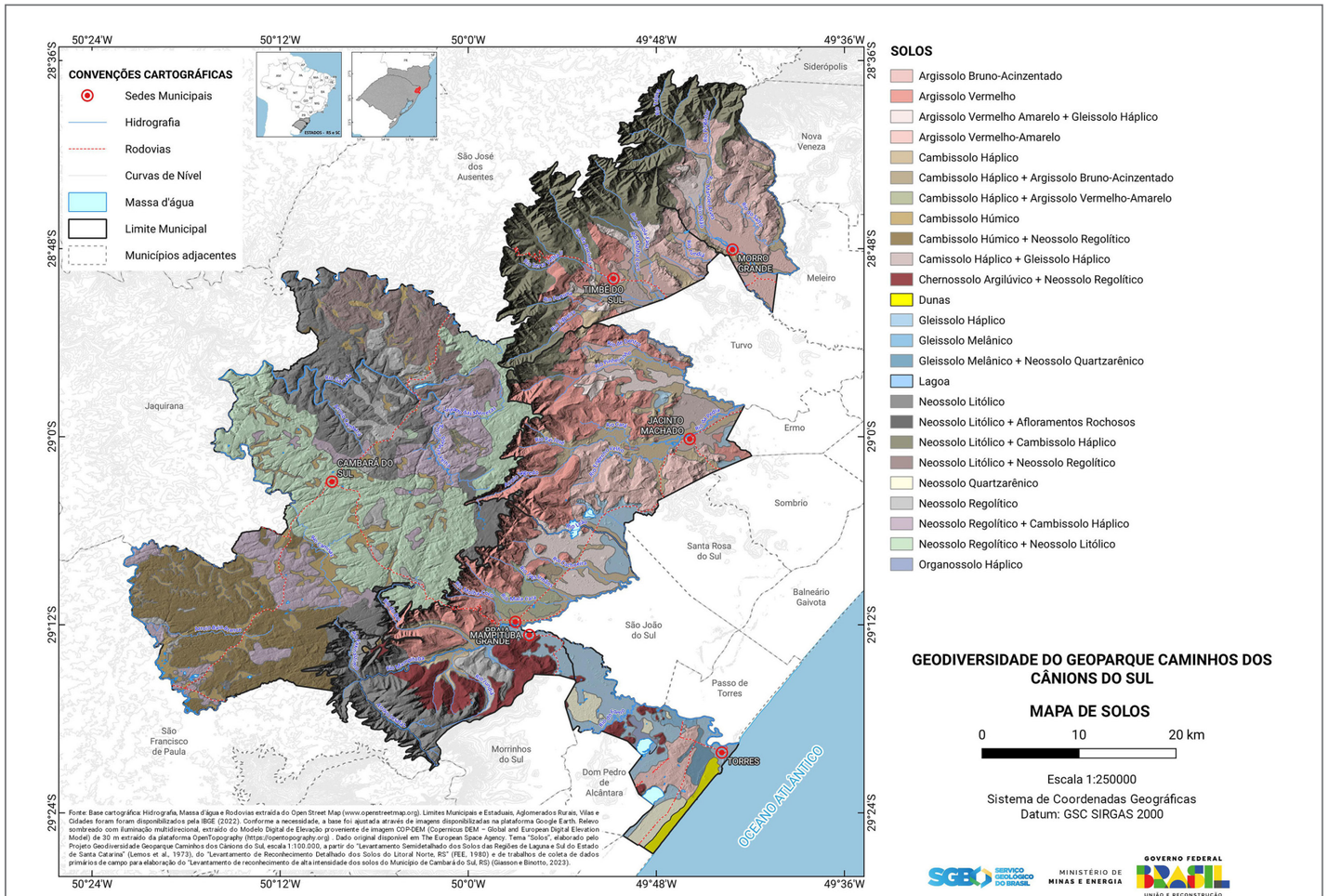


Figura 4.31 - Mapa pedológico do projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Elvio Giasson.



Figura 4.32 - Perfil de um Cambissolo Húmico que ocorre na Unidade Palmas. Fonte: Streck *et al.* (2018).



Figura 4.33 - Perfil de um Neossolo Litólico da Unidade Palmas. Fonte: Streck *et al.* (2018).



Figura 4.34 - Argissolos Vermelhos na Fm. Torres. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 4.35 - Perfil de um Neossolo Litólico da Unidade Vale do Sol. Fonte: Streck *et al.* (2018).



Figura 4.36 - Perfil de um Argissolo Vermelho-Amarelo nas unidades Torres, depósitos colúvio aluvionares e Botucatu. Fonte: Streck *et al.* (2018).



Figura 4.37 - Argissolo Vermelho-Amarelo no contato entre a Fm. Torres e a Fm. Botucatu. Foto: Melissa Franzen (2023).

Nos depósitos colúvio aluvionares ocorrem, principalmente, Argissolos Vermelho-Amarelos e Gleissolos Háplicos (Figura 4.38), que são solos hidromórficos, formados sob grande influência do lençol freático, condicionado, principalmente, pelo relevo plano, apresentando cores acinzentadas na maior parte do perfil de solo. Possuem boas condições de fertilidade natural. Devido à má drenagem, apresentam lençol freático quase na superfície durante boa parte do ano, necessitam de drenagem permanente para que possam ser cultivados satisfatoriamente. Por causa dessas condições, a mecanização torna-se difícil. Mesmo com as limitações para cultivo com culturas anuais de sequeiro, apresentam boa aptidão para uso com pastagens ou arroz irrigado por inundação.

Nos depósitos de planície lagunar, os terraços mais elevados são ocupados pelos Argissolos Vermelho-Amarelos, enquanto nos terraços mais baixos, nas proximidades das lagoas, predominam os Gleissolos.

Nos feixes de restinga e nos depósitos eólicos de antigas barreiras, são encontrados Neossolos Quartzarênicos (Figura 4.39), que são solos profundos, bem drenados, arenosos e com baixa fertilidade, sendo derivados de sedimentos costeiros não consolidados. Por apresentarem baixa capacidade de retenção de água e necessitar fertilização e adição de matéria orgânica, esses solos arenosos são inaptos para uso com lavouras e apresentam aptidão restrita para uso com pastagens e reflorestamento, mas também podem ser usados com fruticultura.

Nas unidades Rio do Rasto e Teresina há a predominância de Argissolos Bruno-Acinzentados e Cambissolos Háplicos. Os Argissolos Bruno-Acinzentados são solos imperfeitamente drenados que apresentam textura argilosa ou muito argilosa, horizonte superficial espesso e escuros (com altos teores de matéria orgânica), formando um horizonte superficial húmico, mais escurecido. Possuem baixa fertilidade natural, suscetíveis à erosão e ao frequente excesso de umidade. Podem ser cultivados com culturas anuais e mecanizados sem maiores problemas, mas necessitam adubação e correção maciças, bem como práticas de conservação do solo e da água, sendo sua utilização, com culturas perenes ou pastagens cultivadas, bastante recomendável.

Observa-se, portanto, que o GCCS apresenta um bom potencial agrícola, desde que respeitada a aptidão de cada área com tipos de solos diferentes. Algumas áreas apresentam problemas relativos à baixa fertilidade do solo, algumas vezes de fácil resolução com adubos e corretivos, outras vezes com alta demanda de corretivos agrícolas, o que pode não ser adequado para a produção de culturas, sendo mais adequadas para a produção de pastagens. Da mesma forma, ocorrem diversas áreas com solos rasos, que devem somente ser usados para pastagens. Muitas áreas, por ocorrerem em relevo bastante acidentado e/ou textura superficial arenosa, apresentam alto potencial de perdas de solo por erosão, devendo ser utilizadas de acordo com sua aptidão agrícola e utilizando-se práticas de manejo e conservação do solo.



Figura 4.38 - Perfil de um Gleissolo Háplico. Fonte: Streck *et al.* (2018).



Figura 4.39 - Perfil de um Neossolo Quartzarênico ocorrente nas planícies marinhas (restinga) e depósitos eólicos associados a barreiras antigas. Fonte: Streck *et al.* (2018).

Além da identificação dos tipos e sua aptidão agrícola, os solos identificados no GCCS são avaliados sob a ótica de resistência a impactos ambientais diversos[26], a fim de subsidiar o planejamento das atividades modificadoras e fornecer diretrizes técnicas para a gestão do uso dos solos na região.

Os critérios utilizados foram as características e as propriedades dos tipos de solos e dos tipos de terreno considerados de maior relevância para a identificação dos impactos ambientais sobre esse recurso natural e baseados em estudo desenvolvido por Kämpf *et al.* (2008), quais sejam:

a) fatores de solo: profundidade, textura, presença de gradiente textural, drenagem natural, presença de lençol freático; e

b) fatores do terreno: suscetibilidade à erosão, relevo local e declividade.

A fundamentação e a interpretação de cada fator são descritas a seguir:

1. Profundidade do solo: baseada na espessura do perfil de solo. Essa característica representa o volume de solo disponível para absorção e atenuação de impactos (absorção de soluções, incorporação e enterramento de sólidos).

2. Textura: baseada em classes genéricas de textura (arenosa, média, argilosa, muito argilosa; conforme Santos (2018). A presença de argila (fração coloidal) é essencial para sorção, retenção e tamponamento de materiais impactantes.

3. Gradiente textural: baseado na ocorrência de um aumento notável no teor de argila do horizonte subsuperficial, isto é, presença de um horizonte superficial mais arenoso seguido por um horizonte subsuperficial mais argiloso. A presença de gradiente textural implica na diminuição da permeabilidade do solo, na formação de lençol freático suspenso, possibilitando a movimentação lateral de soluções e na maior suscetibilidade do solo à erosão.

4. Drenagem natural: identificada segundo as classes de drenagem descritas em Santos *et al.* (2005), baseada em critérios de cor, textura e gradiente textural. A caracterização da drenagem natural serve como critério de avaliação da permeabilidade do solo, da possibilidade de contaminação do lençol freático, da facilidade de tráfego de máquinas e manejo do solo.

5. Lençol freático: baseado na identificação da presença e na profundidade de ocorrência de lençol freático. A ocorrência de lençol freático pouco profundo implica em aumento do risco de contaminação das águas subterrâneas.

6. Suscetibilidade do solo à erosão: combinações de fatores como textura, gradiente textural, relevo e declividade do terreno podem tornar uma área mais suscetível à erosão hídrica, implicando em perda de solo e de resíduos nele incorporados.

7. Relevo local e declividade: o relevo local representa a conformação da superfície do terreno, apresentando declividade variável em diferentes posições. O aumento da declividade aumenta o risco de erosão, de movimentação de solo e de resíduos e dificulta o acesso e o tráfego de máquinas.

Para a classificação de solos quanto à resistência a impactos ambientais, foram estabelecidos os limites máximos tolerados para cada fator, conforme o quadro-guia (Quadro 4.1), para que a área seja enquadrada numa classe de resistência ambiental: alta (A), média (B), baixa (C) e muito baixa (D).

A Tabela 4.1 apresenta os fatores limitantes e a classe de resistência a impactos ambientais diversos para as diversas classe de solo.

As classes de resistência ambiental identificadas na área do geoparque são especificadas no mapa da Figura 4.40.

A Tabela 4.2 sintetiza a ocorrência das classes de solos que compõem cada classe de resistência a impactos ambientais genéricos. Nenhum dos solos da área do geoparque apresenta alta resistência a impactos ambientais.

Solos com média resistência a impactos ambientais (Classe B) apresentam textura mais arenosa, gradiente textural mais pronunciado, drenagem imperfeita ou profundidade mediana, tais como PVA, CX, PBAC, CH.

[26] Capacidade de um objeto, material ou sistema de resistir aos danos ou à deterioração causados por condições ambientais desfavoráveis, como erosão, salinização, acidificação, desertificação, entre outros.

Quadro 4.1 - Quadro–guia para a classificação de solos quanto à resistência a impactos ambientais. Elaborado por Elvio Giasson.

Fator do solo ou do terreno	Classes de resistência a impactos ambientais			
	Alta (A)	**Média (B)**	**Baixa (C)**	**Muito baixa (D)**
Profundidade	> 150 cm	100 a 150 cm	50 a 100 cm	< 50 cm
Textura	argilosa (>35% argila)	média (15 a 35% argila)	arenosa (<15% argila)	arenosa (<15% argila)
Gradiente textural	sem ou pouco	com	abrupto	abrupto
Drenagem	bem ou moderada	forte ou acentuada	imperfeita ou excessiva	mal ou muito mal
Lençol freático	ausente	ausente	alto	superficial
Risco de inundação	nulo	nulo	raro	ocasional a frequente
Suscetibilidade à erosão(1)	ligeira a moderada	moderada a forte	forte	forte a muito forte
Relevo local	plano e suave ondulado	ondulado	forte ondulado	montanhoso
Declividade	0-8%	>8-20%	>20-45%	>45%

Tabela 4.1 - Fatores limitantes e classificação de resistência a impactos ambientais dos solos do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Elvio Giasson.

Classes de solos	Profudidade (cm)	Textura superficial[1]	Textura do horizonte B[1]	Presença de gradiente textural	Classe de Drenagem[2]	Tipo de lençol freático	Erodibilidade do solo[3]	Fase de relevo[4]	Declividade (%)	Classe de resistência
Cambissolos Húmicos	>200	arg	marg	sem	mod	ausente	L/M	o/fo	5 a 8	B
Cambissolos Háplicos	>100	arg	arg	sem	bem	ausente	L	p/so	0 a 8	B
Dunas	>150	ar	ar	sem	excess	ausente	F	o	0 a 2	D
Gleissolos Melânicos	>100	arg	arg	sem	mal	superficial	N	p	0 a 2	D
Gleissolos Háplicos	<100	arg	marg	sem	mmal	superficial	N	p	0 a 2	D
Chernossolos Argilúvicos	<100	med	arg	com	mod	ausente	F	fo/m	8 a 25	C
Organossolos Háplicos	<50	ar	ar	sem	mmal	superficial	N	p	0 a 2	D
Argissolos Vermelhos	<100	arg	arg	sem	bem	ausente	F	fo	10 a 30	C
Argissolos Vermelho Amarelos	>300	ar	ar	sem	excess	ausente	L	p/so	0 a 5	D
Neossolos Litólicos	<50	med	med	sem	bem	ausente	F	o/fo	10 a 25	D
Neossolos Quartzarênicos	<100	ar	ar	sem	imperf	alto	L	p	0 a 2	D
Neossolos Regolíticos	<50	med/arg	med/arg	sem	bem	ausente	F	fo/m	15 a 40	D
Cambissolos Háplicos	>100	arg	arg	sem	bem	ausente	L	p/so	0 a 8	B
Argissolo Bruno Acinzentados	>100	arg	arg	sem	bem	ausente	M	o	8 a 20	B

[1] Classes de textura: ar = arenosa, med = média, arg = argilosa e marg = muito argilosa

[2] Classes de drenagem: mmal = muito mal drenado, mal = mal drenado, mod = moderadamente drenado, imperf. = imperfeitamente drenado, bem = bem drenado e excess = excessivamente drenado.

[4] Classes de erodibilidade do solo: N = nulo, L = ligeiro, M = moderado e F = forte.

[3] Fases de relevo: p = plano, s = suave ondulado, o = ondulado, fo = forte ondulado e m = montanhoso.

Solos com baixa resistência a impactos ambientais (Classe C) são solos com mudança textural abrupta e/ou em áreas mais declivosas, tais como Chernossolos Argilúvicos e os Argissolos Vermelhos.

Solos com muito baixa resistência a impactos ambientais (Classe D) são aqueles que apresentam forte restrição quanto a pelo menos um dos fatores limitantes, tais como os Gleissolos e Organossolos, que apresentam lençol freático alto e os Neossolos, que são solos rasos.

Na área do geoparque (Figura 4.40), os solos com maior resistência a impactos ambientais (média resistência) são os Cambissolos, que ocorrem nas unidades Palmas e depósitos colúvio-aluvionares, e os Argissolos, que também ocorrem na unidade de depósitos colúvio-aluvionares, por se tratarem de solos medianamente profundos e em relevo não muito declivoso.

Solos com baixa resistência a impactos ambientais são os Argissolos Vermelhos, que ocorrem na Unidade Vale do Sol, e os Chernossolos, das unidades Vale do Sol e Torres.

Já os solos que apresentam uma menor resistência a impactos ambientais (muito baixa resistência) são os Neossolos Litólicos e Regolíticos, que são solos rasos, que ocorrem em grandes áreas com relevo de ondulado a montanhoso, principalmente na Unidade Palmas, além dos Gleissolos, por serem solos muito mal drenados, e os Neossolos Quartzarênicos, por serem muito arenosos.

A classificação da resistência a impactos ambientais demonstra que aproximadamente 59% da área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul apresenta solos com muito baixa resistência a impactos ambientais diversos, o que demonstra a necessidade do seu uso adequado, adotando práticas de conservação e preservação ambiental.

Tabela 4.2 - Unidades de solos que compõem cada classe de resistência a impactos ambientais genéricos do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Elvio Giasson.

Classes de resistência	Classes de solos	Área (km²)
MÉDIA (B)	PVA, PVA+GX, CX+GX, CX+PBAC, CX+PVA, PBAC, CH, CH+RR, CX	750,93
BAIXA (C)	MT+RR, PV	399,82
MUITO BAIXA (D)	Dunas, GM, GM+RQ, GX, OH, RL, RL+AR, RL+CX, RR+RL	1.649,19

PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; GX = Gleissolo Háplico; CX = Cambissolo Háplico;
PBAC = Argissolo Bruno-Acinzentado; CH = Cambissolo Húmico; RR = Neossolo Regolítico; MT = Chernossolo Argilúvico;
PV = Argissolo Vermelho; GM = Gleissolo Melânico; RQ = Neossolo Quartzarênico; OH = Organossolo Háplico;
RL = Neossolo Litólico; AR = Afloramentos Rochosos
Obs: Áreas cobertas por massas de água não foram classificadas quanto à resistência dos solos a impactos ambientais.

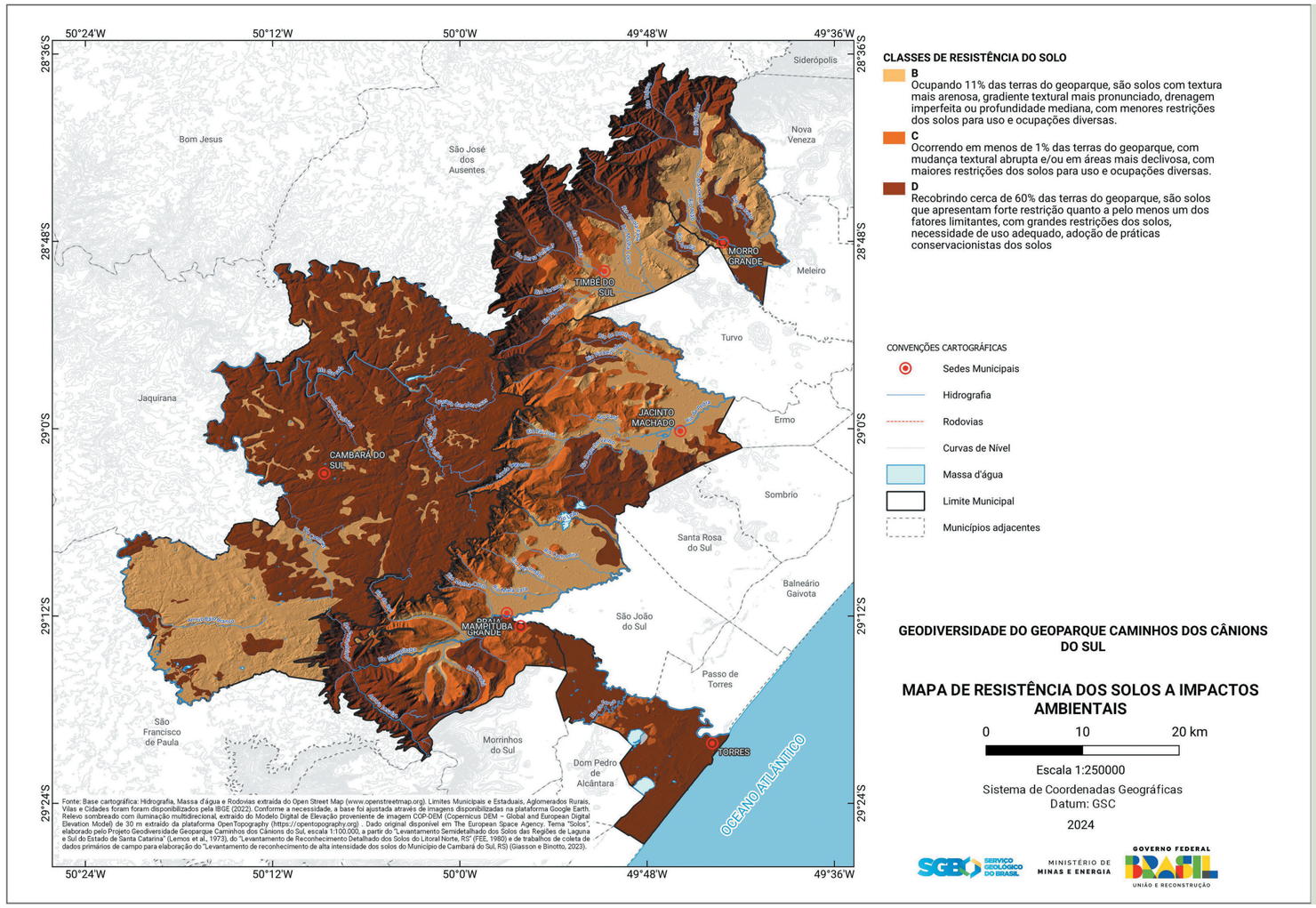


Figura 4.40 - Mapa de classes de resistência a impactos ambientais genéricos do projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Elvio Giasson.

4.5. CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

A OCORRÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS superficiais no GCCS é fortemente influenciada pelas características naturais da área, sendo observados regimes hidrológicos e climatológicos[27] distintos nas áreas do planalto e da planície.

Conforme a classificação climatológica de Köppen-Geiger, recentemente atualizada por Beck *et al.* (2018), 46% da área do GCCS está inserida no subtipo climático Cfa e 54% no subtipo Cfb (Figura 4.41), caracterizados como úmidos em todas as estações do ano, sendo que, no subtipo Cfa, o verão é quente, e no Cfb é moderadamente quente (Kuinchtner; Buriol, 2001). A região que corresponde ao subtipo Cfa é a área de planície, onde estão localizados os municípios de Torres e Praia Grande; já o subtipo Cfb é observado na área de planalto, onde está localizado o município de Cambará do Sul.

[27] O regime hidrológico refere-se aos padrões de comportamento da água em uma determinada área ao longo do tempo. O regime climatológico refere-se aos padrões climáticos típicos de uma região ao longo do tempo, incluindo temperatura, chuvas e outros elementos atmosféricos. Os dois estão relacionados porque a quantidade e a distribuição de chuva afetam diretamente a quantidade de água disponível em rios, lagos e aquíferos.

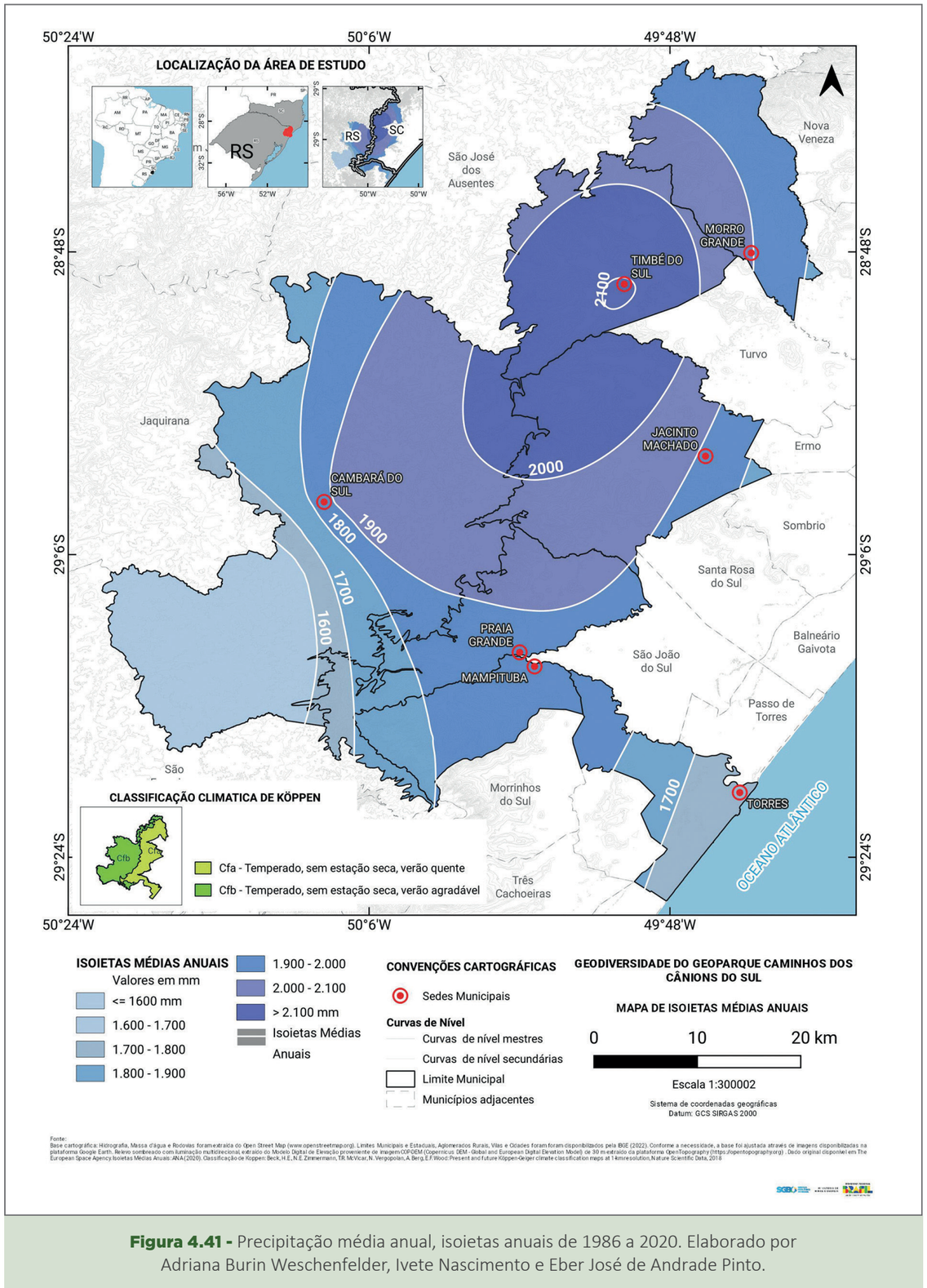


Figura 4.41 - Precipitação média anual, isoietas anuais de 1986 a 2020. Elaborado por Adriana Burin Weschenfelder, Ivete Nascimento e Eber José de Andrade Pinto.

A precipitação[28] média anual varia entre 1.545 mm a 2.102 mm (Figura 4.41), no período analisado de 1986 a 2020. As precipitações são menores quanto mais próximo à linha de costa, aumentando em direção aos cânions e diminuindo novamente à medida que se distancia em direção ao planalto, o que denota um forte componente orográfico na distribuição regional da pluviosidade. Essa variação depende da maior ou menor atuação de sistemas frontais[29], sistemas convectivos de mesoescala[30], ciclones e circulação de brisa. A evolução desses sistemas, alguns mais atuantes nas estações frias e outros nas estações quentes, combinados com as variações no relevo e na direção de deslocamento sobre os cânions, são responsáveis pelas variações mensais e anuais da precipitação. Em escalas regionais e locais, de acordo com Tomaziello e Gandu (2013), essa evolução depende fortemente das condições da superfície local, temperatura, umidade do solo, vegetação, topografia e temperatura da superfície do mar (TSM). Fenômenos globais, como El Niño-Oscilação Sul, contribuem para intensificação ou atenuação desses fenômenos. Berlato e Cordeiro (2005) relatam que o El Niño produz precipitação acima da média, com período de maior influência na primavera e início do verão.

Em Praia Grande, próximo à encosta, as precipitações médias são maiores no verão, seguido pela primavera, devido à interação dos sistemas comuns nessa época com a barreira topográfica (Figura 4.42). No período quente, é maior a ocorrência de eventos relacionados a sistemas convectivos, que são favorecidos pelas condições de umidade e temperatura, segundo Campos e Eichholz (2011).

[28] Precipitação se refere a todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens alcançando o solo; neste caso se refere à precipitação pluvial, ou seja, a chuva (INMET, 2023a).

[29] Sistemas frontais ocorrem quando duas massas de ar diferentes se aproximam formando uma zona de transição com elevados gradientes horizontais de temperatura e umidade (Kousky; Elias, 1982).

[30] Escala de fenômenos meteorológicos que variam em tamanho de alguns quilômetros até cem quilômetros aproximadamente (INMET, 2023a).

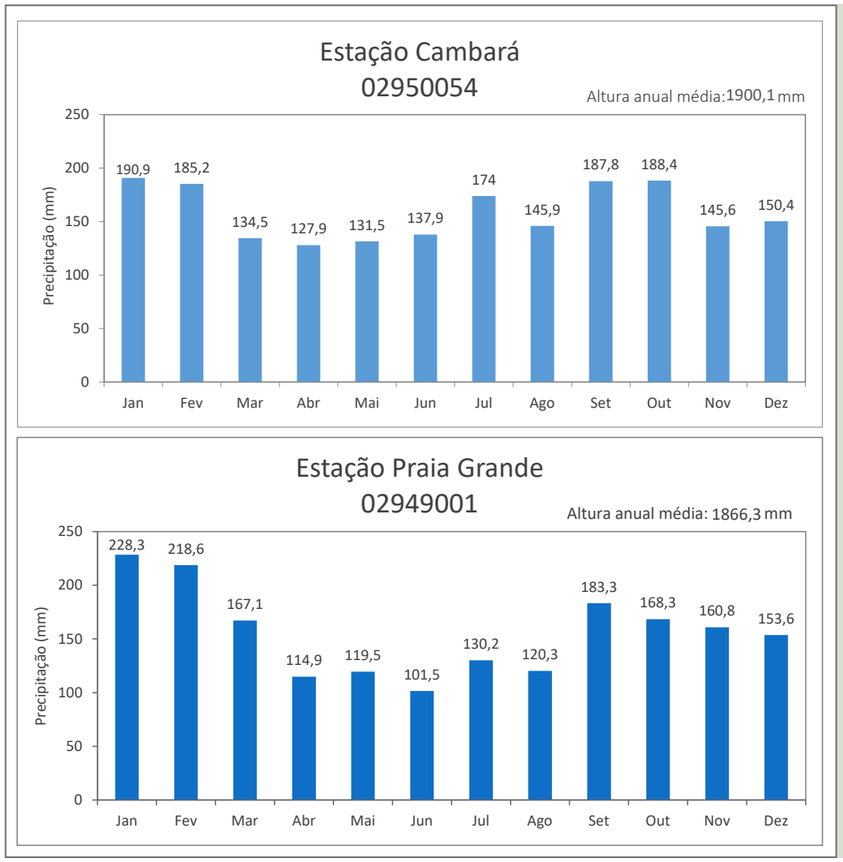


Figura 4.42 - Hietogramas característicos para as estações de Cambará do Sul (a) e Praia Grande (b), no período 1986 a 2020. Elaborado por Adriana Burin Weschenfelder.

A atuação de ciclones subtropicais no Atlântico Sul, da costa sul a sudeste, ocorre principalmente no verão, conforme Ynoue *et al.* (2017). O fenômeno de brisa, que pode provocar precipitação dependendo das condições locais ocorre no verão, de acordo com Allaby e Allaby (1999).

Em Cambará do Sul, na parte alta, as precipitações são mais homogêneas ao longo do ano, em comparação com Praia Grande (Figura 4.42). As precipitações médias são menores no verão e maiores no inverno, resultando em totais anuais similares. As maiores precipitações no inverno resultam do deslocamento do sistema de alta pressão polar, mais frequente nessa época do que durante as outras épocas do ano, quando interagem com o ar úmido e quente tropical e produzem fortes chuvas, de acordo com Cavalcanti e Kousky (2009).

A temperatura do ar varia principalmente em decorrência dos efeitos do relevo e da diferença de altitude[31]. Para ilustrar essa diferença são apresentados na Figura 4.43 os dados de temperatura das normais climatológicas (1981-2010) de Cambará do Sul, no planalto, e Torres, na planície (INMET, 2023b).

Observa-se que em Torres as temperaturas médias mensais variam de 14,30°C a 23,60°C, sendo que o mês mais frio é julho e o mês mais quente é fevereiro; em Cambará do Sul a temperatura média varia entre 10,4°C a 18,6°C, cujo mês mais frio é julho e o mês mais quente é janeiro. A diferença de temperatura média mensal entre Torres e Cambará do Sul é, em média, 4,6°C. Com relação às temperaturas máximas mensais, em Torres, variam de 18,5°C a 27°C, e, em Cambará do Sul, entre 16,8°C a 24,4°C. Nas temperaturas mínimas mensais, ocorre uma diferença média em torno de 6 graus entre os dois municípios: em Torres as temperaturas mínimas variam entre 10,7°C a 20,6°C; já em Cambará do Sul variam entre 5,6°C a 14,10°C; em ambas o mês mais frio é julho. Na região do geoparque, a proximidade das escarpas do planalto com a planície costeira torna as condições meteorológicas mais instáveis próximo dos cânions: o encontro de massas de ar quente vindas do litoral com as escarpas causa a formação de intensa nebulosidade, o que pode prejudicar a visibilidade; o fenômeno é localmente conhecido como "viração" (Figura 4.44) (Godoy; Binotto; Wildner, 2012).

A precipitação de neve ocorre, principalmente, na região do planalto: na estação meteorológica de Cambará do Sul, em 46 anos de monitoramento (1976-2021), foram observados episódios de neve em 35 anos (Figura 4.45). Nesse período foram registradas 106 ocorrências de dias com neve, o que corresponde a uma média de 2,3 dias de neve por ano. A precipitação de neve em Cambará do Sul ocorre entre os meses de maio a setembro, sendo no mês de julho o maior registro de ocorrências (35 registros), seguido de agosto (31), junho (17), setembro (15) e maio (8).

[31] É quão alto ou baixo um lugar está em relação ao oceano.

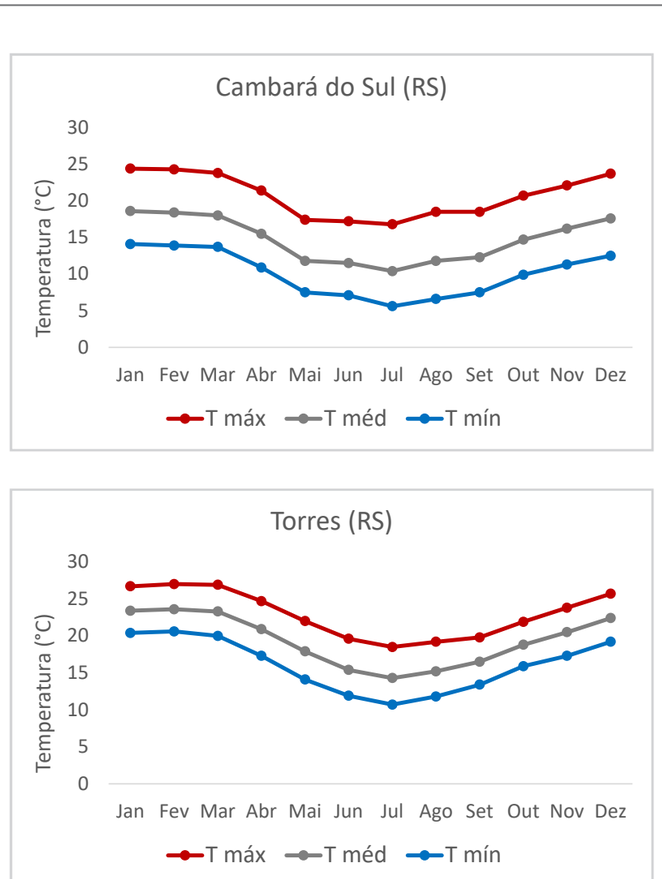


Figura 4.43 - Temperaturas máxima, média e mínima mensais das normais climatológicas do INMET (1981-2010) para Cambará do Sul (a) e Torres (b). Elaborado por Camila Mattiuzi com dados de INMET (2023b).





Figura 4.44 - Registros do fenômeno "viração" no Cânion Itaimbezinho. Fonte: Godoy; Binotto; Wildner (2012).





Figura 4.45 - Registros de neve em Cambará do Sul. Foto: Liane Castilhos, arquivo pessoal (2013).

O GCCS está localizado na Região Hidrográfica do Atlântico Sul, e insere-se em quatro bacias hidrográficas (Figura 4.46): Taquari/Antas (36%), Araranguá (35%), Mampituba (27%) e Tramandaí (1%). As escarpas atuam como um divisor de águas: no planalto está localizada a bacia hidrográfica do Taquari/Antas e os rios que nascem nessa região drenam para o interior do estado do Rio Grande do Sul, na direção oeste. Já na parte inferior dos cânions, na área de planície, os rios seguem para leste em direção ao litoral através das bacias dos rios Araranguá e Mampituba. Apenas uma parte da área, mais especificamente do município de Torres, está inserida na bacia do Rio Tramandaí, a qual drena em direção ao litoral sul.

Para análise fluviométrica e balanço hídrico de longo período, foram selecionadas quatro estações fluviométricas e suas respectivas bacias de contribuição (sub-bacias) cujas nascentes estão dentro dos limites do geoparque, e com registros de vazão no período 1986-2020 (Figura 4.47). As estações e o resultado da análise estão apresentados na Tabela 4.3.

Os maiores deflúvios[32] foram observados nas estações Foz do Manuel Alves e Praia Grande, na região da planície, enquanto que os maiores valores de evapotranspiração real foram observados nas estações Passo do Gabriel e Passo Tainhas, localizadas no planalto.

[32] Deflúvio refere-se ao fluxo ou movimento da água em um rio, ou seja, como a água se desloca ao longo do curso do rio. Os rios geralmente começam nas áreas mais altas, como montanhas ou colinas, e fluem em direção a áreas mais baixas, como vales e oceanos.

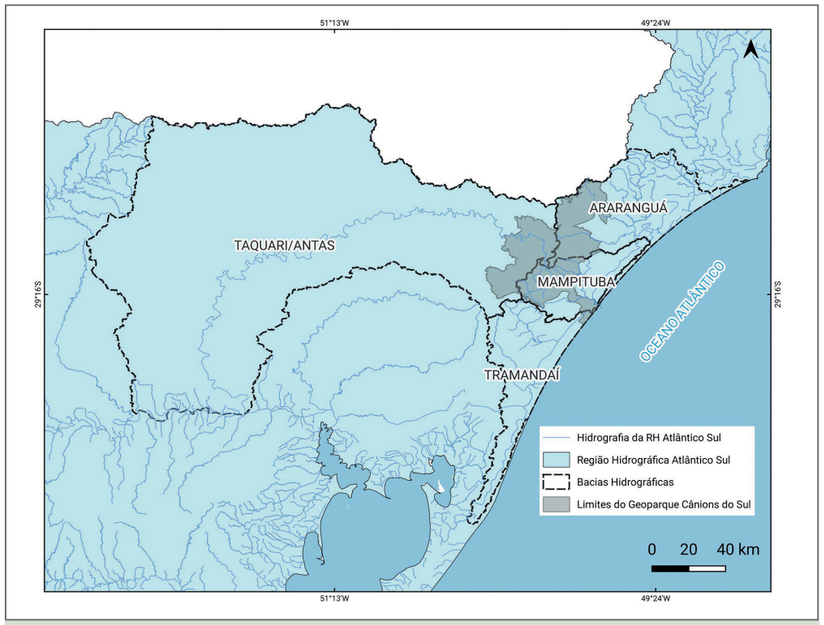


Figura 4.46 - As regiões e sub-bacias hidrográficas do geoparque. Elaborado por Camila Mattiuzi.

Tabela 4.3 - Resultado do balanço hídrico de longo período (1986-2020). Elaborado por Camila Mattiuzi.

Nome	Área (Km^2)	Q (mm/ano)	P (mm/ano)	ETR (mm/ano)	CE	Q Esp ($l/s/km^2$)
Foz do Manuel Alves	348	1.229	1.867	638	0,66	39
Praia Grande	390	1.255	1.769	513	0,71	39,8
Passo do Gabriel	1.783	1.027	1.800	774	0,57	32,6
Passo Tainhas	1.121	886	1.597	711	0,55	28,1

Q = deflúvio; P = precipitação, ETR = evapotranspiração real; CE = coeficiente de escoamento;
Q Esp = vazão específica

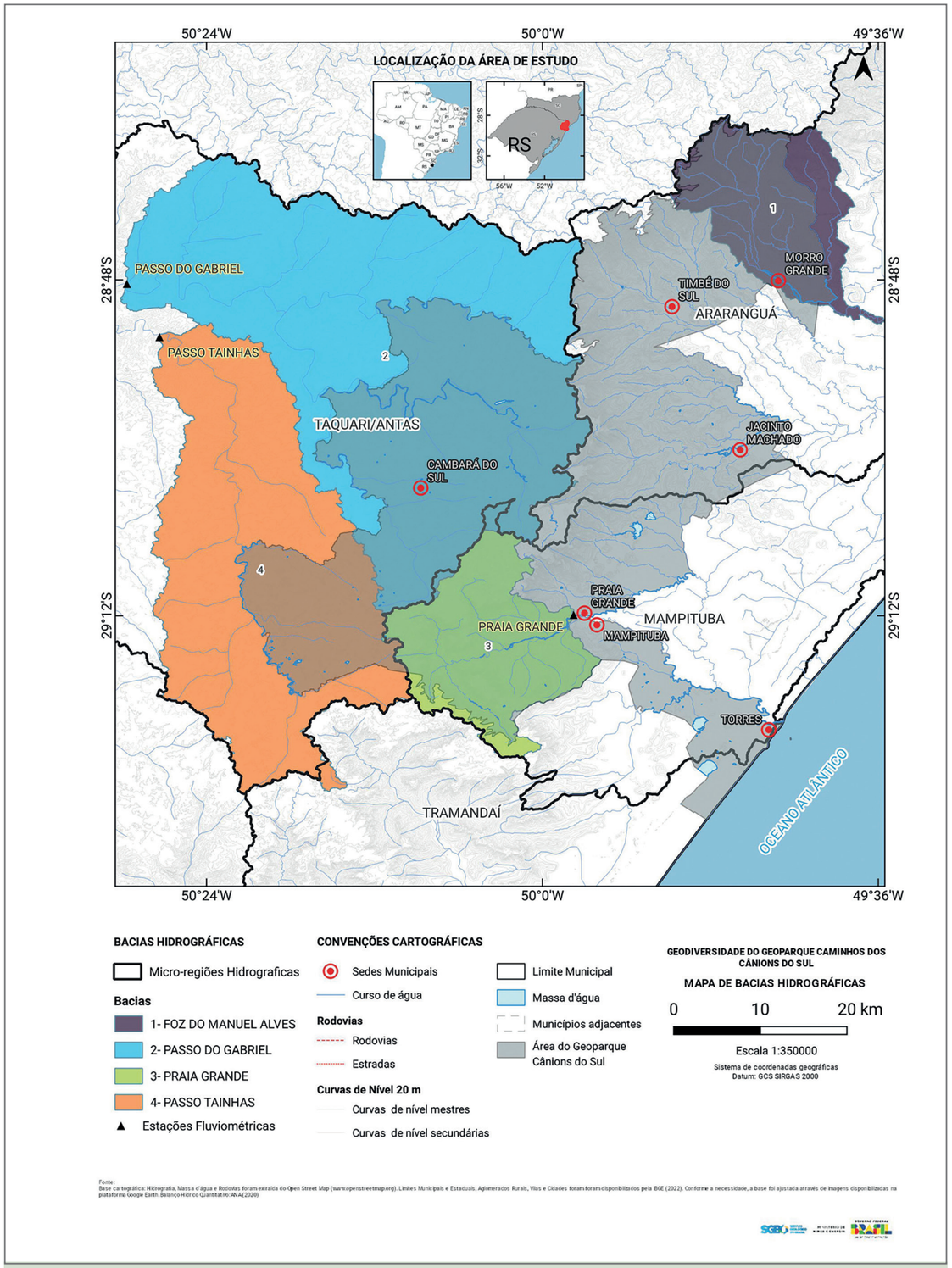


Figura 4.47 - As regiões e sub-bacias hidrográficas do geoparque. Elaborado por Camila Mattiuzi.

O coeficiente de escoamento, que é a relação entre a vazão e a precipitação e a vazão específica, foram maiores nas bacias da planície, indicando que, embora as áreas das bacias hidrográficas estudadas sejam menores na região baixa, a disponibilidade de recursos hídricos superficiais em relação à área é maior do que nas bacias do planalto.

Na Figura 4.48, estão apresentados os cursos d'água analisados; no gráfico pode-se observar o comportamento das vazões ao longo do ano nos quatro pontos de monitoramento: no planalto, os rios das Antas e Tainhas têm as maiores vazões nos meses de julho a outubro, enquanto que nos rios Manoel Alves e Mampituba, na planície, as maiores vazões são observadas nos meses do verão, entre janeiro a março.

Em termos de uso dos recursos hídricos superficiais, conforme os dados de balanço hídrico quantitativo de 2020 (ANA, 2016), 44% da área de estudo está em situação excelente de disponibilidade hídrica em relação à demanda, 10% em situação confortável, 14% em situação crítica, 20% em situação muito crítica, e 11% em situação preocupante (Figura 4.49). A melhor situação é observada nas áreas do planalto e das escarpas, enquanto que a situação de maior comprometimento dos recursos hídricos superficiais é observada nas regiões de planície.

Os dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (ANA, 2023) indicam que existem 208 outorgas para uso de recursos hídricos superficiais na área do geoparque, sendo 8 federais e 200 estaduais. As outorgas federais são do Rio Mampituba, e têm como principal finalidade de uso a irrigação. As outorgas estaduais estão distribuídas nos municípios de Torres (28%), Jacinto Machado (26%), Mampituba (21%),









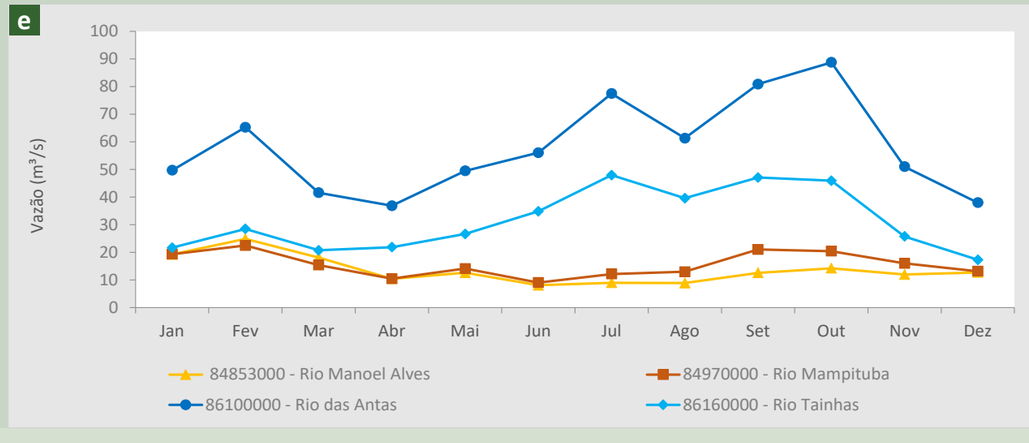


Figura 4.48 - Rio Manoel Alves (a), Rio Mampituba (b), Rio das Antas (c), Rio Tainhas (d); hidrograma com a variação mensal das vazões nas estações fluviométricas (e). Elaborado por Camila Mattiuzi.

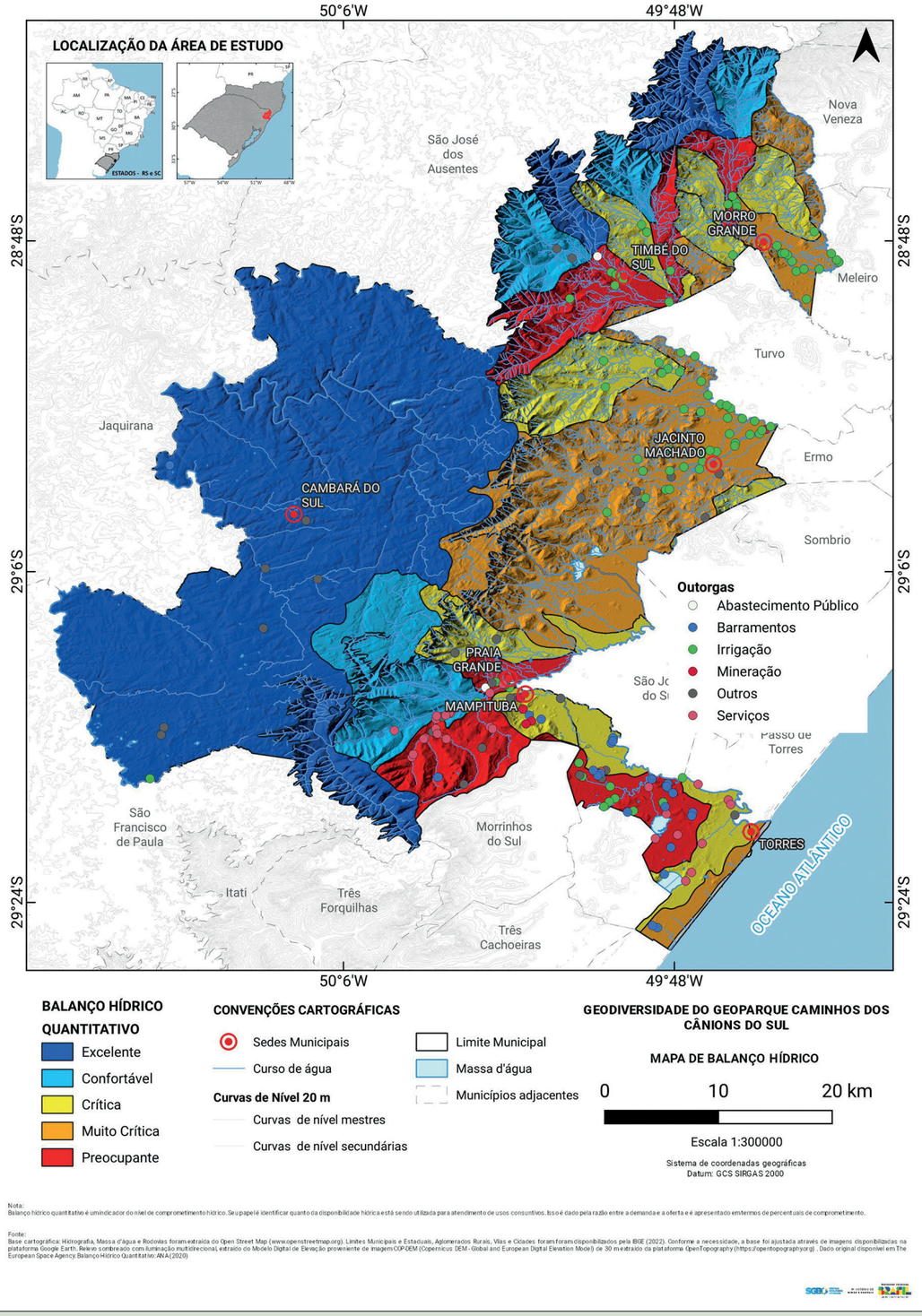


Figura 4.49 - Balanço hídrico quantitativo e outorgas de uso dos recursos hídricos superficiais. Elaborado por Camila Mattiuzi com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2016; 2023).

Morro Grande (11%), Timbé do Sul (9%), Cambará do Sul (5%) e Praia Grande (2%). Em termos de volume, as principais finalidades são irrigação (78%), outros (19%) e abastecimento público (2%).

Com relação ao abastecimento público municipal, conforme dados do Atlas de Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano (ANA, 2021), os municípios de Torres, Jacinto Machado, Praia Grande e Timbé do Sul possuem abastecimento exclusivamente superficial, Mampituba e Morro Grande exclusivamente subterrâneo, e Cambará do Sul preponderantemente superficial.

4.6. CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CORRESPONDEM À PORÇÃO da água da chuva que infiltra, acumula e flui pelos poros dos sedimentos e rochas. Quando esses materiais possuem tal capacidade, em quantidades possíveis para uso, recebem o nome de aquífero. A natureza dos aquíferos depende dos tipos de rochas e sedimentos a eles relacionados, dividindo-se, na área do GCCS, basicamente em porosos e fraturados (Figura 4.50). Os aquíferos porosos são formados por sedimentos inconsolidados e rochas sedimentares, onde predomina a porosidade intergranular. Nesses casos, a ocorrência de água subterrânea se dá entre os grãos, preenchendo os poros. Nos aquíferos fraturados, a existência de água subterrânea está condicionada à porosidade por fraturas e descontinuidades existentes nas rochas vulcânicas, graníticas e metamórficas.

Conhecer e entender os aquíferos do GCCS e como as águas subterrâneas se relacionam com os demais compartimentos ambientais (relevo, solos, águas dos rios, entre outros) é fundamental para sua correta utilização pelo homem, aproveitando de forma sustentável esse recurso hídrico.

Desta forma, a potencialidade hidrogeológica da região é apresentada no mapa da Figura 4.51, com base na metodologia do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) (Diniz *et al.*, 2012).

Os aquíferos porosos da área do geoparque são constituídos pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná (formações Teresina, Rio do Rasto e Botucatu) e pelos sedimentos inconsolidados quaternários.

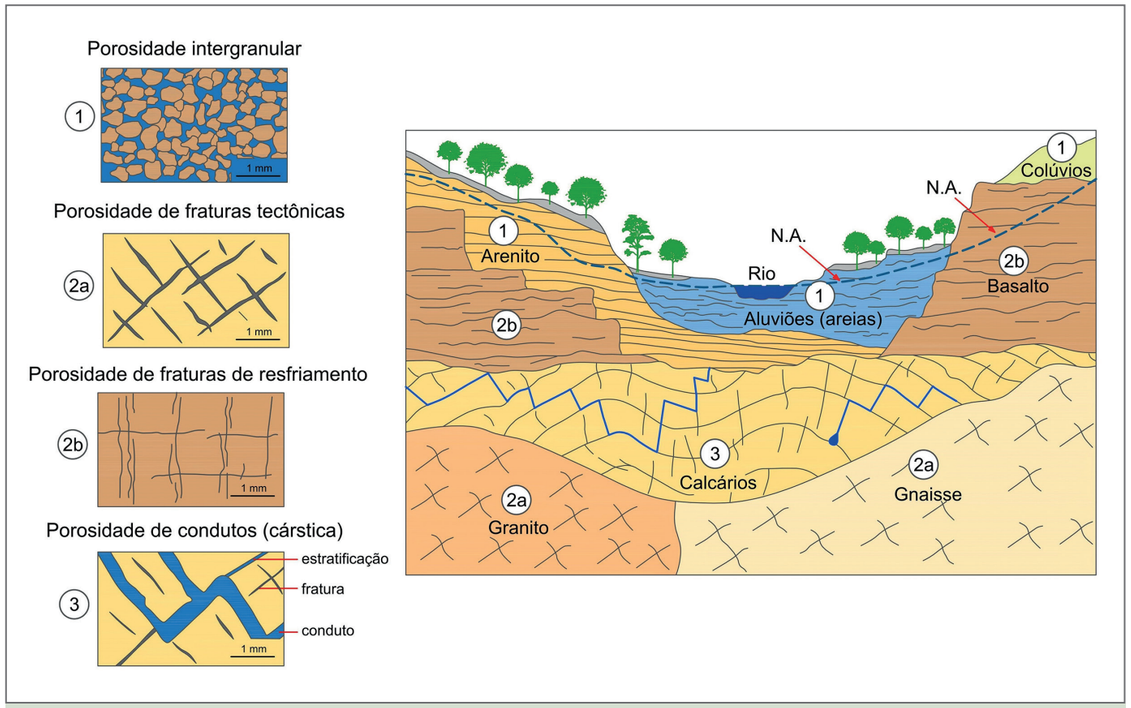


Figura 4.50 - Porosidade das rochas e sedimentos que condicionam a formação de aquíferos. Fonte: Teixeira (2006).

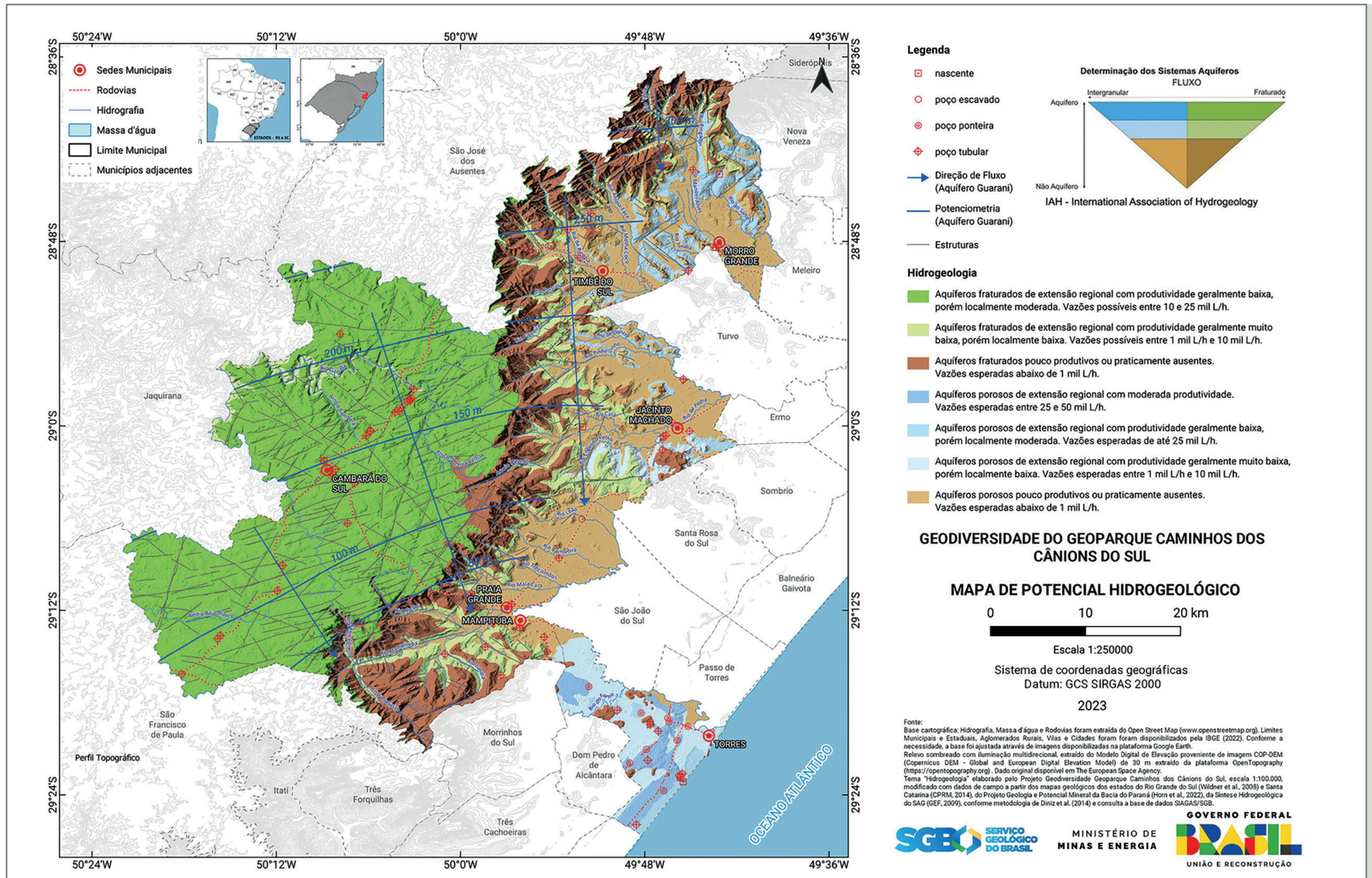


Figura 4.51 - Mapa do potencial hidrogeológico do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Elaborado por Marcos Alexandre de Freitas.

Esses aquíferos compõem cerca de 30% da área e exibem potencialidades variáveis entre pouco produtivas e moderadas. As potencialidades mais fracas (em geral vazões inferiores a 1 mil litros/h) estão relacionadas aos depósitos colúvio-aluvionares e aluvionares, que apresentam pequena espessura e considerável presença de material fino em sua matriz, e a morros isolados de rochas sedimentares. Potencialidades muito baixas a localmente baixas (vazões esperadas de até 10 mil litros/h) associam-se a depósitos quaternários de planície lagunar, praiais e à Formação Botucatu aflorante. As melhores potencialidades dentre os aquíferos porosos estão relacionadas aos depósitos eólicos e praiais antigos, com boas espessuras e composição essencialmente arenosa. Podem atingir vazões entre 25 e 50 mil litros/h em poços tubulares. De modo geral, as águas subterrâneas, presentes nos aquíferos porosos da área, são potáveis, porém, pode ocorrer excesso de cloretos, ferro e manganês, principalmente nos depósitos sedimentares da planície costeira.

Os aquíferos fraturados presentes na área do geoparque abrangem aproximadamente 70% do território e são formados pelas rochas vulcânicas das formações Palmas, Vale do Sol e Torres. As águas subterrâneas ficam armazenadas e circulam pelas fraturas, juntas, falhas, disjunções horizontais e contatos entre derrames dessas rochas. Sua produtividade é bastante variável em função das condições de relevo e, principalmente, pela presença de fraturas ou falhas geológicas. As melhores produtividades, com vazões que podem exceder a casa dos 25 mil litros/h, ocorrem na região de Cambará do Sul e correspondem às áreas de planalto pouco dissecado e com presença de estruturas tectônicas regionais[33]. Secundariamente, ocorrem áreas com produtividade geralmente muito baixa a localmente baixa, relacionadas às rochas vulcânicas da Formação Torres.

São áreas de vales encaixados com vazões entre 1 e 10 mil litros/h, condicionadas às fraturas nas rochas vulcânicas. Sob essa, repousam arenitos eólicos da Formação Botucatu que compõem o Sistema Aquífero Guarani e apresentam boa potencialidade. Nas escarpas da borda do planalto e encostas, a potencialidade é praticamente ausente com vazões inferiores a 1 mil litros/h. As áreas de descarga no contato solo/rocha formam nascentes fundamentais para a composição da rede hídrica superficial da região. Em termos qualitativos, as águas são geralmente excelentes com baixas concentrações de sais dissolvidos e se destinam para consumo humano, industrial e pastoril.

As captações de águas subterrâneas, mais frequentemente observadas para os aquíferos porosos, são poços escavados e ponteiras nas planícies, e utilização de fontes nos morros. Poços tubulares profundos são mais comumente encontrados nos aquíferos porosos, relacionados às rochas sedimentares da Bacia do Paraná e em sedimentos quaternários de maior espessura.

No caso dos aquíferos fraturados, as águas são extraídas através de poços tubulares profundos nas áreas de melhor potencial e por captações de fontes nas áreas muito dissecadas e declivosas.

A Figura 4.52 ilustra os tipos de captação de águas subterrâneas verificados em campo na área do GCCS.

Em termos de vulnerabilidade natural, conceituada como a sensibilidade de um aquífero ser adversamente afetado por um contaminante imposto na zona acima do lençol freático, os aquíferos porosos, sobretudo os relacionados aos sedimentos inconsolidados, são os mais vulneráveis à contaminação, uma vez que o lençol freático aflora ou é raso, alcançando índices altos e extremos. Já os aquíferos fraturados e os relacionados às rochas sedimentares da Bacia do Paraná apresentam índices moderados a baixos. O mapa do índice de vulnerabilidade natural da Figura 4.53 ilustra o quanto os aquíferos são suscetíveis à contaminação na área do GCCS, conforme metodologia GOD (Foster; Hirata, 1993).

[33] A crosta terrestre pode ser vista como um grande quebra-cabeça dividido em pedaços chamados placas tectônicas. Essas placas estão sempre se movendo, e onde elas se encontram, coisas interessantes acontecem (montanhas, vales). As estruturas tectônicas regionais referem-se às mudanças e às deformações que ocorrem nessas placas em uma grande área geográfica. No caso da área do GCCS, essas estruturas são relacionadas a fraturas ou falhas (rachaduras na crosta que se movimentam ou não).



POÇO TUBULAR



POÇO ESCAVADO



PONTEIRA



CAPTAÇÃO DE FONTE NATURAL

Figura 4.52 - Exemplos de captação de água subterrânea na área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul; a) poço tubular, b) poço escavado, c) ponteira, d) captação de fonte natural. Fotos: Marcos Alexandre de Freitas e Marcelo Goffermann (2023).

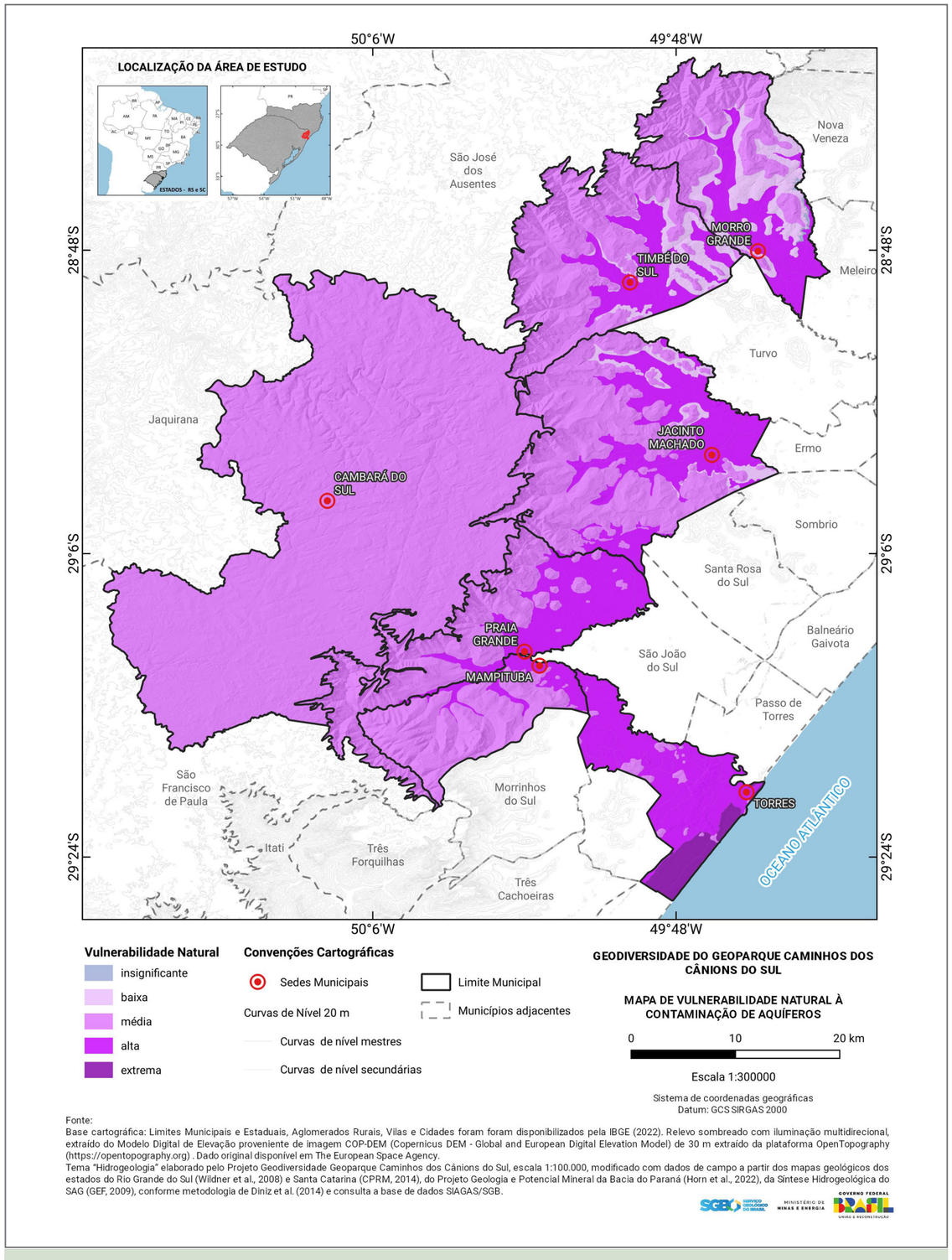


Figura 4.53 - Mapa de vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos. Elaborado por Marcos Alexandre de Freitas.

4.7. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOTURÍSTICO

O GEOTURISMO É UM SEGMENTO RELATIVAMENTE NOVO no turismo brasileiro, aborda a conservação, a divulgação e a valoração do patrimônio natural e cultural, incluindo o conjunto de formas de relevo e processos associados, que constituem a paisagem natural e processos geológicos relacionados aos locais, os quais podem situar-se em ambientes urbanos ou rurais. O segmento engloba as temáticas relacionadas à geodiversidade, as quais não eram abordadas efetivamente em outros segmentos turísticos similares, como o ecoturismo, no qual as rochas e as formas de relevo são apenas o pano de fundo dos atrativos (Silva *et al.*, 2021; Jorge; Guerra, 2016).

O GCCS demonstra uma exuberante e diversa paisagem natural, contemplando feições geológicas e geomorfológicas características de uma região entre o Oceano Atlântico e o Planalto da Serra Geral, no Sul do Brasil. A diversidade e as características únicas do território são ressaltadas pela presença de geossítios de relevância internacional, como os Cânions Itaimbezinho[34] e Fortaleza[35], registrados na Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos como SIGEP 050 (Wildner; Orlandi Filho; Giffoni, 2009) e o Parque da Guarita/Morro do Farol[36].

Os geossítios *in situ* representam locais com características geológicas de grande importância científica, frequentemente identificados e catalogados por especialistas em geociências para salvaguardar o legado geológico de uma determinada região. Embora nem sempre ostentem uma beleza visual impressionante, sua relevância científica é inquestionável, podendo ser explorados com propósitos turísticos e educacionais por meio de uma gestão responsável dos recursos (Brilha, 2005; 2016). O Serviço Geológico do Brasil administra a plataforma GEOSSIT (https://www.sgb.gov.br/geossit) para o inventário, classificação e avaliação desses geossítios e sítios de geodiversidade, incluindo nove locais relacionados à geodiversidade no âmbito do GCCS, além dos dois geossítios mencionados anteriormente.

O potencial turístico da região ainda é explorado de forma incipiente, mas o reconhecimento do território de geoparque da Unesco, em abril de 2022, fomenta o geoturismo na região. Neste contexto, os principais parques federais e estaduais, unidades de conservação e outras potencialidades geoturísticas desse território com grande valor natural, científico e cultural, são abordados (Figura 4.54).

No território do GCCS, os parques nacionais, estaduais e as unidades de conservação são importantes recursos para promover o turismo sustentável e a conservação dos patrimônios naturais.

São identificadas nove áreas de proteção especiais que abrangem 13,6% do território do geoparque. Na zona costeira do território, estão localizados o Parque Estadual de Itapeva, a Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Itapeva, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Recanto do Robalo e o Refúgio de Vida Silvestre Ilha dos Lobos, onde é possível visualizar, estudar e preservar a biodiversidade, mas também a geodiversidade, devido à presença de afloramentos rochosos e às formas de relevo características, como praias, dunas, lagoas, meandros e outras tipologias de canais fluviais, e uma ilha rochosa distante alguns quilômetros da costa litorânea, utilizada principalmente pelos lobos marinhos.

Na região da escarpa de borda de planalto, contemplando paisagens de encostas declivosas, e as rochas vulcânicas extrusivas, situam-se o Parque Nacional da Serra Geral, o Parque Nacional de Aparados da Serra, a Reserva Biológica Estadual do Aguaí e a Área de Proteção Ambiental Rota do Sol. Contemplam cachoeiras, cânions, paredões rochosos, canais fluviais e mirantes, acessados por meio de trilhas de diferentes níveis de dificuldades, que permitem a visualização da fauna, da flora e de uma paisagem exuberante. Os parques nacionais Serra Geral e Aparados da Serra possuem as maiores extensões territoriais dentro do GCCS, ambos desempenham um papel fundamental na promoção do turismo sustentável e possuem gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

No Parque Nacional da Serra Geral, estão situados alguns pontos geoturísticos importantes e muito visitados, como o Cânion dos Índios Coroados, o Cânion Malacara[37], a Pedra do Segredo (bloco monolítico)[38], o Cânion Fortaleza e o Cânion da Onça. O Parque Nacional de Aparados da Serra contempla o geossítio Cânion Itaimbezinho (Figura 4.55), sítio de geodiversidade de relevância internacional em Cambará do Sul, onde é possível a realização de trilhas na borda superior do

[34] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1849
[35] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1850
[36] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1847

[37] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1855
[38] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1854

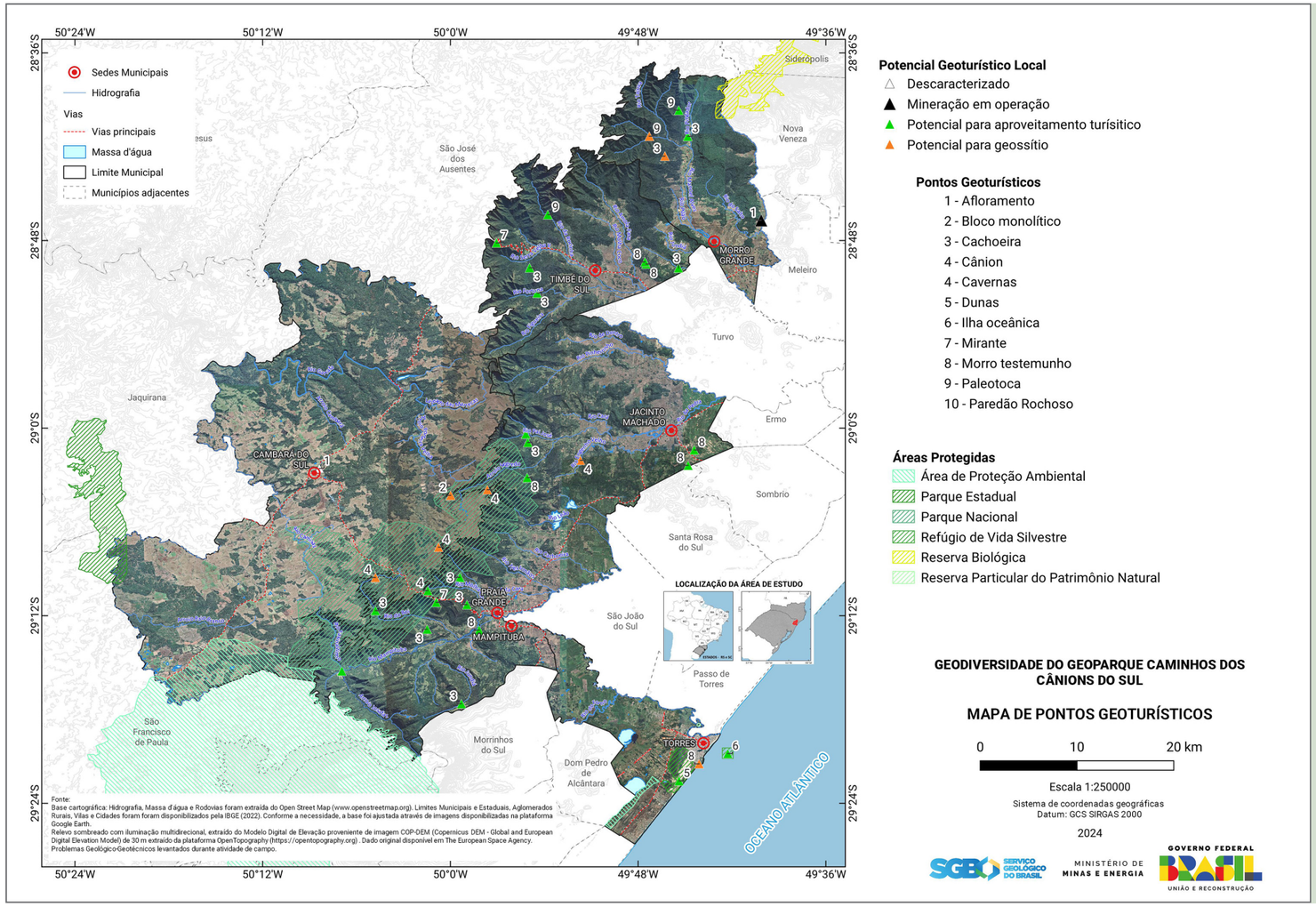


Figura 4.54 - Mapa de pontos com potencial para o geoturismo. Elaborado por Angela Bellettini e Raimundo Almir Costa Conceição.

cânion para observar os paredões verticais formados por derrames vulcânicos, afloramentos rochosos[39] no topo com feições de fluxos de lava vulcânica, rios explorando a paisagem e formando cascatas (cachoeiras) de alturas quilométricas, e a biodiversidade associada.

No parque, também se encontra a famosa Trilha do Rio do Boi, situada na base dos paredões rochosos no município de Praia Grande (SC), a qual pode ser realizada apenas com o acompanhamento de guias e condutores credenciados pelo ICMBio. Nessa trilha, percorre-se um trecho do leito do Rio do Boi, que permite a contemplação da dinâmica fluvial atuante dentro do vale do Cânion Itaimbezinho e alguns banhos de rio ou cachoeiras pelo "geoturista". A atividade tem duração de no mínimo 8 horas, dependendo dos participantes de cada grupo e guia contratado, não é recomendada em períodos chuvosos, devido à possibilidade de ocorrência de enxurradas, e mesmo no verão pode ser fechada pela administração do parque, caso o monitoramento mostre probabilidades de tempo impróprio durante o dia.

O Parque Estadual do Tainhas está localizado em altitudes elevadas do GCCS, nas vulcânicas ácidas, representando apenas 0,23% do geoparque. O objetivo do parque é preservar a biodiversidade no vale do Rio Tainhas, principalmente espécies em extinção, e o órgão gestor é a Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul. Também proporciona experiências de ecoturismo, como trilhas, caminhadas e cachoeiras.

As áreas de conservação especiais são de grande importância para a disseminação do geoturismo na região, mas não esgotam as potencialidades do território. Os turistas do GCCS também podem desfrutar de cachoeiras, mirantes, cânions, paredões rochosos, morros testemunhos, furnas, grutas, paleotocas e praias, conforme a seguir comentado.

As cachoeiras são encontradas em diversas litologias no geoparque, principalmente nas unidades de rochas vulcânicas extrusivas e na Formação Rio do Rasto. São feições naturais provocadas pela erosão da água sobre as rochas, criando quedas d'água de beleza cênica, possibilitando ao turista testemunhar a modificação do relevo em ação, o tipo de rocha, a fauna e a flora presentes no território. Várias feições geológicas são possíveis de identificar, dependendo do contexto geológico no qual cada cachoeira ocorre, se vulcânico (estruturas de resfriamento da lava, amígdalas e vesículas, erosão diferencial dos derrames, camadas de arenito interderrames, etc.), ou sedimentar (estruturas de deposição sedimentar, camadas com estratificações plano-paralelas ou inclinadas, intercalação de diferentes tipos de sedimentos, etc.).

O acesso a praticamente todas as cachoeiras do GCCS depende de trilhas autoguiadas ou não, algumas de curta duração e com estacionamento de carros próximo e outras que podem durar horas até a visualização da feição. Há cachoeiras situadas em áreas privadas (acesso apenas aos moradores ou proprietários), parques públicos e parques privados (Cachoeira do Salto no Parque Ecológico Pneutur, em Timbé do Sul). Para acessar cachoeiras em áreas privadas, é necessária autorização dos proprietários (Cachoeira do Tatu em Morro Grande) e alguns cobram taxa de visitação (Cachoeira do Ventura, em Praia Grande, Cachoeira dos Borges, em Mampituba). Já nos parques Aparados da Serra e Serra Geral, mediante pagamento da taxa de acesso, podem ser percorridas algumas trilhas onde é possível visualizar, à distância, algumas cascatas. De forma geral, as cachoeiras propiciam uma interação com a natureza, práticas esportivas e de bem-estar, e o público, ainda, poderá levar uma bela foto de recordação (Figura 4.56).

Os cânions, os vales profundos e os estreitos entre paredões rochosos verticais de grande variação de altura foram esculpidos há milhares de anos pela atividade geológica, pela água e pelo vento (IBGE, 2009). Representam, na Região Sul do Brasil, o maior derrame vulcânico provocado durante o rompimento do supercontinente Gondwana e abertura do Oceano Atlântico, constituídos por mais de 700 metros de espessura depositados desde o Cretáceo por um curto intervalo de tempo geológico (apenas milhões de anos). No território do geoparque, são os atrativos geoturísticos mais explorados, normalmente associados a belíssimas cascatas, mirantes ou outras feições geológicas interessantes. Situam-se nas unidades geológicas relacionadas às rochas vulcânicas extrusivas, os principais dentro da área dos parques federais, já descritos anteriormente, mas há outros, como o Cânion da Rocinha. Também proporcionam caminhadas, cavalgadas, trilhas, esportes de aventura, passeios diversificados e imersos na natureza.

Os afloramentos rochosos são feições naturais ou não (cortes para execução de estrada, por exemplo), que possibilitam a visualização e estudo das características das rochas situadas no território, podendo ser de diversos formatos. Os naturais, encontrados de forma mais expressiva, são os lajedos em rios e topos de morros ou de planalto, blocos e paredões (encostas verticalizadas). Normalmente, as feições estão associadas a outros pontos, como os lajedos que podem ser visualizados durante as trilhas no Morro do Cabrito ou durante a trilha do Cânion Índios Coroados, onde também é possível visualizar paredões rochosos maravilhosos que fazem parte das escarpas dos cânions. O paredão rochoso é uma importante feição do ponto geoturístico Pedra Branca[40] e também pode ser visualizado na planície costeira, em Torres, tanto no Morro do Farol quanto nos morros do Parque da Guarita.

Outros pontos geoturísticos importantes na região são aqueles que possibilitam ver o horizonte, a paisagem como um todo, os diferentes formatos da zona costeira até as escarpas, locais normalmente chamados de mirantes. Existem pontos já bastante conhecidos, que possibilitam esse tipo de contemplação, por exemplo, alguns recuos nas estradas que ligam o litoral catarinense ao planalto no Rio Grande do Sul, como as serras do Faxinal e da Rocinha. Nas duas rodovias, é possível contemplar um visual maravilhoso, parando em pontos já conhecidos, como o Morro dos Cabritos (Figura 3.57a), com visualização de quase 360º, percorrendo as trilhas e, em dias de céu claro, visualizar as praias da região ou o Mirante de Timbé do Sul (Figura 4.57b).

Os mirantes no Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul não se limitam apenas às rodovias citadas anteriormente, existem pontos de contemplação da paisagem em altitudes baixas do geoparque que possibilitam a visualização de outras feições ou de outro ponto de vista das escarpas de planalto, que não são bastante difundidos ou utilizados pelos turistas. Exemplo interessante é um ponto situado no município de Torres, em frente ao local de realização do evento de balonismo, onde há uma estrutura em madeira

[39] Exposição de rocha na superfície terrestre, podem ser em diversos formatos, cortes de estrada, paredão, lajedo e outros.

[40] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1848



Figura 4.55 - Escarpas do Cânion Itaimbezinho, Cambará do Sul/RS. Foto: Angela Bellettini (2023).



Figura 4.56 - Cachoeira dos Elfos, Cânion Índios Coroados, município de Cambará do Sul, Rio Grande do Sul. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).

que possibilita a observação dos meandros abandonados do Rio Mampituba (Figura 3.58), bastante característicos dessa tipologia fluvial (rio meandrante) em regiões de relevos planos (feição geomorfológica de relevância). Também, se observa a progressiva urbanização e a degradação por erosão fluvial desse ecossistema, o qual é frágil, mas representa um recurso econômico importante para diversas atividades na região, como pesca, agricultura, mineração de cascalho e outros, o que também tem modificado o leito do rio em diferentes trechos.

Outras feições de paisagens naturais, que possibilitam mirantes de contemplação e o contato com a história geológica e de evolução do relevo desse geoparque, são os morros-testemunhos. Constituídos, principalmente, de rochas sedimentares, capeadas ou não por vulcânicas. Nos mais visitados, é possível verificar estruturas da formação do antigo Deserto Botucatu. São imponentes feições na planície costeira, as quais demonstram o contato de rochas de resistências diferentes e/ou o recuo da escarpa (IBGE, 2009). Os representantes dessa tipologia são: o Morro do Farol e as torres do Parque da Guarita (Torres – RS), Morro da Moça[41] e Itaimbé (Jacinto Machado – SC), e o morro da Gruta Nossa Senhora Aparecida (Mampituba – RS). A gruta é uma feição formada pela erosão do Arenito Botucatu por agentes de intemperismo, e, no ponto descrito, é utilizada para abrigar a imagem de Nossa Senhora Aparecida (Figura 4.59) e, por isso, tem valor religioso na região. As feições erosivas nos morros-testemunhos são comuns e acabam por trazer atrativos extras, como furnas, cavernas e/ou outros formatos diferentes, os quais instigam a curiosidade e despertam a imaginação dos turistas.

Ligadas à ocorrência do Arenito Botucatu, encontram-se paleotocas, situadas principalmente nos municípios de Morro Grande, Jacinto Machado e Timbé do Sul. As paleotocas são cavernas escavadas por animais extintos, as quais, por meio de estudos nas paredes dos túneis encontrados nas encostas dos cânions, confirmou-se a presença de marcas das garras de grandes mamíferos; de idade pleistocênica marcam a presença da megafauna na América do Sul, mas algumas também foram utilizadas como abrigo de comunidades indígenas que viveram no território do geoparque no passado (Bazotti *et. al.*, 2022; Bechtel *et. al.*, 2021). Exemplos conhecidos e de maior procura são as paleotocas de Três Barras (Figura 4.60), Morro Grande, Trilha do Palmiro (Timbé do Sul) e Furnas Xokleng[42] (Jacinto Machado). Devido ao potencial risco à segurança do turista, indica-se o acompanhamento de guias locais treinados e equipamentos de proteção individual para visitação.

Na região litorânea do território, o destaque são as praias situadas no município de Torres (RS), com elevado potencial geoturístico, devido à beleza cênica impressionante. Apresentam características diversas entre si, com areia fina a média, algumas compostas por faixas extensas de areia, outras por afloramentos rochosos (tanto de rochas vulcânicas quanto sedimentares, pertencentes à Formação Botucatu) ou ambos, podendo estar limitadas por morros e/ou falésias. Essas praias são influenciadas pelo regime de ação das ondas e algumas sofrem influência da foz do Rio Mampituba, outras, como Itapeva, situam-se em unidades de conservação, tornando-se destinos turísticos imperdíveis na região. As praias são conhecidas como Praia da Itapeva, Praia da Guarita, Praia da Cal, Prainha ou Praia do Meio, Praia Grande (Figura 4.61) e Praia dos Molhes. Elas são banhadas pelo Oceano Atlântico e atraem uma grande quantidade de visitantes, principalmente nos meses de verão, devido às temperaturas elevadas no Sul do Brasil, restritas normalmente a este período anual.

[41] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1845

[42] https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitios/ver/1841





Figura 4.57 - Vista de drone: a) Morro dos Cabritos, utilizado como mirante de contemplação, município de Cambará do Sul - RS; b) Mirante de Timbé do Sul. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 4.58 - Vista geral do Rio Mampituba, meandrante, município de Torres, Rio Grande do Sul. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.59 - Gruta Nossa Senhora Aparecida, Mampituba - RS. Foto: Angela Bellettini (2023).



Figura 4.60 - Detalhe da paleotoca do complexo Três Barras, município de Morro Grande. Foto: Marcelo Crepaldi (2023).

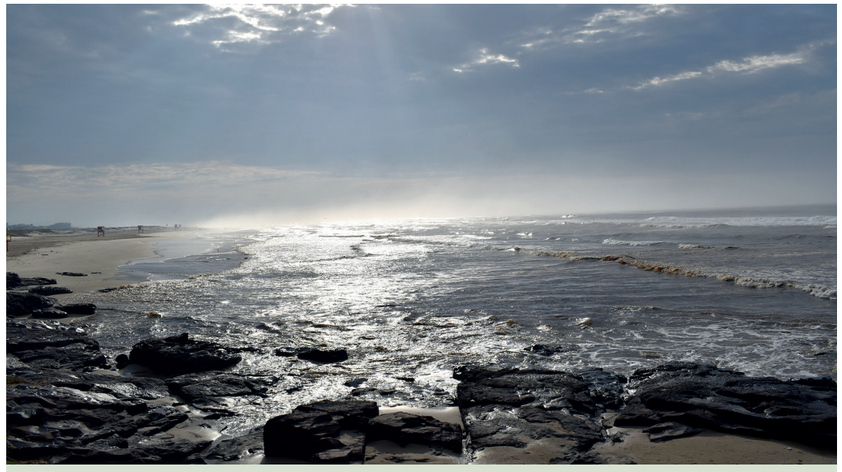


Figura 4.61 - Vista da praia rochosa para a faixa de areia na Praia Grande, Município de Torres. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).

DESCRIÇÃO DOS LOCAIS DE INTERESSE GEOTURÍSTICO

AS POTENCIALIDADES GEOTURÍSTICAS do território são bem mais abrangentes.

As principais tipologias foram abordadas, utilizando como ferramenta de estudo os pontos descritos em estudos anteriores, conhecidos e/ou mais visitados no geoparque, sendo os pontos visitados neste estudo contemplados nas pranchas a seguir.

Salienta-se que seria interessante, em uma investigação mais detalhada, avaliar a possibilidade de incorporação de afloramentos-chave de todas as litologias aflorantes no geoparque, como novos locais de interesse geológico e turístico e/ou geossítios, pois irão contar a história geológica do Gondwana, a abertura do Atlântico e a formação da planície costeira, aproximando o turista da evolução geológica do território. Ainda podem ser agregados aos pontos valores culturais, relativos à história de ocupação desse território pelas comunidades indígenas, quilombolas e outras denominações.

PONTO GEOTURÍSTICO

PEDRA BRANCA

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Cultural, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Palmas
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Privado
Descrição Geral	A Pedra Branca é um morro de declividades elevadas com paredão rochoso fraturado. Na trilha há rochas da Formação Vale do Sol até a Formação Palmas no topo. O nome do local está relacionado às cores esbranquiçadas, associadas as alterações da exposição da rocha. Utilizado, também, para esportes de aventura, inclusive para competições e festivais locais. Para acesso às trilhas é necessário acompanhamento de guia credenciado na Associação dos Remanescentes São Roque e no ICMBIO. Também há trilhas adicionais na base que permitem a contemplação do encontro dos rios formadores do Rio Mampituba, onde encontramos piscinas naturais próprias para banho.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	Utilizado para turismo, esportes de aventuras radicais *highline, slikeline, basejump*, e ocasionalmente é realizado escalada tradicional por profissionais. Também há cabanas e camping na comunidade Pedra Branca na entrada da trilha.







Localização do Ponto Geoturístico

Mampituba - RS

Associação dos Remanescentes São Roque, Estrada Geral Praia Grande/Mampituba - Localidade Pedra Branca



PONTO GEOTURÍSTICO

CACHOEIRA DOS BORGES

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Turismo
Unidade Geológica	Formação Vale do Sol
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Privado
Descrição Geral	A Cachoeira dos Borges é uma queda d'água de aproximadamente 70 metros de altura em rochas vulcânicas no Rio da Invernada/Jundiaí. A cachoeira situa-se em propriedade privada, dentro de um *glamping* homônimo (pousada e camping) com estacionamento, restaurante e banheiros. O acesso às trilhas e às estruturas ocorre mediante ao pagamento de taxa para visitantes não hospedados na pousada/camping ou está incluso para os hóspedes. Na área do empreendimento, além da estrutura física e o acesso a cachoeira dos Borges, tem a possibilidade de outros atrativos turísticos como poços de banho, trilhas de níveis variados e um paredão de rochas vulcânicas (ao lado da Cachoeira dos Borges).
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	







Localização do Ponto Geoturístico

Mampituba - RS

Cachoeira dos Borges Cabanas e Parque, Rua Chapada dos Borges, 2116 - Roça da Estância



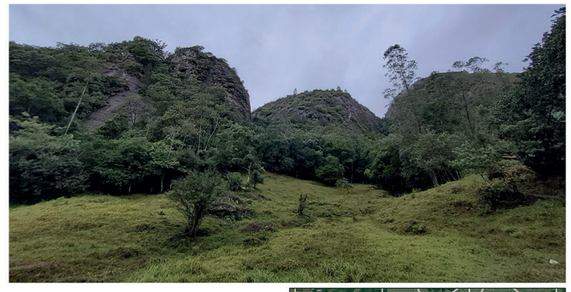
PONTO GEOTURÍSTICO

MORRO DA MOÇA

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu
Litologia	Arenito
Proprietário	Privado
Descrição Geral	O sítio de geodiversidade Morro da Moça é um morro-testemunho de 233 m de altura. Este geomonumento possui destaque em razão de sua bela morfologia rochosa, composta de 3 morros de topos arredondados. O morro é formado por rochas areníticas e marca o limite dos municípios de Jacinto Machado e Sombrio. Atualmente, pode ser contemplado na paisagem, mas não há estrutura para turismo.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	







Localização do Ponto Geoturístico

Jacinto Machado - SC

Próximo à Rodovia SC-485 - Localidade Cotovelo



PONTO GEOTURÍSTICO

SANTUÁRIO NOSSA SENHORA APARECIDA

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Cultural, Educacional, Religioso, Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu
Litologia	Arenito
Proprietário	Público
Descrição Geral	Afloramento rochoso de arenito Botucatu em morro-testemunho. O local é utilizado como Santuário de Nossa Senhora (gruta com imagem da santa), o acesso ocorre por trilha autoguiada e sinalizada.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	Coordenada da gruta no arenito: 29,21622 (lat), -49,96867 (long). Aberto ao público. Trilha possui sinalização, estrutura de água potável e pavimentação em madeira.







Localização do Ponto Geoturístico

Mampituba - RS

Estrada Geral próxima a ponte do Rio Sangão - Localidade Vila Broca



PONTO GEOTURÍSTICO

CACHOEIRA DO TATU

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Rio do Rasto
Litologia	Pelito
Proprietário	Privado
Descrição Geral	A Cachoeira do Tatu é uma queda da água de aproximadamente 18 metros de altura em rochas da Formação Rio do Rasto, com erosão diferencial. Situa-se em uma área privada, próximo a um salão de festas particular, acessada apenas pontualmente por turmas de turistas levados por guias locais ou convidados do proprietário. O acesso à base da cachoeira, onde contempla poço para banho, ocorre por uma trilha curta e inclinada, e na parte superior, a partir do estacionamento ou o salão de festas, a trilha é bastante acessível e mais curta.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	







Localização do Ponto Geoturístico

Morro Grande - SC

Rua Rui Barbosa - Localidade Pingador



PONTO GEOTURÍSTICO

PALEOTOCA DA APARÊNCIA

Tema Científico	Geológico, Paleontológico
Valores Adicionais	Aventura, Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu
Litologia	Arenito
Proprietário	Privado
Descrição Geral	A paleotoca apresenta um túnel linear com aproximadamente 60 m de extensão, ovalado, com largura média de 2,20 m. Possível verificar marcas de garras nas paredes. Atualmente, a cavidade de abertura está parcialmente soterrada, devido a solapamento do material do teto da galeria, e possui altura aprox. de 40 cm. Atualmente, a paleotoca é utilizada apenas para visitação de estudo científico.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	A trilha de acesso é longa, difícil com trechos inclinados. Recomenda-se o acompanhamento de guia local, autorização do proprietário e uso de equipamentos de proteção individual. Evitar dias com previsão de tempo chuvoso.







Localização do Ponto Geoturístico

Morro Grande - SC

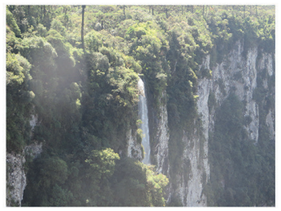
Rua Rui Barbosa - Localidade Pingador

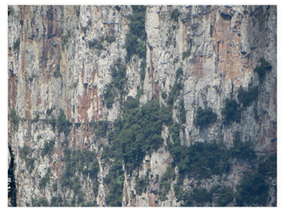


PONTO GEOTURÍSTICO

CÂNION ITAIMBEZINHO

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Palmas
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Público
Descrição Geral	Vale escarpado muitíssimo encaixado, sendo que os antigos habitantes indígenas da região batizaram o lugar como Ita (pedra) e Aí´be (afiada), por isso o nome Itaimbezinho. As rochas visualizadas nos paredões rochosos são vulcânicas do Grupo Serra Geral. O cânion pode ser acessado no topo na sede do Parque Nacional de Aparados da Serra, através de trilhas de pedestres. E na base através da trilha Rio do boi, outro ponto geoturístico.
Acessibilidade	Intermediário (Estrada acessível por veículos distante < 1 Km)
Segurança	Local com infraestrutura alta (Placas de sinalização de risco/perigo, controle de acesso de visitantes)
Informações adicionais	Coordenadas da entrada do parque. Avaliações geotécnicas são recomendadas, principalmente nos mirantes de contemplação e são realizadas conforme demanda pela unidade gestora.



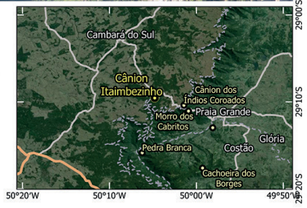




Localização do Ponto Geoturístico

CAMBARÁ DO SUL - RS

Portaria do Parque Nacional de Aparados da Serra, Rodovia RS 427, s/n - Zona Rural



PONTO GEOTURÍSTICO

PAREDÃO DA AREIA BRANCA

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu
Litologia	Arenito
Proprietário	Público
Descrição Geral	Relevo residual da erosão da escarpa da Borda de Planalto Serra Geral, em forma de morro. É uma paisagem belíssima para observar devido aos paredões subverticais com estruturas sedimentares visíveis. Através de trilha de pedestre é possível acessar o topo. Atualmente é pouco explorado como destino turístico.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	Possível visualizar o mesmo na rodovia de acesso ao município e da comunidade Pedra Branca, de onde inicia a trilha.







Localização do Ponto Geoturístico

Timbé do Sul - SC

Estrada Geral, s/n - Localidade Areia Branca



PONTO GEOTURÍSTICO

CACHOEIRA DO BIZUNGO

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Turismo
Unidade Geológica	Formação Torres
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Privado
Descrição Geral	Queda d'água de aproximadamente 100 metros de altura, marcada por contato horizontal evidenciando derrames vulcânicos diferentes. O acesso ocorre por trilha de pedestre com aproximadamente 1 km de extensão e sinalizações turísticas. Próximo ao início, é possível estacionar o carro na estrada.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	Recomenda-se o acompanhamento de guia local, autorização do proprietário e uso de equipamentos de proteção individual. Evitar dias com previsão de tempo chuvoso.







Localização do Ponto Geoturístico

Morro Grande - SC

Rua Rui Barbosa - Localidade Três Barras



PONTO GEOTURÍSTICO

PALEOTOCA DAS TRÊS BARRAS

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico, Paleontológico
Valores Adicionais	Aventura, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu
Litologia	Arenito
Proprietário	Privado
Descrição Geral	Túneis escavados por animais, provavelmente preguiças e tatus gigantes (megafauna) no Arenito Botucatu. Estes são galerias em diferentes níveis, alguns bifurcados com dimensões e formatos diferentes. Pontualmente, alguns condutos podem estar parcialmente soterrados por erosão e solapamento de material da própria galeria. O acesso ocorre através de trilhas com trechos em terrenos inclinados ou não e cruzando alguns leitos de rios.
Acessibilidade	Difícil (Estrada acessível a veículos distante > 1 km ou muito inclinada)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	Sugere-se o acesso aos túneis com o acompanhamento de guias locais e uso de equipamentos individuais. Evitar visitas em dias com previsão de chuva.







Localização do Ponto Geoturístico

Morro Grande - SC

Rua Rui Barbosa - Localidade Três Barras



PONTO GEOTURÍSTICO

MORRO DOS CABRITOS

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Palmas
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Público
Descrição Geral	Morro de formado por rochas vulcânicas ácidas, parte das escarpas de borda de planalto acessado pela Rodovia Serra do Faxinal. Situado dentro da unidade de conservação Parque Nacional de Aparados da Serra, atualmente tem acesso livre e, por isso, bastante acessado por turistas. Neste ponto, é possível contemplar quase 360º da paisagem do entorno percorrendo as trilhas presentes.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	Há um refúgio usado para estacionamento em frente ao acesso pela Serra do Faxinal.







Localização do Ponto Geoturístico

Cambará do Sul - RS

Rodovia Serra do Faxinal, RS 427 - Zona Rural



PONTO GEOTURÍSTICO

CÂNION DOS ÍNDIOS COROADOS

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Palmas
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Público
Descrição Geral	Grande feição erosiva (rios) na escarpa de borda de planalto, acessado por trilha curta sinalizada no topo do cânion, possibilita a observação de uma belíssima cachoeira, os paredões subverticais dos derrames vulcânicos (principalmente Formação Vale do Sol) e a planície costeira. Há feições de fluxo de lava nos afloramentos (Formação Palmas) em formato de lajeado que podem ser observados por toda a trilha acessada próxima à Rodovia Serra do Faxinal.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	Atualmente, o Cânion Índios Coroados tem livre acesso, mas pode ser alterado, pois situa-se no Parque Nacional de Aparados da Serra. No presente, a visitação de outros pontos turísticos deste parque ocorre mediante pagamento de taxa.







Localização do Ponto Geoturístico

Cambará do Sul - RS

Rodovia Serra do Faxinal, RS 427 - Zona Rural



PONTO GEOTURÍSTICO

PARQUE DA GUARITA

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Aventura, Cultural, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Botucatu e Formação Torres, Grupo Serra Geral
Litologia	Arenito e Vulcânicas
Proprietário	Público
Descrição Geral	Geossítio com reconhecimento internacional, formado por um conjunto de afloramentos e geomonumentos localizados à beira-mar. A visitação é realizada em unidade de conservação ambiental de 13 hectares. Os afloramentos são formados por associação de rochas sedimentares e vulcânicas. Inclusive, é possível verificar facilmente um contato litológico, peperitos (litologia formada em situações geológicas específicas) e na área do parque foi descrito a sessão-tipo da Formação Torres.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura alta (Placas de sinalização de risco/perigo, controle de acesso de visitantes)
Informações adicionais	O parque possui trilhas com sinalização e diversos níveis, praia, estacionameno e outras estruturas físicas para utilização sustentável e segura dos turistas. Também é conhecido como Parque Estadual José Lutzenberger.







Localização do Ponto Geoturístico

TORRES - RS

Portaria do Parque da Guarita, Calçadão Praia da Cal, 17 - Praia da Cal



PONTO GEOTURÍSTICO

DUNAS DA ITAPEVA

Tema Científico	Arqueológico, Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Depósitos eólicos atuais
Litologia	Dunas e lençois de areia
Proprietário	Público
Descrição Geral	Paisagem visual dos campos de dunas, afloramento rochoso e acesso à praia (cordão litorâneo) em unidade de conservação Parque Estadual de Itapeva. O local é um ambiente de belíssima paisagem com diversos exemplares da biodiversidade, inclusive com pelo menos uma espécie de fauna em extinção.
Acessibilidade	Intermediário (Estrada acessível por veículos distante < 1 Km)
Segurança	Local com infraestrutura intermediária (trilhas demarcadas e/ou auto guiadas, guias credenciados ICMBIO, sinalização e estacionamento)
Informações adicionais	O parque tem horário de funcionamento e controle de entrada de turistas, se informe antes de visitar.



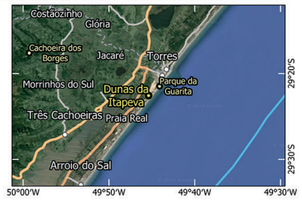




Localização do Ponto Geoturístico

TORRES - RS

Estrada do Camping, 2056 - Itapeva



PONTO GEOTURÍSTICO

MIRANTE TIMBÉ DO SUL

Tema Científico	Geológico, Geomorfológico
Valores Adicionais	Cultural, Educacional, Turismo
Unidade Geológica	Formação Palmas
Litologia	Vulcânicas
Proprietário	Público
Descrição Geral	O sítio é um mirante instalado a 1.200 m de altitude na Serra da Rocinha (SC). O visitante possui uma belíssima vista da planície costeira e dos cânions. Ao redor é possível visualizar afloramentos de rochas vulcânicas ácidas com feições de fluxo de lava. O acesso é por carro e possui área para estacionamento.
Acessibilidade	Fácil (Estacionamento de carro < 500 m)
Segurança	Local com infraestrutura mínima (trilhas simples, acesso não controlado ou acesso apenas com guia local)
Informações adicionais	Recomenda-se ao poder público avaliação geotécnica, implantação de estrutura de controle de visitantes e segurança. Atualmente, a única estrutura é uma plataforma de concreto e espaço para estacionamento.







Localização do Ponto Geoturístico

TIMBÉ DO SUL - SC

Próximo à Rodovia SC-285, Serra da Rocinha



4.8. IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

A ATUAÇÃO DOS PROCESSOS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS pode induzir, dependendo das características naturais dos terrenos, o aparecimento de sulcos, ravinas, voçorocas; deslizamentos; queda de blocos e matacões; inundação de áreas de planície, entre outros problemas geológico-geotécnicos.

Onde e como a humanidade constrói as cidades e desenvolve a base econômica por meio do uso de recursos ambientais é precedente para conciliar os objetivos de desenvolvimento social e a necessidade concomitante de gerenciar riscos emanados do contexto ambiental em que se situa a ocupação. A sociedade e os cidadãos, que antecipam as consequências de sua ocupação no ambiente e as suas implicações, conseguem gerenciar melhor os problemas identificados por meio de ações para mitigar ou reduzir o risco e facilitar a sua capacidade de enfrentar, adaptar-se, recuperar e aprender com experiências de desastres.

Neste contexto, a Figura 4.62 ilustra os problemas geológico-geotécnicos identificados na época do levantamento de campo na área do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul a partir das campanhas de campo desenvolvidas na região.

O contexto geológico-geomorfológico da área do geoparque, com diversidade de ambientes que compreendem depósitos costeiros litorâneos, alúvio-coluvionares e a sequência deposicional sedimentar e vulcânica da Bacia do Paraná, reflete em diferentes problemas geológico-geotécnicos de ordem natural e/ou antrópica.

Nas áreas do planalto, onde ocorrem as rochas da Fm. Palmas, os problemas observados de queda, tombamento ou rolamento de blocos de rocha são associados às características naturais (Figura 4.63) ou à ocupação urbana, a exemplo dos taludes de corte das rodovias (Figura 4.64). Os deslizamentos são mais restritos nessa região, mas as intervenções na paisagem podem deflagrar esse tipo de movimento de massa (Figura 4.65).

Por ser uma região onde a agropecuária é a atividade principal e considerando o exposto no item 4.3, é observada, de forma localizada, a atuação de processos de erosão laminar (Figura 4.66).

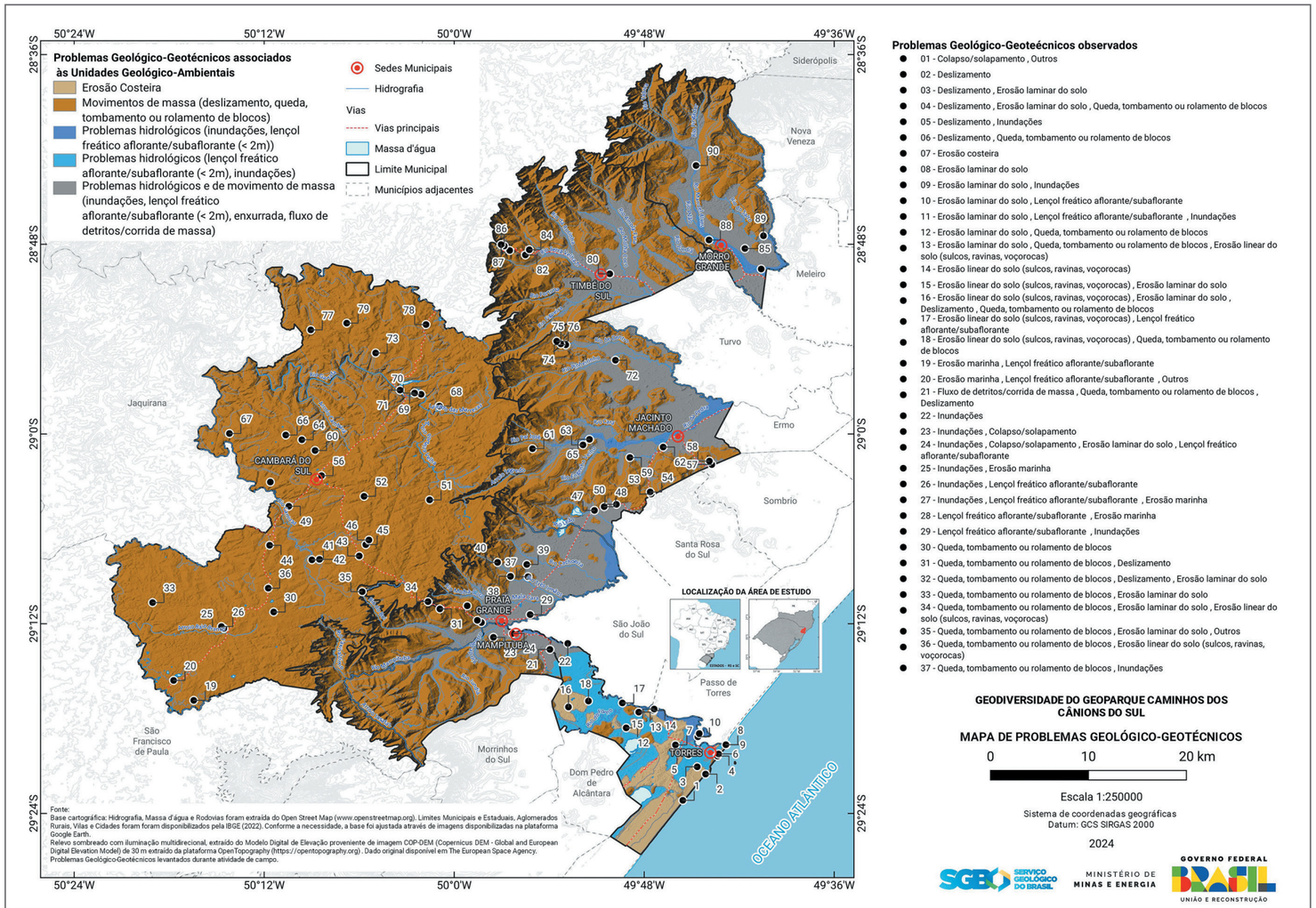


Figura 4.62 - Problemas geológico-geotécnicos. Elaborado por Débora Lamberty, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 4.63 - Áreas sujeitas à queda, tombamento ou rolamento de blocos de rocha da Fm. Palmas em região de colinas no planalto. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.64 - Áreas sujeitas à queda, tombamento ou rolamento de blocos de rocha da Fm. Palmas em talude de corte da rodovia da Serra da Rocinha. Foto: Débora Lamberty (2023).

Associadas às regiões de relevo acidentado ao longo da escarpa da Serra Geral, são observados, com frequência, deslizamentos; fluxo de detritos/corridas de massa; queda, tombamento ou rolamento de blocos de rocha. Esses eventos repercutem fortemente na mídia local e nacional, sempre associados a chuvas volumosas em curto espaço de tempo. A conformação natural do terreno (Figuras 4.67 e 4.68) e as intervenções antrópicas ao longo dos anos, com a implantação de rodovias e núcleos populacionais, potencializam a ocorrência dos movimentos de massa.

A abertura de novos acessos e/ou melhorias na infraestrutura rodoviária da região tem contribuído para a deflagração de alguns processos associados a taludes de corte (Figura 4.69) e abertura de áreas de empréstimo (Figura 4.70).



Figura 4.65 - Possibilidade de deslizamentos em talude de corte de rodovia que conecta São José dos Ausentes a Cambará do Sul. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.66 - Processo de erosão laminar instalado em campo em Cambará do Sul. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.67 - Escarpas da borda do planalto com exposições de rochas vulcânicas, observando-se o grande desnível entre o planalto, em primeiro plano, e a planície, ao fundo. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 4.68 - Escarpas da borda do planalto com exposições de rochas vulcânicas no município de Mampituba. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 4.69 - Queda de blocos de Arenito Botucatu expostos em talude de rodovia, em obra que liga Jacinto Machado a Praia Grande. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.70 - Abertura de área de empréstimo de rocha vulcânica para utilização na rodovia em obras que liga Jacinto Machado a Praia Grande. Foto: Melissa Franzen (2023).

Na base e meia-encosta da escarpa da Serra Geral, são observados processos de erosão linear do solo (sulcos, ravinas, voçorocas) (Figura 4.71) e campos de blocos (Figura 4.72).

Nessa região, é comum ocorrer processos hidrológicos de fluxo intenso e alta velocidade, as enxurradas. Alguns eventos de grande magnitude pluviométrica já assolaram as escarpas provocando deslizamentos e corridas de massa, sendo que nas porções de meia-encosta do território, os estragos foram principalmente associados às enxurradas nos rios. Esses eventos repercutem até hoje nos livros didáticos e nas histórias contadas dos avós para os netos na região, como a "grande enxurrada de 1995 em Timbé do Sul" (Valdati, Ferreira; Gomes, 2021).

Além dos movimentos de massa e enxurradas que podem ser deflagrados na região, a inundação da planície a partir dos cursos de água, como o Mampituba e afluentes (Figuras 4.73 e 4.74), é outro problema geológico-geotécnico frequente. São exemplos as nascentes dos rios da bacia hidrográfica do Rio Araranguá em Jacinto Machado, Timbé do Sul e Morro Grande, os rios do Tigre, Pinheirinho, Figueira, Fortuna, Amola Faca e outros. As grandes inundações do Rio Mampituba e seus afluentes são históricas, sendo uma das maiores datada de 1974, contada pelos moradores de Praia Grande.

Em Torres, na costa litorânea, é observada a atuação de processos de erosão marinha e lençol freático aflorante/subaflorante nos sedimentos recentes. A fixação de dunas pela vegetação e a construção dos molhes são ações que visam o controle dos processos de erosão observados em alguns pontos da costa. Ao longo do Rio Mampituba, são identificados locais com erosão de margem e consequente solapamento.

Por fim, considerando a vocação natural do geoparque para o geoturismo, conforme já abordado em tópico específico neste Capítulo 4, há que se ressaltar a importância de avaliar os atrativos geoturísticos do ponto de vista geológico-geotécnico a fim de reduzir riscos para os turistas. O ICMBio já tem procedido/solicitado avaliações das estruturas dispostas nos parques para utilização dos turistas, entretanto, considerando a extensão dos cânions, estudos específicos ainda podem ser desenvolvidos. Na área do Parque da Guarita em Torres, por exemplo, é de conhecimento geral a queda de blocos de rocha da Torre da Guarita, devendo ser observadas medidas de proteção e segurança. Outro exemplo é a Trilha do Rio do Boi, onde eventos de enxurrada são frequentes e demandam atenção, monitoramento e gestão por órgãos competentes, tal como é feita pelo ICMBio, para que a atração geoturística seja aproveitada pelos turistas, sem correr riscos desnecessários.

A partir do exposto, observa-se que a forma de ocupação do geoparque influi na deflagração dos processos de movimentos de massa e hidrológicos aqui apresentados. A comunidade local, os líderes e gestores públicos precisam reconhecer e continuar aprimorando a ocupação desse território, levando em consideração os problemas geológico-geotécnicos, desenvolvendo o turismo e a economia de forma sustentável e segura.



Figura 4.71 - Sulcos e ravinas instalados em áreas rurais no município de Mampituba. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.72 - Detalhe de campo de blocos de rochas vulcânicas com ocorrência comum na base e meia-encosta da escarpa da Serra Geral. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 4.73 - Planície do Rio Mampituba com ocupação urbana e rizicultura. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 4.74 - Detalhe das barras de areia, cascalho e seixos no leito do Rio Mampituba em um trecho com pequena faixa de mata ciliar preservada. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).

5

MAPEANDO A GEODIVERSIDADE DA ÁREA:

DOMÍNIOS E UNIDADES GEOLÓGICO-AMBIENTAIS, SUAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Raquel Barros Binotto, Melissa Franzen,
Debora Lamberty, Gilberto Lima, Elvio Giasson,
Camila Dalla Porta Mattiuzi, Marcos Alexandre de Freitas,
Angela da Silva Bellettini

O DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL é definido por um conjunto de rochas de mesma composição e origem geológica que podem se repetir ao longo de vários eventos formadores da crosta terrestre.

A unidade geológico-ambiental pode ser compreendida como um conjunto de rochas ou depósitos, de origem natural ou humana, associado a um determinado ambiente geológico, com formas de relevo a ele subordinadas.

Com base na litologia e relevo, a região foi dividida em três domínios e 11 unidades geológicos-ambientais, conforme pode ser observado no Figura 5.1 e Quadro 5.1:

1 - DOMÍNIO DOS DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS;

2 - DOMÍNIO DAS ROCHAS ÍGNEAS;

3 - DOMÍNIO DAS ROCHAS SEDIMENTARES.

A SEGUIR, CADA UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL no seu respectivo domínio é caracterizada em pranchas-síntese, abordando-se também as potencialidades e limitações identificadas, sintetizadas em mapas no final do capítulo.

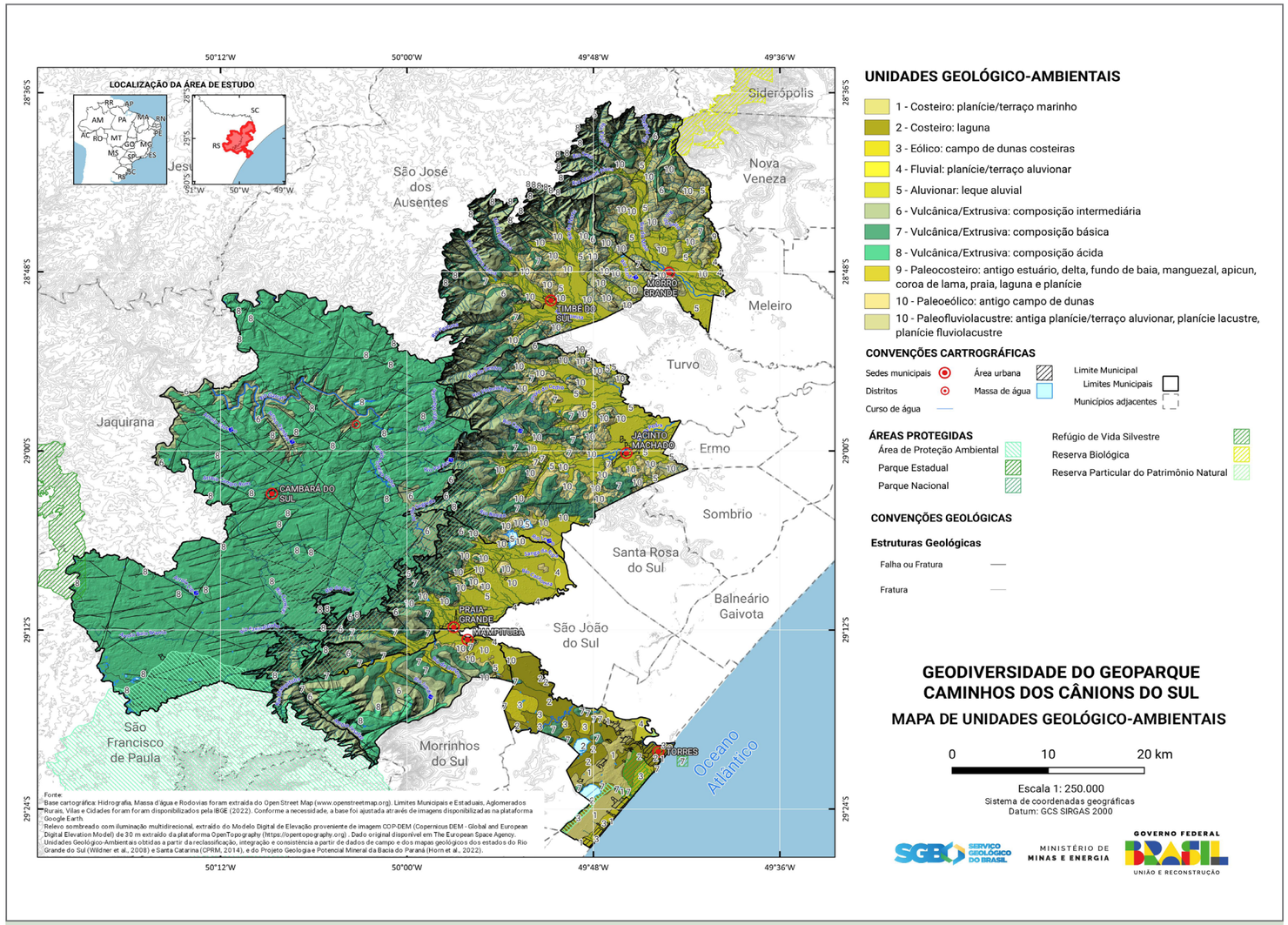


Figura 5.1 - Mapa das unidades geológico-ambientais do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul.
Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen,
Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.

Quadro 5.1 - Domínios, unidades geológico-ambientais, unidades geológicas e relevos associados.
Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen e Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.

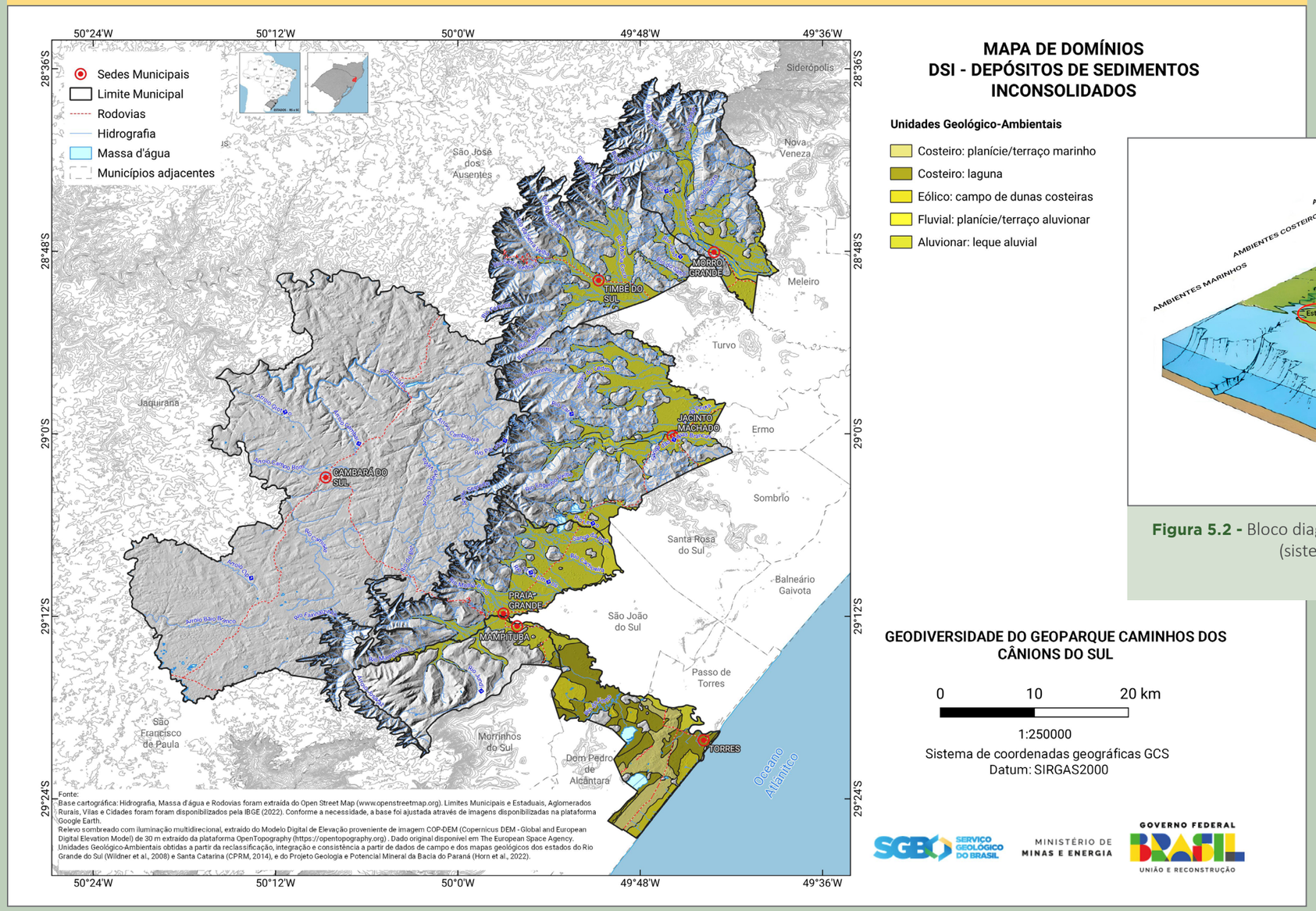
DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CONTEXTO GEOLÓGICO	UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL		
		UNIDADES GEOLÓGICO- AMBIENTAIS	GEOLOGIA	RELEVO
DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS (5.1)	São depósitos recentes formados por sedimentos depositados durante o Quaternário, em ambientes continental, transicional e costeiro.	- **Fluvial: planície/terraço aluvionar**	- Depósitos aluvionares	a - Planície de inundação (várzeas)
		- Aluvionar: leques aluviais	- Depósitos colúvio-aluvionares	j - Leques aluviais k - Rampas de colúvio (indiviso)
		- Costeiro: laguna	- Depósitos de planície lagunar atual - Depósitos de planície lagunar associados à barreira III	c - Planícies lagunares (brejos) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Costeiro: planícies/ terraço marinho	- Depósitos. praiais atuais - Depósitos praiais e eólicos associados à barreira III	d - Planícies marinhas (praias) e - Planícies marinhas (restingas) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Eólico: campo de dunas costeiro	- Depósito eólico atual - Depósito. eólico associado à barreira II	g - Campos de dunas (dunas móveis) t - Eolianitos (dunas litificadas) m - Morrotes
ROCHAS ÍGNEAS (5.2)	Formado por rochas vulcânicas associadas ao Magmatismo Serra Geral com idade cretácea.	**- Vulcânica/Extrusiva: composição ácida**	- Formação Palmas	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição intermediária	- Formação Vale do Sol	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição básica	- Formação Torres	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes r - Ilhas costeiras q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados l - Colinas p - Vales encaixados i - Lajes, lajedões e plataformas de abrasão
ROCHAS SEDIMENTARES (5.3)	Está associado às rochas sedimentares de idade permiana a cretácea, constituída por arenitos e pelitos, sendo representativas da Bacia Sedimentar do Paraná.	**- Paleólico: antigo campo de dunas**	- Formação Botucatu	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes q - Escarpas de borda de planaltos l - Colinas p - Vales encaixados
		- Paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre	- Formação Rio do Rasto	o - Morros altos n - Morros baixos l - Colinas q - Escarpas de borda de planaltos
		- Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, apicun, coroa de lama, praia, laguna e planície	- Formação Teresina	q - Escarpas de borda de planaltos

5.1. DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS

ESSE DOMÍNIO É FORMADO POR UNIDADES DE COBERTURA SUPERFICIAL (depósitos aluvionares e colúvio-aluvionares) e por depósitos inconsolidados quaternários de ambientes de sedimentação costeiros antigos e atuais, de praias e lagunas, e sistemas continental e transicional associados (Figura 5.2).

OCUPA UMA ÁREA APROXIMADA DE 570 Km², predominantemente na porção leste da área do geoparque, distribuída em cinco unidades geológico-ambientais (Quadro 5.1).

DOMÍNIO DOS DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS



MAPA DE DOMÍNIOS
DSI - DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS

Unidades Geológico-Ambientais

- Costeiro: planície/terraço marinho
- Costeiro: laguna
- Eólico: campo de dunas costeiras
- Fluvial: planície/terraço aluvionar
- Aluvionar: leque aluvial

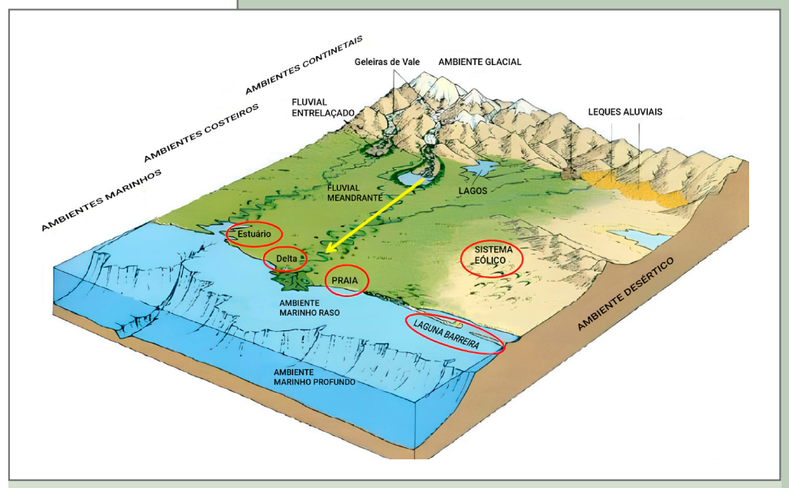


Figura 5.2 - Bloco diagrama esquemático dos ambientes de sedimentação (sistemas deposicionais) do Sul do Brasil.
Fonte: Skinner; Porter (1995).

GEODIVERSIDADE DO GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

0 10 20 km

1:250000

Sistema de coordenadas geográficas GCS
Datum: SIRGAS2000

SGB SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

5.1.1 Fluvial: planície/terraço aluvionar

Identificação

Sigla no mapa: 4
Área: 42,6 km²
Litotipos predominantes: areia, cascalho, seixos
Forma de relevo associada: a - Planícies de inundação (várzeas)

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: A unidade ocorre em superfície sob a forma de sedimentos, formando bancos de areia, cascalho, seixos e blocos ao longo dos meandros e nas planícies (Figura 5.3(a)). O tamanho do material depositado depende da distância da área-fonte e da energia ou força implicada no transporte do material, considerando a declividade e a vazão de água. Desta forma, próximo à área-fonte e com acentuada declividade, ocorrem blocos, seixos e até matacões, nos cursos dos rios e suas áreas de inundação (Figura 5.3(b)). Os eventos de chuva nas cabeceiras acabam por acumular águas pluviais de diferentes localidades, aumentando o fluxo de água rio abaixo (jusante), causando o extravasamento do seu leito, e trazendo material inconsolidado (Figura 5.3(c)). Ao chegar numa planície, o rio começa a meandrar (formar curvas), diminuindo sua energia e causando a deposição do material mais grosso (bancos de areia) no lado de dentro da curva. A mata ciliar tem a importante função de proteger as margens do rio (Figura 5.3(d)) do assoreamento (acúmulo de sedimentos), e sua retirada estimula o assoreamento, causando a diminuição da altura da lâmina d'água, o alargamento do leito e aumentando o risco de inundações (Figura 5.3(e)).

Uso e ocupação associada: agricultura (arroz e culturas temporárias) e pastagem (Figura 5.3(f)). Localmente, ocorre formação florestal. Crescente urbanização.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnicos: material superficial inconsolidado; resistência à penetração do substrato muito branda, exceto quando ocorrem camadas de seixos e blocos; escavação com ferramentas manuais, ocorrência potencial de erosão nas margens dos rios e alta suscetibilidade à inundação.

Geopedológicos: desenvolvimento de Gleissolos Háplicos pouco profundos, hidromórficos, sujeitos à inundação periódica; presença de pedregosidade. Terrenos planos e com acesso fácil à água, inseridos em áreas de preservação permanente, aproveitados localmente para pastagem ou cultivo de arroz.

Recursos hídricos superficiais: nas planícies dos rios meandrantes, como o Mampituba e o Manoel Alves, os principais usos são a irrigação de lavouras, o abastecimento público, a extração mineral (cascalho), a navegação, o turismo e o lazer. Nos núcleos urbanos, os cursos d'água são utilizados para o lançamento de efluentes domésticos. Em termos de balanço hídrico, a condição é predominantemente muito crítica, sendo a irrigação o principal uso (outorgas) das águas superficiais.

Recursos hídricos subterrâneos: conformam aquíferos granulares, superficiais, livres, rasos e de baixo custo de explotação, sendo utilizados para o atendimento de pequenas comunidades rurais (dessedentação de animais). Lençol freático muito próximo à superfície, com frequentes áreas inundadas, e alta vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas.

Recursos minerais: lavra de cascalho para utilização na construção civil.

Geoturismo: potencial para atividades recreativas e educativas.

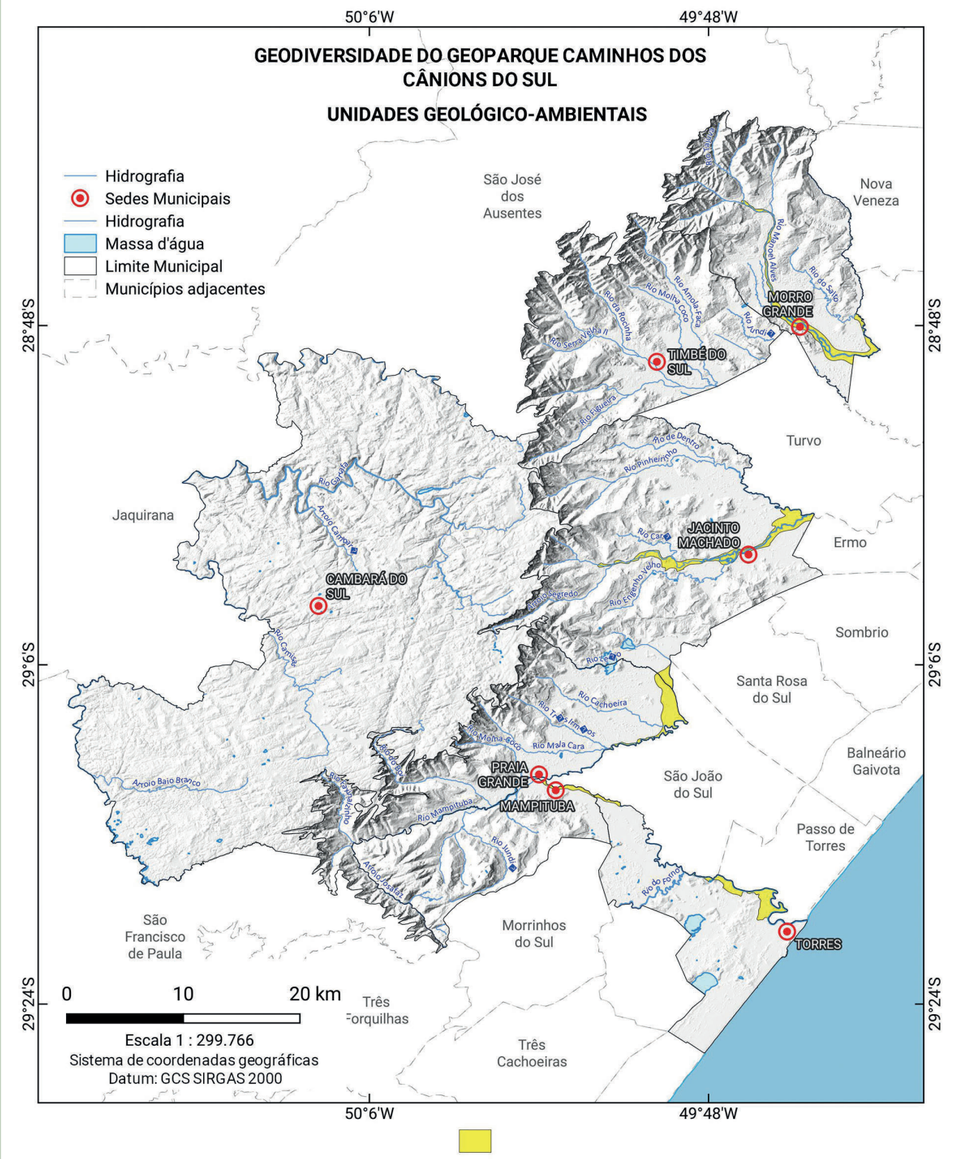


Figura 5.3 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental fluvial: planície/terraço aluvionar. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.3 (b) - Depósitos aluvionares com predomínio de seixos rolados no trecho alto do Rio Mampituba, em Mampituba, RS.
Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.3 (c) - Depósito aluvionar nas margens do Rio Mampituba, na divisa entre Praia Grande e São João do Sul, SC.
Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.3 (d) - Depósitos aluvionares com mata ciliar preservada ao longo do Rio Mampituba. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 5.3 (e) - Vista geral da área urbanizada de Torres na planície do Rio Mampituba, detalhe para a ausência de mata ciliar ao longo das margens e os bancos de sedimentos no leito do rio. Foto: Marcelo Goffermann (2023).



Figura 5.3 (f) - Ocupação da planície aluvial com canchas de cultivo de arroz irrigado (rizicultura) às margens do Rio Mampituba.
Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).

5.1.2 Aluvionar: leque aluvial

Identificação

Sigla no mapa: 5
Área: 382,2 km2
Litotipos predominantes: argilas, areias, cascalhos, seixos
Forma de relevo associada: j - Leques aluviais, k - Rampas de colúvio (indiviso)

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: a unidade ocorre em superfície sob a forma de sedimentos inconsolidados, distribuída na base da escarpa da borda do planalto, no sopé das encostas e planícies, ocupando a porção central da área de norte a sul, representa 14% da área e envolve os municípios de Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado, Praia Grande e Mampituba (Figura 5.4(a)). São cascalhos, areias e lamas resultantes de fluxos gravitacionais e aluviais, formando depósitos de tálus (predomínio de material grosso), junto à base e a meia-encosta dos morros (Figura 5.4(b, c, d)), e rampas de colúvio (finos) em posições mais distais (Figura 5.4(e,f)).

Uso e ocupação associada: agricultura (arroz e culturas temporárias) e pastagem (Figura 5.3(f)). Localmente, ocorre formação florestal. Crescente urbanização.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnicos: material superficial inconsolidado; resistência à penetração do substrato muito branda, exceto quando ocorrem camadas de seixos e blocos; escavação com ferramentas manuais. Lençol freático aflorante a subaflorante, alta suscetibilidade à inundações, enxurradas e corridas de massa.

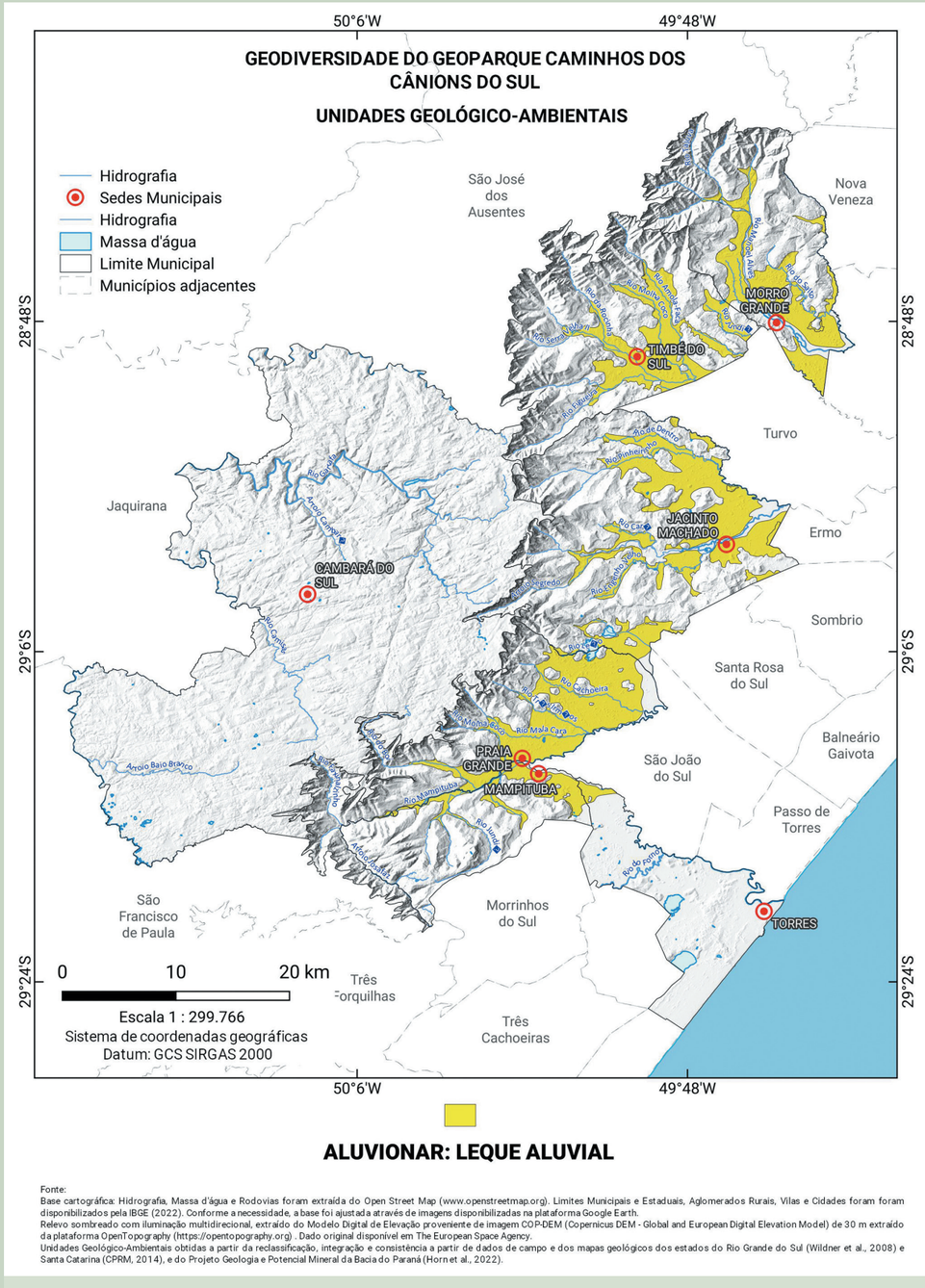
Geopedológicos: desenvolvimento de Argissolos Vermelho-Amarelos e Gleissolos háplicos pouco profundos, hidromórficos, sujeitos à inundação periódica; presença de pedregosidade. Algumas porções podem apresentar solos mais desenvolvidos classificados como argissolos.

Recursos hídricos superficiais: na unidade estão localizadas as captações superficiais de uso permanente para os sistemas de abastecimento Jacinto Machado, no curso d'água Sanga da Curva, e Rio Mampituba, no curso d'água Rio Mampituba. Em termos de balanço hídrico, a condição é predominantemente muito crítica, sendo a irrigação e o abastecimento público os principais usos (outorgas) das águas superficiais. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas aluviais estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério), atividade agropecuária e extração mineral.

Recursos hídricos subterrâneos: conformam aquíferos granulares, superficiais, livres, rasos e de baixo custo de explotação, sendo utilizados para o atendimento de pequenas comunidades rurais (dessedentação de animais). Lençol freático muito próximo à superfície e alta vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas.

Recursos minerais: lavra de cascalho para utilização na construção civil.

Geoturismo: potencial para atividades recreativas e educativas.



Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

Figura 5.4 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental aluvionar: leque aluvial. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.4 (b) - Depósito coluvionar, município de Timbé do Sul, SC. Foto: Marcelo Goffermann (2023).



Figura 5.4 (c) - Depósito de tálus na encosta de morro. Foto: Debora Lamberty (2023).



Figura 5.4 (d) - Superfície ondulada do terreno devido à presença de blocos de rocha, próximo à localidade Vila Brocca, em Mampituba, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.4 (e) - Depósito colúvio-aluvionar utilizado em canchas de cultivo de arroz na Rodovia Pedro Simon, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.4 (f) - Depósito colúvio-aluvionar utilizado no cultivo de arroz na Estrada da Figueira, em Praia Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).

5.1.3. Costeiro: laguna

Identificação

Sigla no mapa: 2
Área: 78,1 km²
Litotipos predominantes: areia, silte, argila
Forma de relevo associada: c - Planícies lagunares (brejos), f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: ocupa brejos e terraços marinhos no município litorâneo de Torres, distribuída em cerca de 3% da área do geoparque (Figura 5.5(a)), com paleolagoas, tal como a Lagoa do Jacaré (Figura 5.5(b)), e planícies paleolagunares (Figura 5.5(c, d)). As fácies lagunares atuais ocupam o substrato dos corpos aquosos, tal como a Lagoa de Itapeva e a pequena Lagoa do Violão, em Torres, com predominância de fácies arenosas nas partes marginais e lamosas nas partes mais centrais e profundas.

Uso e ocupação associadas: os usos e a ocupação atuais são os mais diversos, com destaque para o avanço da urbanização.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: devido à grande influência do lençol freático, o solo permanece saturado durante boa parte do ano, necessitando de drenagem permanente. Quando drenado e ocupado (urbanização ou agricultura), pode ocorrer a contração do solo e consequente movimentação, ocasionando processos de rastejo, adensamento e ruptura de fundações de estruturas construídas nessas áreas.

Geopedológicos: os terraços mais elevados são ocupados pelos Argissolos Vermelho-Amarelos e os mais baixos, nas proximidades das lagoas, por Gleissolos. Nas áreas mais planas, os solos são hidromórficos, com influência do lençol freático quase na superfície durante boa parte do ano, necessitando drenagem permanente para que possam ser cultivados satisfatoriamente. Apresentam cor (Figura 5.5(e)) na maior parte do perfil de solo e boas condições de fertilidade natural, com aptidão para uso com pastagens ou arroz irrigado por inundação (Figura 5.5(f)).

Recursos hídricos superficiais: a irrigação é o principal uso das águas superficiais e a condição de balanço hídrico é predominantemente crítica. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustre-marinhos estão representadas pela ocupação urbana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério) e atividade agrícola.

Recursos hídricos subterrâneos: aquíferos porosos de extensão regional com produtividade geralmente muito baixa, explorados através de ponteiras.

Recursos minerais: a ocorrência de areia e silte não é muito visada para a construção civil, devido à presença de sais marinhos e matéria orgânica.

Geoturismo: uso contemplativo e recreativo das lagoas do Violão, de Itapeva e do Jacaré; o Festival de Balonismo propicia vista panorâmica da planície fluviolagunar.

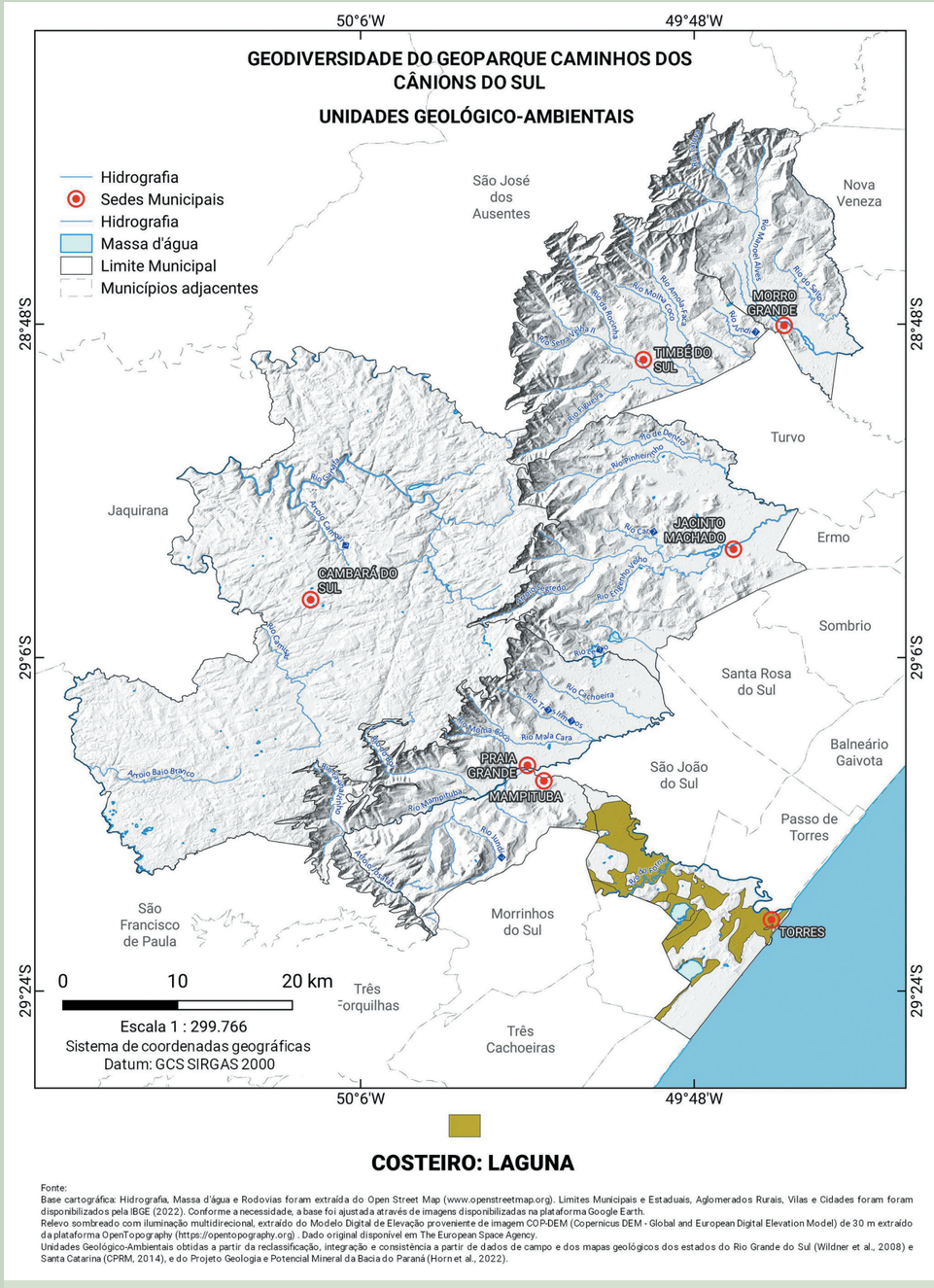


Figura 5.5 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental costeira: laguna.
Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.5 (b) - Vista da Lagoa do Jacaré.
Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 5.5 (c) - Vista da planície lagunar próxima à Lagoa do Jacaré.
Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 5.5 (d) - Vista da planície paleolagunar, desde as paleodunas em Torres, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.5 (e) - Vista da planície paleolagunar, desde a Pedreira Diamante Negro, em Torres, RS. Foto: Angela Bellettini (2023).



Figura 5.5 (f) - Planície paleolagunar em uso com lavoura de arroz, em Torres, RS.Foto: Melissa Franzen (2023).

5.1.4. Costeiro: planície/terraço marinho

Identificação

Sigla no mapa: 1
Área: 39,5 km²
Litotipos predominantes: areia
Forma de relevo associada: d - Planícies marinhas (praias, restingas), f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: constituem os depósitos de areia atuais e antigos da Praia de Torres (Figuras 5.6 (a, b)). Os costões rochosos, a Ilha dos Lobos e os molhes na foz do Rio Mampituba (Figura 5.6(c)), ao norte da Praia Grande, influenciam a dinâmica costeira e o regime das ondas. Esta unidade se caracteriza por ser ambientalmente frágil e, portanto, necessita de ações conservacionistas permanentes.

Uso e ocupação associadas: praia, duna e areal (Figura 5.6(d)). Área urbanizada.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: depósitos inconsolidados, resistência à penetração do substrato muito branda, escavação com ferramentas manuais. Potencial de ocorrência de erosão costeira.

Geopedológicos: Neossolo quartzarênico associado aos depósitos atuais, solos rasos com textura arenosa, facilitando a infiltração no subsolo (Figura 5.6(e, f)).

Recursos hídricos superficiais: A condição de balanço hídrico é predominantemente crítica. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustre-marinhos estão representadas pela ocupação urbana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério) e extração de areia.

Recursos hídricos subterrâneos: aquíferos porosos de extensão regional, com moderada produtividade, explorados em poços tubulares e ponteiras, com alta ou extrema vulnerabilidade natural.

Recursos minerais: áreas de empréstimo de areia para utilização na construção civil são comuns na região dos terraços marinhos.

Geoturismo: Aas praias de Itapeva, Guarita, da Cal, Prainha (ou do Meio), Grande e dos Molhes são muito utilizadas por moradores e turistas na época de veraneio para atividades recreativas e de lazer. A área litorânea do geoparque, em frente ao Parque Estadual de Itapeva, abriga população de baleia-franca e, na barra do Rio Mampituba, ocorre a pesca solidária entre golfinhos e pescadores.

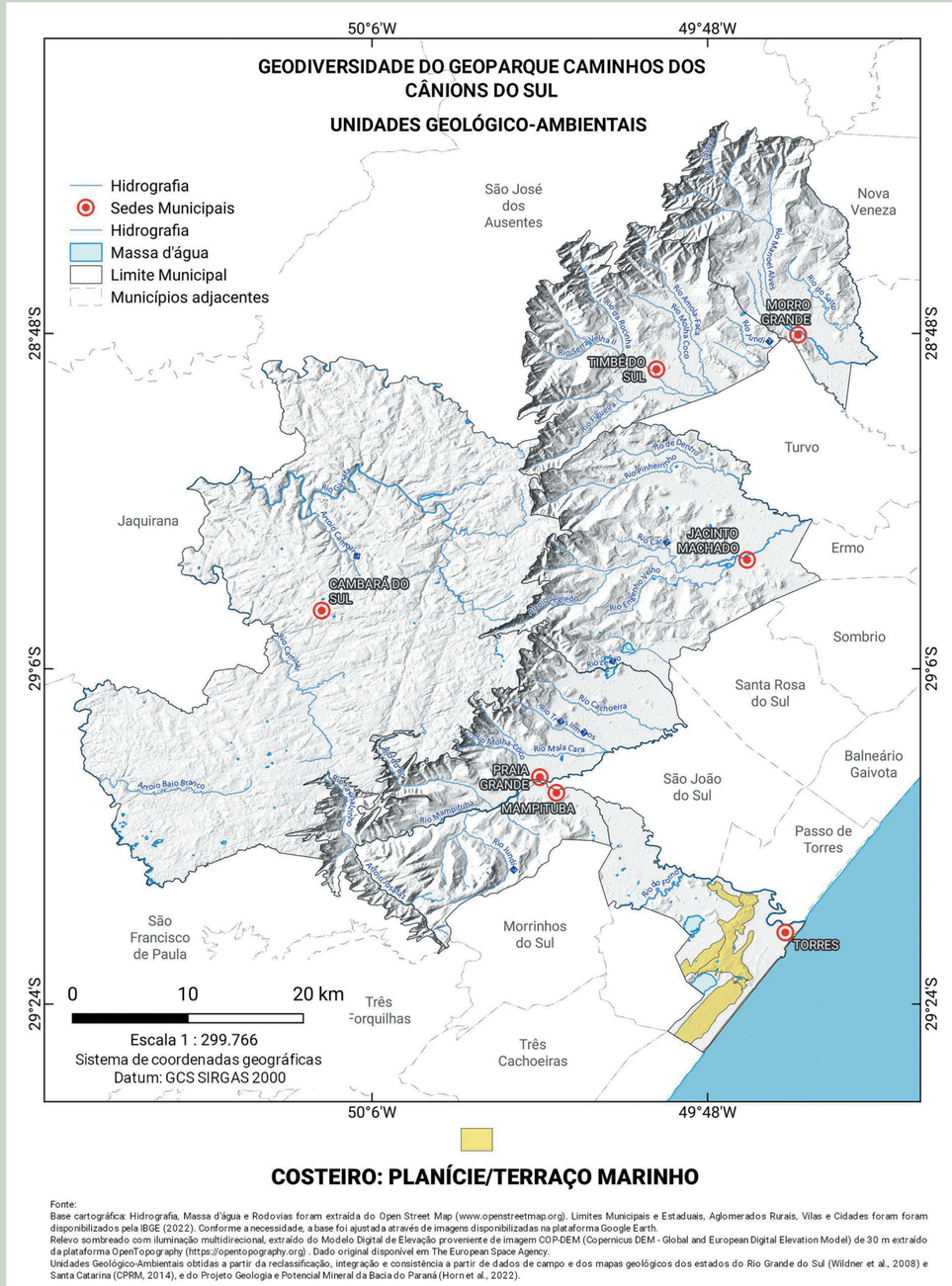


Figura 5.6 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental costeira: planície/terraço marinho. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.6 (b) - Depósitos fluviolacustre-marinhos atuais no Parque de Itapeva em Torres, RS. Foto: Angela Bellettini (2023).



Figura 5.6 (c) - Molhes construídos para conter o avanço da erosão marinha na foz do Rio Mampituba, com margens estabilizadas por blocos, vista de Torres, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.6 (d) - Depósito marinho na Praia Grande em Torres, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.6 (e) - Areia de coloração creme em leito de curso de água sobre paleoterraço marinho. Foto: Raimundo Conceição (2023).



Figura 5.6 (f) - Paleoterraço marinho com Neossolo Quartzarênico e plantio de maracujá, em Torres, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).

5.1.5. Eólico: campo de dunas costeiro

Identificação

Sigla no mapa: 3
Área: 24,6 km²
Litotipos predominantes: areia
Forma de relevo associada: g - Campos de dunas (dunas móveis), t - Eolianitos (dunas litificadas), m - Morrotes

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: areias finas/muito finas de composição predominantemente quartzosa, bem arredondadas e bem selecionadas, que formam os campos de dunas transgressivos que ocorrem ao longo de toda a costa gaúcha (Figuras 5.7 (a, b)) ou, ainda, pouco interiorizadas, no caso das fácies eólicas de barreiras mais antigas. Constituem redutos ecológicos e contribuem com importantes áreas de recarga do aquífero costeiro, além de possuírem elevado valor paisagístico (Figura 5.7(c)).
Uso e ocupação associadas: os usos e a ocupação atuais são os mais diversos, com destaque para os parques destinados à preservação e o avanço da urbanização (Figura 5.7(d, e)).

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: depósitos inconsolidados, resistência à penetração do substrato muito branda, escavação com ferramentas manuais. As áreas apresentam muito baixa resistência aos impactos ambientais e potencial de ocorrência de erosão costeira.
Geopedológicos: Neossolo Quartzarênico, constituído essencialmente de areias, bem drenadas, com baixa fertilidade e baixa capacidade de retenção de água, as áreas são inaptas para uso com lavouras e apresentam aptidão restrita para uso com pastagens e reflorestamento, também podendo ser usados com fruticultura.
Recursos hídricos superficiais: a irrigação é o principal uso das águas superficiais e a condição de balanço hídrico é predominantemente preocupante. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustre-marinhos estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério) e atividade agropecuária.
Recursos hídricos subterrâneos: aquíferos porosos de extensão regional, com produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada, explorados em poços tubulares e ponteiras. Apresentam alta ou extrema vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas.
Recursos minerais: a ocorrência de areias não é muito visada para a construção civil devido à presença de sais marinhos; e também não é recomendada devido à importância dessas áreas para o controle da erosão e avanço da cunha salina.
Geoturismo: ocorrência de várias áreas protegidas: o Parque Estadual de Itapeva, a Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Itapeva, o Parque da Guarita (Figura 5.7(f)), a Reserva Particular do Patrimônio Natural Recanto do Robalo e o Refúgio de Vida Silvestre Ilha dos Lobos. Elevado potencial para atividades turísticas, com locais de visitação e trilhas já instaladas.

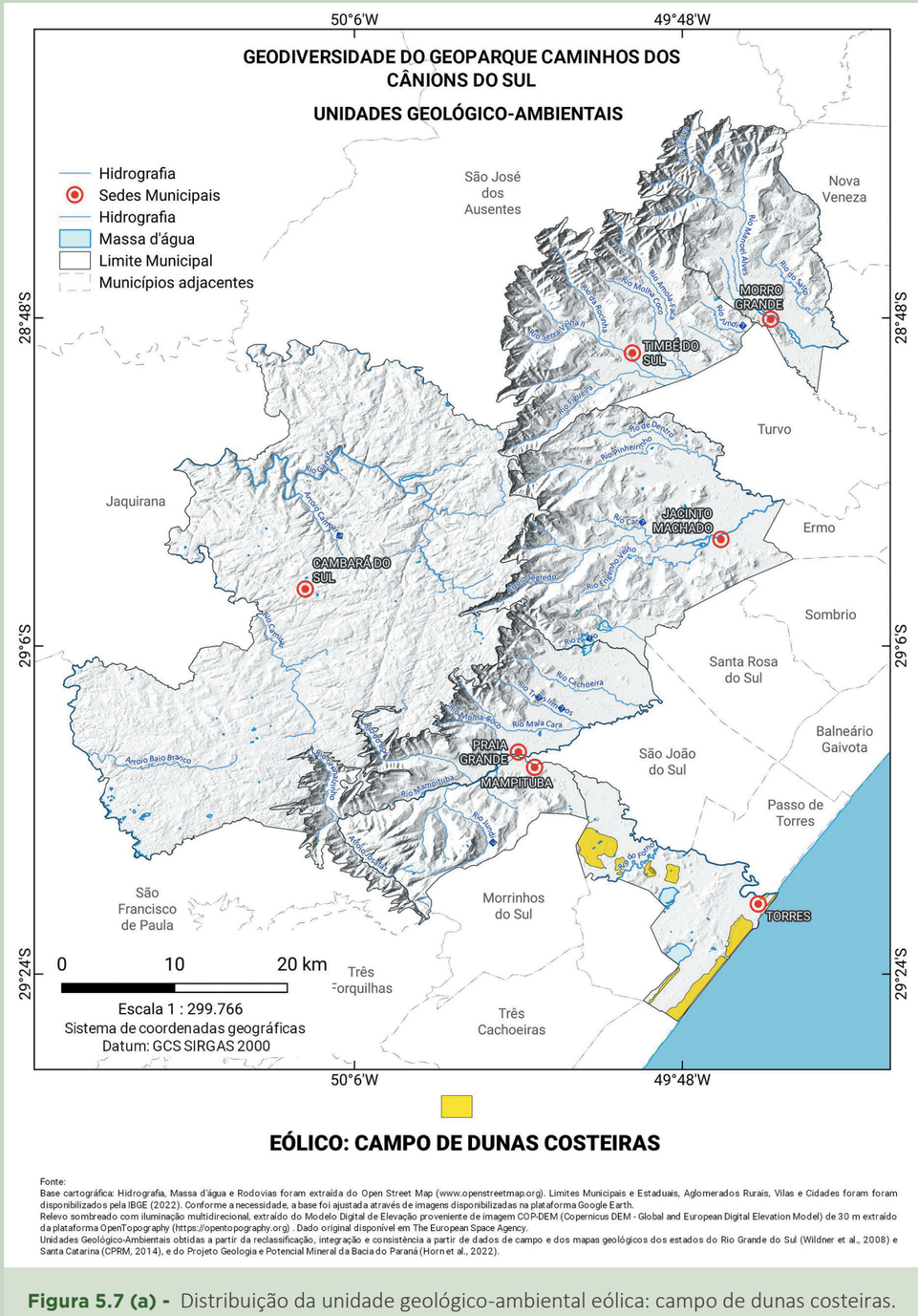


Figura 5.7 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental eólica: campo de dunas costeiras. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.7 (b) - Depósitos eólicos no cordão litorâneo e ao fundo no Parque de Itapeva em Torres, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.7 (c) - Dunas fixas na Praia Grande em Torres, RS. Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.7 (d) - Trapiche sobre duna para acesso à Praia Grande, com a urbanização de Torres ao fundo, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).

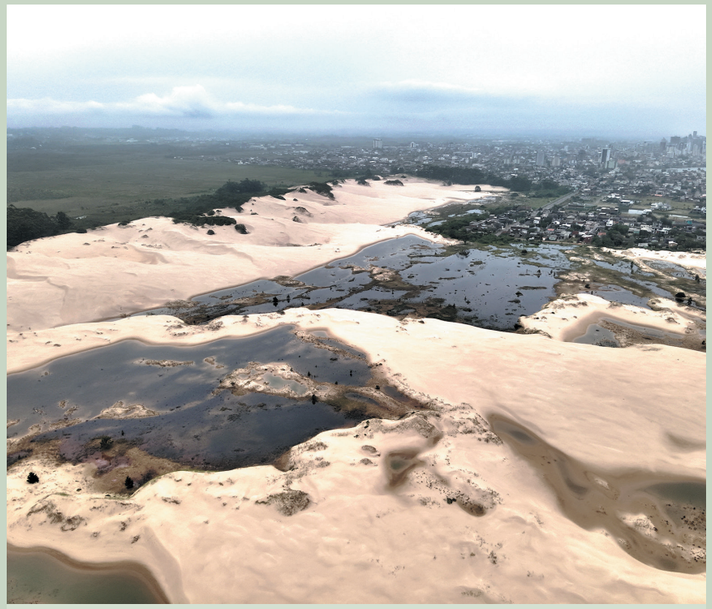


Figura 5.7 (e) - Dunas móveis do Parque de Itapeva, com o avanço da área urbanizada de Torres, RS. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 5.7 (f) - Depósitos eólicos no Parque da Guarita, em Torres, RS. Foto: Angela Bellettini (2023).

Quadro 5.1 - Domínios, unidades geológico-ambientais, unidades geológicas e relevos associados.
Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen e Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.

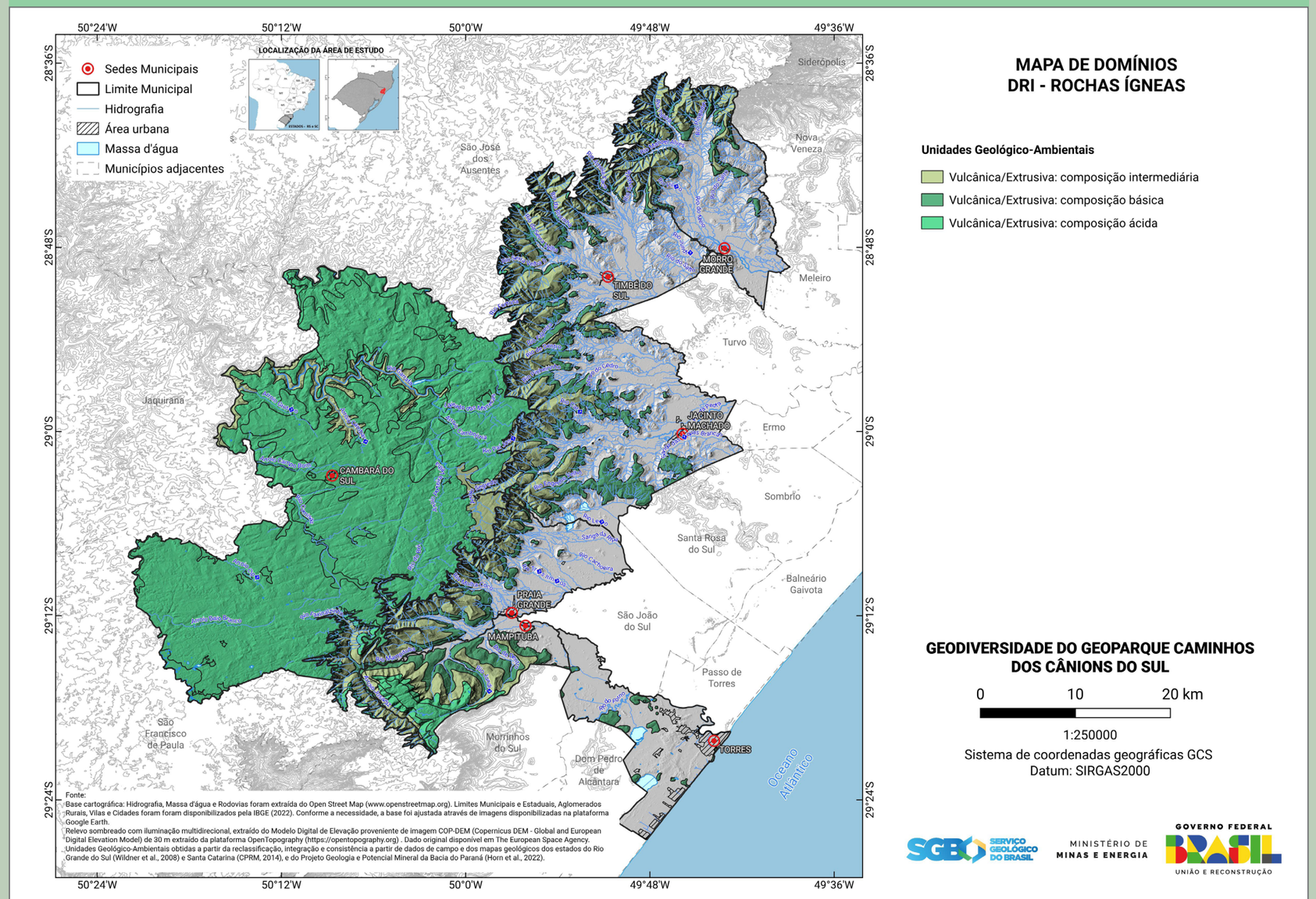
DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CONTEXTO GEOLÓGICO	UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL		
		UNIDADES GEOLÓGICO- AMBIENTAIS	GEOLOGIA	RELEVO
DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS (5.1)	São depósitos recentes formados por sedimentos depositados durante o Quaternário, em ambientes continental, transicional e costeiro.	- **Fluvial: planície/terraço aluvionar**	- Depósitos aluvionares	a - Planície de inundação (várzeas)
		- Aluvionar: leques aluviais	- Depósitos colúvio-aluvionares	j - Leques aluviais k - Rampas de colúvio (indiviso)
		- Costeiro: laguna	- Depósitos de planície lagunar atual - Depósitos de planície lagunar associados à barreira III	c - Planícies lagunares (brejos) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Costeiro: planícies/ terraço marinho	- Depósitos. praiais atuais - Depósitos praiais e eólicos associados à barreira III	d - Planícies marinhas (praias) e - Planícies marinhas (restingas) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Eólico: campo de dunas costeiro	- Depósito eólico atual - Depósito. eólico associado à barreira II	g - Campos de dunas (dunas móveis) t - Eolianitos (dunas litificadas) m - Morrotes
ROCHAS ÍGNEAS (5.2)	Formado por rochas vulcânicas associadas ao Magmatismo Serra Geral com idade cretácea.	**- Vulcânica/Extrusiva: composição ácida**	- Formação Palmas	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição intermediária	- Formação Vale do Sol	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição básica	- Formação Torres	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes r - Ilhas costeiras q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados l - Colinas p - Vales encaixados i - Lajes, lajedões e plataformas de abrasão
ROCHAS SEDIMENTARES (5.3)	Está associado às rochas sedimentares de idade permiana a cretácea, constituída por arenitos e pelitos, sendo representativas da Bacia Sedimentar do Paraná.	**- Paleólico: antigo campo de dunas**	- Formação Botucatu	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes q - Escarpas de borda de planaltos l - Colinas p - Vales encaixados
		- Paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre	- Formação Rio do Rasto	o - Morros altos n - Morros baixos l - Colinas q - Escarpas de borda de planaltos
		- Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, apicun, coroa de lama, praia, laguna e planície	- Formação Teresina	q - Escarpas de borda de planaltos

5.2. DOMÍNIO DE ROCHAS ÍGNEAS

ESSE DOMÍNIO CORRESPONDE ÀS ROCHAS RESULTANTES DA SOLIDIFICAÇÃO DE LAVAS NA SUPERFÍCIE para formar a segunda maior província basáltica continental da Terra.

OCUPA UMA ÁREA APROXIMADA DE 1.944 Km², correspondendo a rochas vulcânicas provenientes do Magmatismo Serra Geral, diferenciadas em três unidades geológico-ambientais (Quadro 5.1)

DOMÍNIO DE ROCHAS ÍGNEAS



5.2.1. Vulcânica/Extrusiva: composição ácida

Identificação

Sigla no mapa: 8
Área: 1.185,1 km²
Litotipos predominantes: riolitos, riodacitos e dacitos, de cor cinza-claro a cinza-arroxeado, autobrechas e vidros vulcânicos hidratados de cor preta (*pitchstones*) (Formação Palmas)
Forma de relevo associada: h - Planaltos, q - Escarpas de borda de planaltos, p - Vales encaixados, n - Morros baixos

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: compõem derrames tabulares (Figura 5.8(a)) espessos (até 50 m de espessura), com margens lobadas, formando blocos geralmente arredondados, de tamanhos variados, que se destacam na paisagem dos Campos de Cima da Serra (Figura 5.8(b)). A unidade ocorre em superfície de forma bastante intemperizada, devido ao padrão de fraturamento, denominado disjunção em lajes, e à geometria lobada, por vezes brechada (Figura 5.8(c)). Feições de fluxo magmático, como bandamentos e dobras, são frequentes na área do geoparque (Figura 5.8(d)). A espessura da unidade pode atingir até 400 m. Localmente, os afloramentos rochosos podem ser distintos, dependendo da porção em que se encontram relativamente à arquitetura interna dos derrames: (1) uma porção basal afanítica formada por disjunções em lajes; (2) uma porção central fanerítica fina a média, com aspecto mosqueado conhecido como textura "sal-e-pimenta" (Figura 5.8(e)); e (3) uma porção de topo afanítica muito amigdaloidal, em geral completamente intemperizada. São observadas bordas vítreas (*pitchstone*) nos derrames e raras brechas frontais.

Uso e ocupação associadas: formação campestre e florestal, pastagem.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: apresenta grau médio a alto de fraturamento e falhamento das rochas (>6 fraturas/metro), com resistência variável ao corte e penetração. A escavação frequentemente requer explosivos e pode resultar em quedas e tombamentos de blocos devido ao alto grau de fraturamento. Apesar disso, não há problemas geológico-geotécnicos significativos, sendo a erosão linear e laminar de solo as principais preocupações.

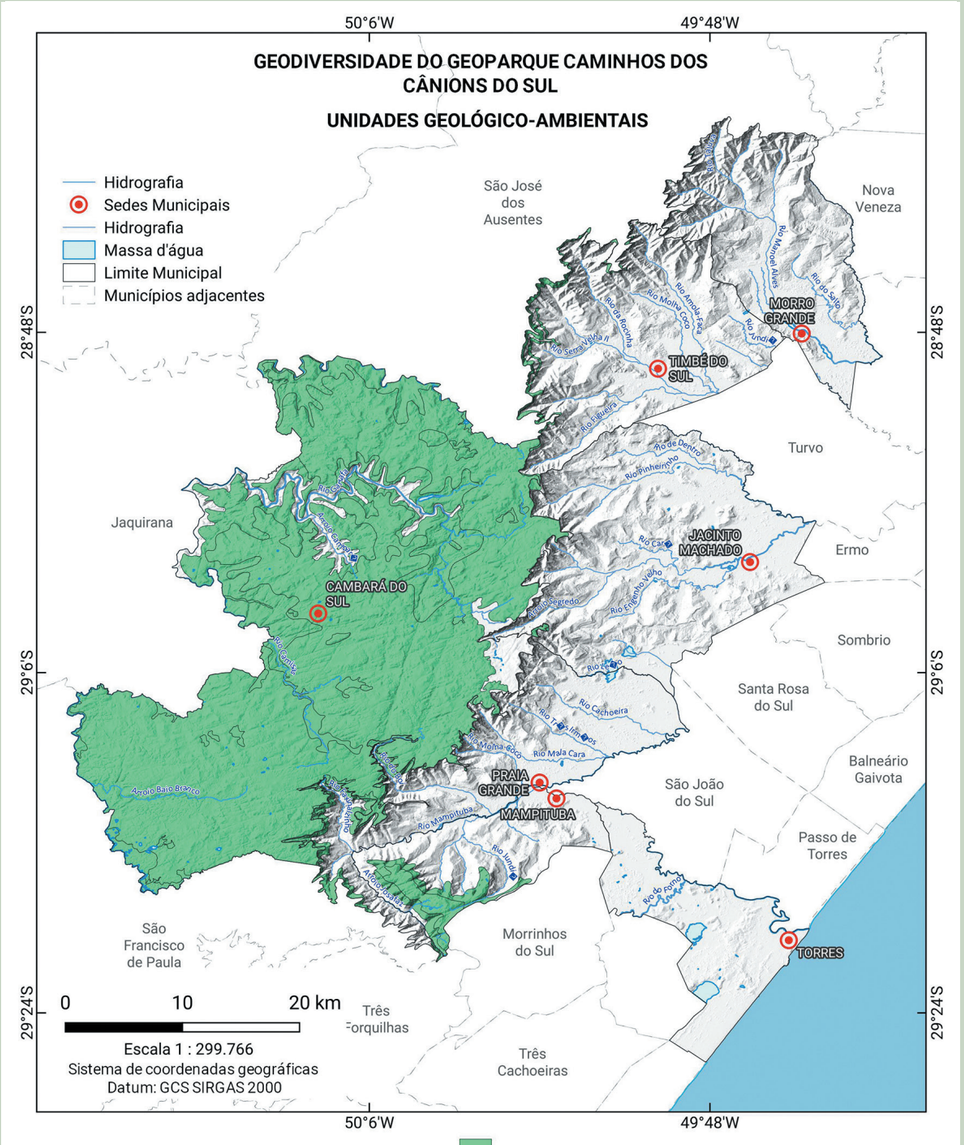
Geopedológicos: desenvolvimento de Cambissolos Húmicos, pouco profundos e imperfeitamente drenados, com altos teores de matéria orgânica e elevada acidez, que confere baixa fertilidade (Figura 5.8(f)). Ocorrem em terrenos suave ondulados, com a presença de pedregosidade e rochosidade, que dificultam o uso agrícola. Soma-se a isso, a limitação climática da região que se manifesta com geadas tardias e baixa insolação. Em relevos mais acentuados, ocorrem os Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos, que apresentam pouca profundidade efetiva para o desenvolvimento das raízes e para o armazenamento de água, além de baixa fertilidade. Em razão do relevo forte ondulado e montanhoso, apresentam fortes restrições para culturas anuais, sendo recomendado seu uso com pastagens, fruticultura ou reflorestamento.

Recursos hídricos superficiais: importante região de nascentes, com diversos arroios e rios da sub-bacia do Rio Taquari utilizados para abastecimento público, onde está instalado o Sistema Cambará do Sul, com captação superficial de uso permanente no curso d'água Arroio Campo Bom. Em termos de balanço hídrico, a condição é predominantemente excelente, sendo irrigação e indústria os principais usos (outorgas) das águas superficiais. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustres estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério), atividade agropecuária e extração mineral.

Recursos hídricos subterrâneos: formação de aquíferos fissurais com produtividade bastante variável. As melhores produtividades podem exceder os 25 mil litros/h e ocorrem na região de Cambará do Sul, correspondendo às áreas de planalto pouco dissecado, com presença de estruturas tectônicas regionais.

Recursos minerais: presença de exposições rochosas com pedreiras e áreas de empréstimo utilizadas como brita no revestimento das estradas da região (Figura 5.8(c)).

Geoturismo: ocorrência de rios e cachoeiras no município de Cambará, com estrutura de acolhimento ao turista nos cânions Itaimbezinho e Fortaleza, integrantes dos parques nacionais da Serra Geral e Aparados da Serra.



Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

Figura 5.8 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental vulcânica/extrusiva: composição ácida. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.8 (b) - Paisagem dos Campos de Cima da Serra com destaque para os campos de blocos.
Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.8 (c) - Afloramento com geometria lobada e bastante intemperizada.Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.8 (d) - Feições de fluxo magmático.
Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.8 (e) - Textura fanerítica média com aspecto mosqueado conhecido como “sal-e-pimenta”. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.8 (f) - Perfil regolítico do Cambissolo Húmico.
Foto: Débora Lamberty (2023).

5.2.2. Vulcânica/Extrusiva: composição intermediária

Identificação

Sigla no mapa: 6
Área: 505,9 km²
Litotipos predominantes: andesito basáltico de cor marrom e acinzentado (Formação Vale do Sol)
Forma de relevo associada: h - Planaltos, q - Escarpas de borda de planaltos, p - Vales encaixados, n - Morros baixos

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: derrames espessos (>25 m), do tipo *rubbly pahoehoe*, que ocupam cotas intermediárias, em média entre 300 m e 900 m de altitude (Figura 4.9(a)). Essas rochas podem ser vistas nas escarpas de borda do planalto e vales encaixados e, localmente, nos cortes das estradas que ligam as partes baixas às partes altas do geoparque (Figura 5.9(b)). Possui uma arquitetura interna que define os tipos de afloramentos rochosos possíveis: (1) base afanítica, com vesículas esparsas; (2) um núcleo espesso afanítico, maciço ou com disjunções colunares irregulares; (3) zona superior vesicular; e (4) superfície fragmentada, composta por brechas autoclásticas (autobrechas) (Figuras 5.9(c,d)). Nas escarpas da Serra Geral, os níveis brechados são visíveis à distância (cânions), pois permitem o desenvolvimento de linhas de vegetação (Figura 5.9(e)).

Uso e ocupação associadas: formação florestal e silvicultura

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: apresenta grau de fraturamento/falhamento médio a alto (>6 frat/metro), com resistência ao corte e à penetração do substrato rochoso, e escavação com uso de explosivos. Os problemas geológico-geotécnicos são deslizamentos e quedas, tombamento ou rolamento de blocos.

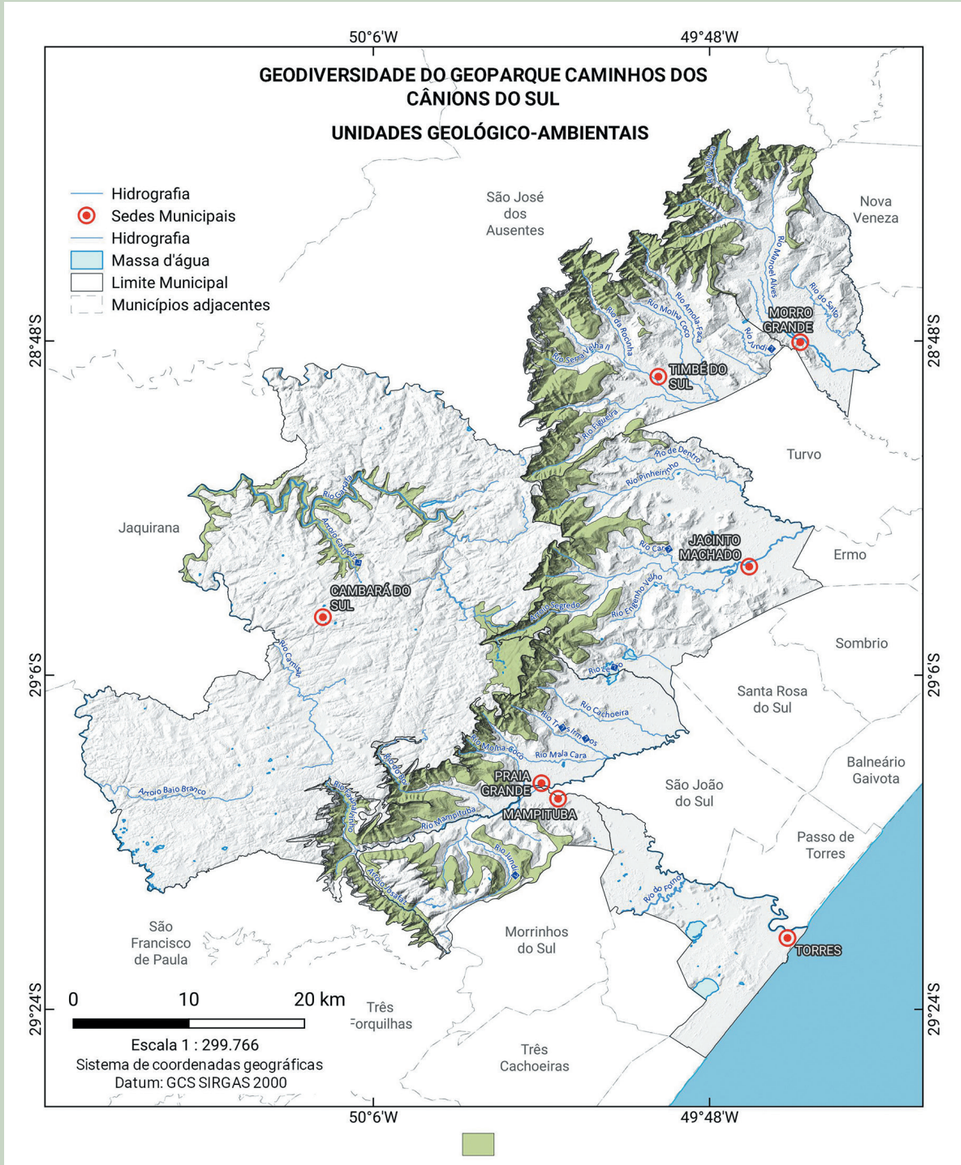
Geopedológicos: predominam Argissolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Chernossolos Argilúvicos. Os Argissolos Vermelhos apresentam alto potencial produtivo e boa aptidão agrícola para culturas anuais, mas por ocorrerem em relevo ondulado e apresentarem restrição à infiltração de água em subsuperfície, são bastante sujeitos à erosão. Os Neossolos Litólicos apresentam cores bem avermelhadas e teor de matéria orgânica reduzido. Os Chernossolos Argilúvicos são medianamente profundos, com textura argilosa e moderadamente drenados, ligeiramente ácidos e com saturação de bases alta, o que confere boa fertilidade natural, porém a mecanização é difícil por causa da pedregosidade, rochosidade e dos terrenos serem íngremes, o que dificulta o uso para a agricultura.

Recursos hídricos superficiais: importante região de nascentes, com diversos arroios e rios das sub-bacias dos rios Araranguá e Mampituba. Em termos de balanço hídrico, a condição é intermediária, sendo aquicultura e criação animal os principais usos (outorgas) das águas superficiais. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustres estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes), atividade agropecuária e indústria.

Recursos hídricos subterrâneos: formação de aquíferos fissurais com produtividade bastante variável, dependente das condições de relevo e, principalmente, da presença de fraturas ou falhas geológicas. É explorado através de fontes, com vazões esperadas abaixo de 1 mil litros/h, boa qualidade de água e média vulnerabilidade natural.

Recursos minerais: presença de exposições rochosas com potencial para uso como brita e leito de estrada (Figura 5.9(b)).

Geoturismo: mirantes nas estradas do Faxinal e da Rocinha; estrutura de acolhimento ao turista nos cânions Itaimbezinho e Fortaleza, integrantes dos parques nacionais da Serra Geral e Aparados da Serra, possibilitam trilhas para contemplação dos cânions, onde se pode observar o empilhamento dos derrames (Figuras 5.9(e,f)).



Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

Figura 5.9 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental vulcânica/extrusiva: composição intermediária. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.9 (b) - Vista dos derrames do tipo *rubbly pahoehoe* da Fm. Vale do Sol, em corte da Estrada da Rocinha, km 47, cota 561 m, em Timbé do Sul, SC. Foto: Débora Lamberty (2023).



Figura 5.9 (c) - Matacão formado por brecha autoclástica indicativa de topo dos derrames do tipo *rubbly pahoehoe* da Fm. Vale do Sol, Estrada da Rocinha, km 47, cota 561 m, em Timbé do Sul, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.9 (d) - Detalhe da autobrecha da Fm. Vale do Sol, formada por fragmentos vesiculados angulosos e de diversos tamanhos, oriundos da crosta superior fragmentada do derrame. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.9 (e) - Áreas de vegetação marcando níveis brechados entre os derrames intermediários da Fm. Vale do Sol, observadas do mirante da Trilha do Cotovelo, Cânion do Itaimbezinho, em Cambará do Sul, RS. Foto: Melissa Franzen (2023).

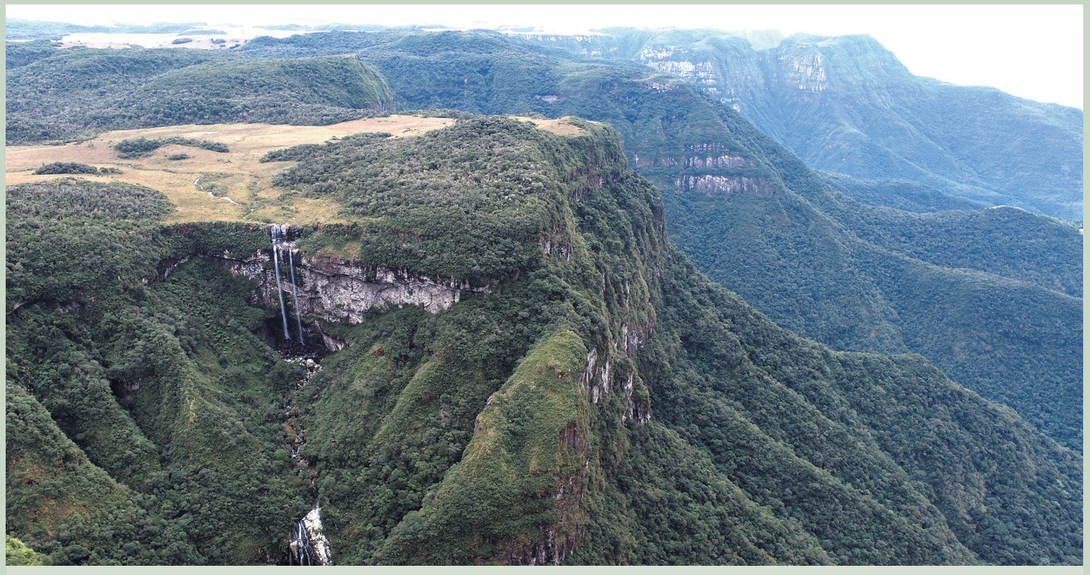


Figura 5.9 (f) - Topo do planalto com rochas ácidas da Fm. Palmas e áreas de vegetação marcando níveis brechados entre derrames intermediários da Fm. Vale do Sol, observadas do Cânion Índios Coroados, em Cambará do Sul, RS. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).

5.2.3. Vulcânica/Extrusiva: composição básica

Identificação

Sigla no mapa: 7
Área: 253,1 km²
Litotipos predominantes: basalto e andesito basáltico de cores marrom e acinzentado (Formação Torres)(Figura 5.10(a))
Forma de relevo associada: o - Morros altos, n - Morros baixos, m - Morrotes, q - Escarpas de borda de planaltos, p - Vales encaixados, l - Colinas, i - Lajes, lajedões, plataformas de abrasão e r - Ilhas costeiras

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: na Praia da Guarita e ao longo das praias de Torres, observa-se a sobreposição dos primeiros derrames de lavas nos arenitos da Fm. Botucatu (Figura 5.10(b)), onde localmente são observadas feições de interação entre lava-sedimento (peperitos ou brechas hidromagmáticas) (Figura 5.10(c)). Os derrames iniciais são espessos (até 40 m) e do tipo empoçado, pois ocupam os paleovales entre dunas. O padrão de fraturamento é caracterizado por disjunções colunares verticais irregulares (Figura 5.10(d)). Em direção ao topo, predominam derrames do tipo *pahoehoe* simples ou compostos, com espessuras entre 0,5 m a 5 m, os quais estão, geralmente, bastante intemperizados, dando origem a saprolitos espessos (Figura 5.10(e)). Localmente, o aspecto das rochas depende do posicionamento nos derrames: (1) as porções basais com vesículas/amígdalas alongadas e subverticais (*pipe vesicles*); (2) o núcleo que apresenta textura fanerítica fina (Figura 5.10(f)), que pode ser maciço ou marcado por níveis horizontais de vesículas/amígdalas; e (3) as porções de topo concentrando grandes quantidades de vesículas/amígdalas, geralmente esféricas.

Uso e ocupação associada: mosaico de agricultura e pastagem, formação florestal, silvicultura, outras lavouras temporárias.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: presença de grau de fraturamento/falhamento alto (>10 frat/metro); alternando de duras a variáveis a resistência ao corte e a penetração do substrato rochoso; escavação por escarificação, localmente com uso de explosivo; ocorrência de movimento de massa nas encostas e queda, tombamento ou rolamento de blocos.

Geopedológicos: desenvolvimento de Argissolos Vermelhos; Chernossolos Argilúvicos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Os Argissolos Vermelho-Amarelos são alaranjados, mais arenosos e bem drenados, porém com baixa fertilidade natural e sujeitos à erosão. Há presença de pedregosidade e rochosidade, e os terrenos íngremes tornam-se inaptos ao uso agrícola.

Recursos hídricos superficiais: em termos de balanço hídrico, a condição é considerada predominantemente muito crítica, sendo a irrigação e o consumo humano os principais usos (outorgas) das águas superficiais. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustres estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes, cemitério), atividade agropecuária e extração mineral.

Recursos hídricos subterrâneos: formação de aquíferos fissurais com produtividade geralmente muito baixa e localmente baixas; são áreas de vales encaixados, com vazões entre 1 e 10 mil litros/h, condicionadas às fraturas nas rochas vulcânicas.

Recursos minerais: presença de exposições rochosas com potencial para uso como brita.

Geoturismo: trilhas do Rio Malacara e do Rio do Boi, com saídas para a Praia Grande, SC.

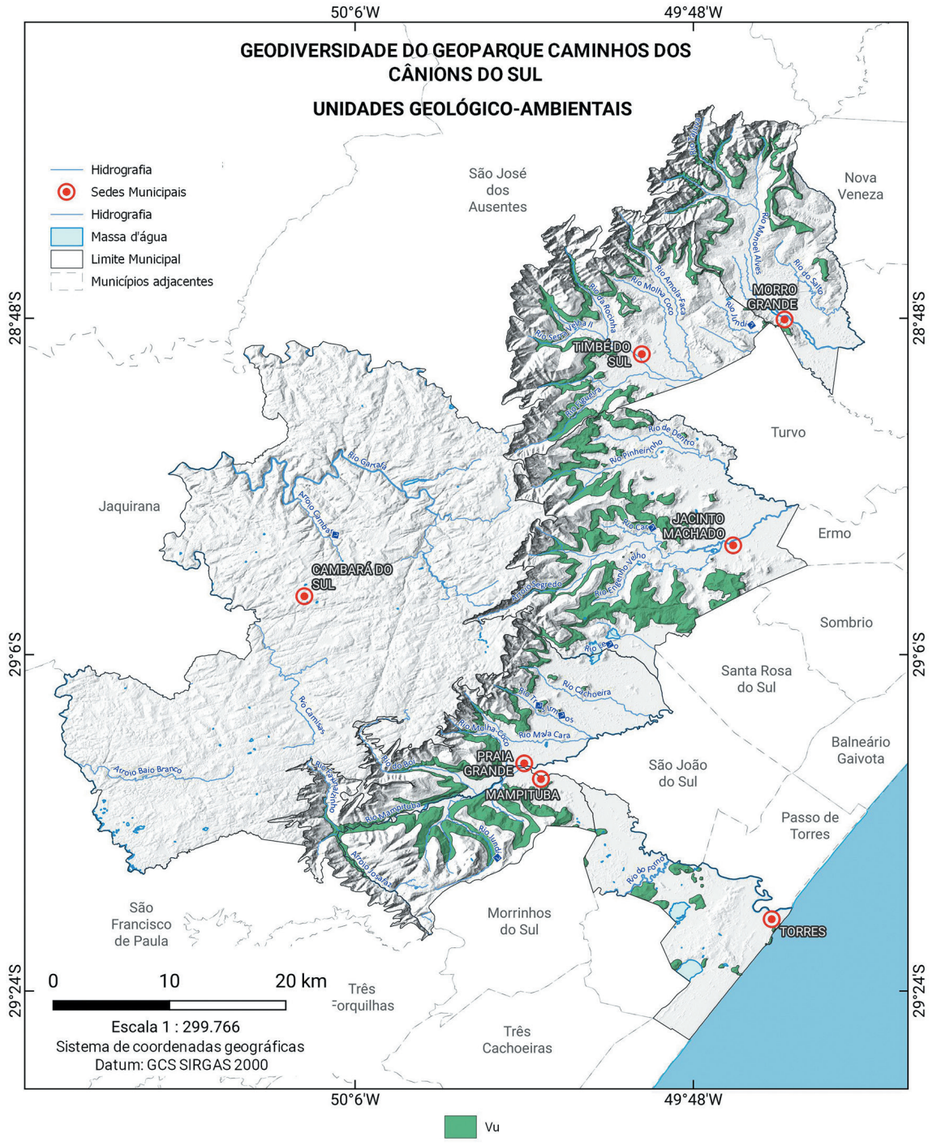


Figura 5.10 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental vulcânica/extrusiva: composição básica. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.10 (b) - Morro-testemunho da Fm. Torres, com “saia” de arenito da Fm. Botucatu, na Praia da Guarita em Torres, RS. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 5.10 (c) - Detalhe do peperito (basalto com seixos de arenito) na base da Torre Norte, no contato do arenito com basalto da Fm. Torres. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.10 (d) - Fm. Torres com fraturamento caracterizado por disjunções colunares verticais irregulares, na Praia da Guarita em Torres, RS. Foto: Raimundo Almir Costa Conceição (2023).



Figura 5.10 (e) - Saprolito espesso da Fm. Torres em pedreira explorada para saibro na Linha São Pedro, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.10 (f) - Material de empréstimo da Fm. Torres em corte da estrada para Jacinto Machado, localidade de Sanga da Paca, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).

Quadro 5.1 - Domínios, unidades geológico-ambientais, unidades geológicas e relevos associados.
Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen e Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.

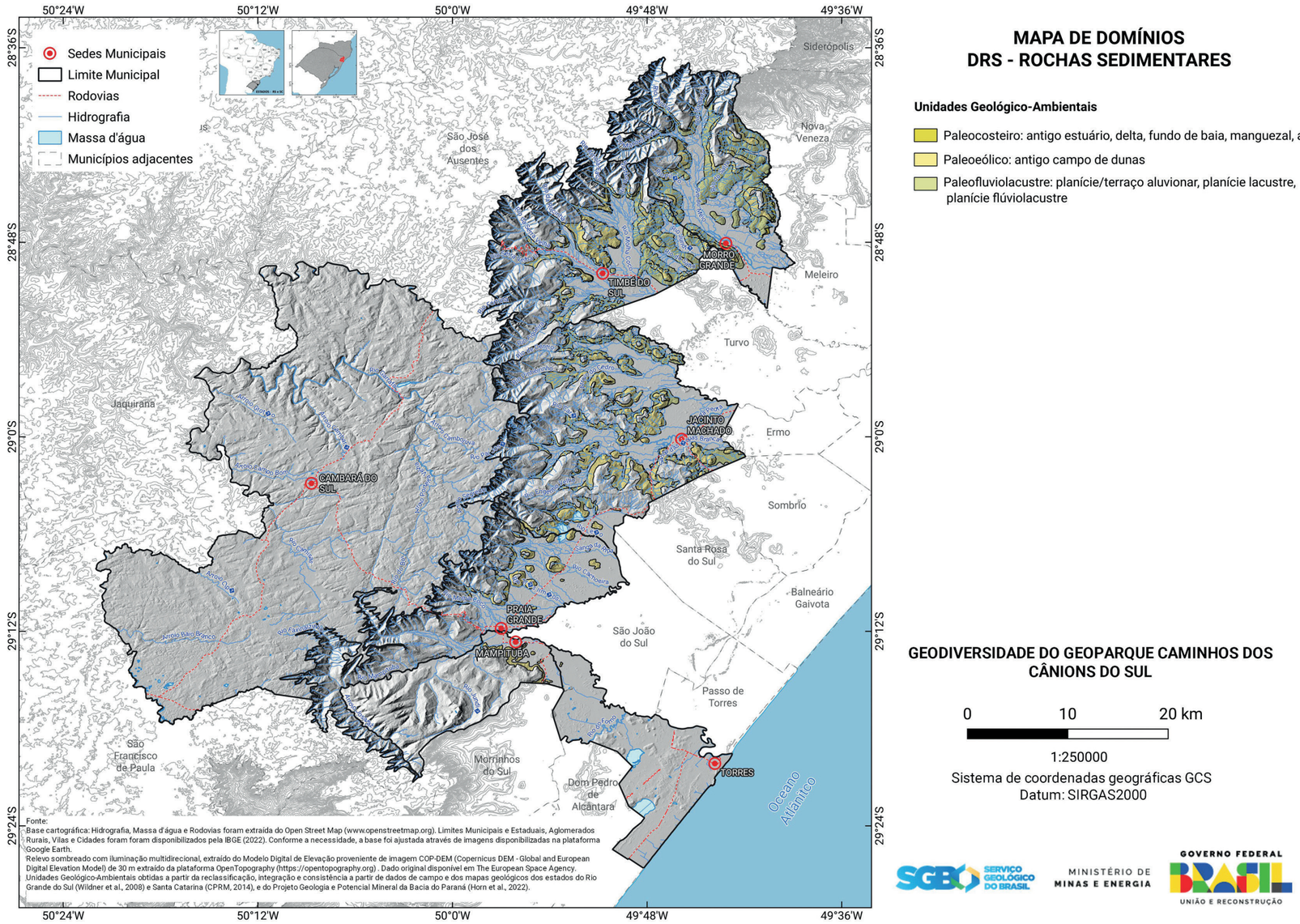
DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL	CONTEXTO GEOLÓGICO	UNIDADE GEOLÓGICO-AMBIENTAL		
		UNIDADES GEOLÓGICO- AMBIENTAIS	GEOLOGIA	RELEVO
DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS (5.1)	São depósitos recentes formados por sedimentos depositados durante o Quaternário, em ambientes continental, transicional e costeiro.	- **Fluvial: planície/terraço aluvionar**	- Depósitos aluvionares	a - Planície de inundação (várzeas)
		- Aluvionar: leques aluviais	- Depósitos colúvio-aluvionares	j - Leques aluviais k - Rampas de colúvio (indiviso)
		- Costeiro: laguna	- Depósitos de planície lagunar atual - Depósitos de planície lagunar associados à barreira III	c - Planícies lagunares (brejos) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Costeiro: planícies/ terraço marinho	- Depósitos. praiais atuais - Depósitos praiais e eólicos associados à barreira III	d - Planícies marinhas (praias) e - Planícies marinhas (restingas) f - Terraços marinhos (paleoplanícies marinhas à retaguarda dos atuais cordões arenosos)
		- Eólico: campo de dunas costeiro	- Depósito eólico atual - Depósito. eólico associado à barreira II	g - Campos de dunas (dunas móveis) t - Eolianitos (dunas litificadas) m - Morrotes
ROCHAS ÍGNEAS (5.2)	Formado por rochas vulcânicas associadas ao Magmatismo Serra Geral com idade cretácea.	**- Vulcânica/Extrusiva: composição ácida**	- Formação Palmas	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição intermediária	- Formação Vale do Sol	h - Planaltos q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados n - Morros baixos a - Planícies de inundação (várzeas)
		- Vulcânica/Extrusiva: composição básica	- Formação Torres	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes r - Ilhas costeiras q - Escarpas de borda de planaltos p - Vales encaixados l - Colinas p - Vales encaixados i - Lajes, lajedões e plataformas de abrasão
ROCHAS SEDIMENTARES (5.3)	Está associado às rochas sedimentares de idade permiana a cretácea, constituída por arenitos e pelitos, sendo representativas da Bacia Sedimentar do Paraná.	**- Paleólico: antigo campo de dunas**	- Formação Botucatu	o - Morros altos n - Morros baixos m - Morrotes q - Escarpas de borda de planaltos l - Colinas p - Vales encaixados
		- Paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre	- Formação Rio do Rasto	o - Morros altos n - Morros baixos l - Colinas q - Escarpas de borda de planaltos
		- Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, apicun, coroa de lama, praia, laguna e planície	- Formação Teresina	q - Escarpas de borda de planaltos

5.3. DOMÍNIO DE ROCHAS SEDIMENTARES

ESSE DOMÍNIO CORRESPONDE ÀS ROCHAS SEDIMENTARES CONTINENTAIS E DE PLATAFORMA RASA DA BACIA DO PARANÁ depositados no paleocontinente Gondwana, conforme mencionado no capítulo 4.

OCUPA UMA ÁREA APROXIMADA DE 300 Km², em três unidades geológico-ambientais (Quadro 5.1)

DOMÍNIO DE ROCHAS SEDIMENTARES



MAPA DE DOMÍNIOS
DRS - ROCHAS SEDIMENTARES

Unidades Geológico-Ambientais

- Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, a
- Paleoeólico: antigo campo de dunas
- Paleofluviolacustre: planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície flúviolacustre

GEODIVERSIDADE DO GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL

0 10 20 km

1:250000

Sistema de coordenadas geográficas GCS
Datum: SIRGAS2000

Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

SGB SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

5.3.1. Paleoeólico: antigo campo de dunas

Identificação

Sigla no mapa: 10
Área: 181,7 km²
Litotipos predominantes: quartzo arenito e arenito fino de cores comumente rosa e localmente bege (Formação Botucatu) (Figura 5.11(a)).
Forma de relevo associada: o - Morros altos, n - Morros baixos, m - Morrotes, q - Escarpas de borda de planaltos, l - Colinas

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: a unidade ocorre à beira mar, na Praia da Guarita, em Torres (RS) (Figura 5.11(b)), em morros baixos e na parte inferior dos morros altos, junto às rampas de colúvio, chegando até as cotas intermediárias da escarpa de borda do planalto (Figura 5.11(c)). A apresentação mais comum é de um arenito róseo com estratificação cruzada de grande porte, formada a partir de dunas eólicas, localmente plano-paralela tal como no Santuário Nossa Senhora Aparecida em Mampituba (SC) (Figura 5.11(d)), e um arenito de coloração bege, tal como na pedreira de arenito em Praia Grande (SC) (Figura 5.11(e)). A rocha alterada costuma abrigar grande diversidade vegetal, devido à elevada permeabilidade.

Uso e ocupação associadas: agropecuária – agricultura, irrigação, criação animal, aquicultura. Localmente ocorre floresta - formação florestal.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: aspecto (acamadado/estratificado), dobramento (ausente), falhamento (baixo), resistência da rocha (média), escavabilidade do perfil intempérico (escarificação), problemas geotécnicos (deslizamento; queda, tombamento ou rolamento de blocos).

Geopedológicos: desenvolvimento de Argissolo Vermelho-Amarelo nas escarpas de borda do planalto, com textura argiloarenosa, relativamente bem drenado, de coloração vermelho-alaranjada e de baixa fertilidade natural. Presença de pedregosidade e rochosidade. Terrenos íngremes tornam-se inaptos ao uso agrícola.

Recursos hídricos superficiais: há potencial hídrico superficial, em condição predominantemente muito crítica. Os principais usos são a irrigação, criação animal e aquicultura. Há potencial contaminante pela ocupação humana (geração de efluentes, cemitério), criação animal, atividade agrícola, silvicultura e extração mineral.

Recursos hídricos subterrâneos: potencialidades muito baixas a localmente baixas, quando a Fm. Botucatu é aflorante, e melhores potencialidades relacionadas aos depósitos com boas espessuras e composição essencialmente arenosa, podendo atingir vazões entre 25 e 50mil litros/h em poços tubulares.

Recursos minerais: presença de pedreiras com potencial para uso em construção de muros, alicerces, paredes, na contenção de terreno e fundações (Figura 5.11(e)).

Geoturismo: morros-testemunhos constituídos de arenitos, capeados ou não por vulcânicas, onde se encontram belas estruturas da formação do antigo Deserto Botucatu (Figura 5.11(b)), são exemplos: as torres do Parque da Guarita (Torres – RS), Morro da Moça e Itaimbé (Jacinto Machado – SC) e o mirante do morro da Gruta Nossa Senhora Aparecida (Mampituba – RS). Ligado à ocorrência do Arenito Botucatu, encontram-se paleotocas, que são cavernas escavadas por animais extintos, onde há presença de marcas das garras de grandes mamíferos, afirmando a presença de uma megafauna de idade pleistocênica na América do Sul. As paleotocas estão situadas, principalmente, nos municípios de Morro Grande, Jacinto Machado e Timbé do Sul (Figura 5.11(f)). Exemplos conhecidos e de maior procura são as paleotocas de Três Barras (Morro Grande), Trilha do Palmiro (Timbé do Sul) e Furnas Xokleng (Jacinto Machado).

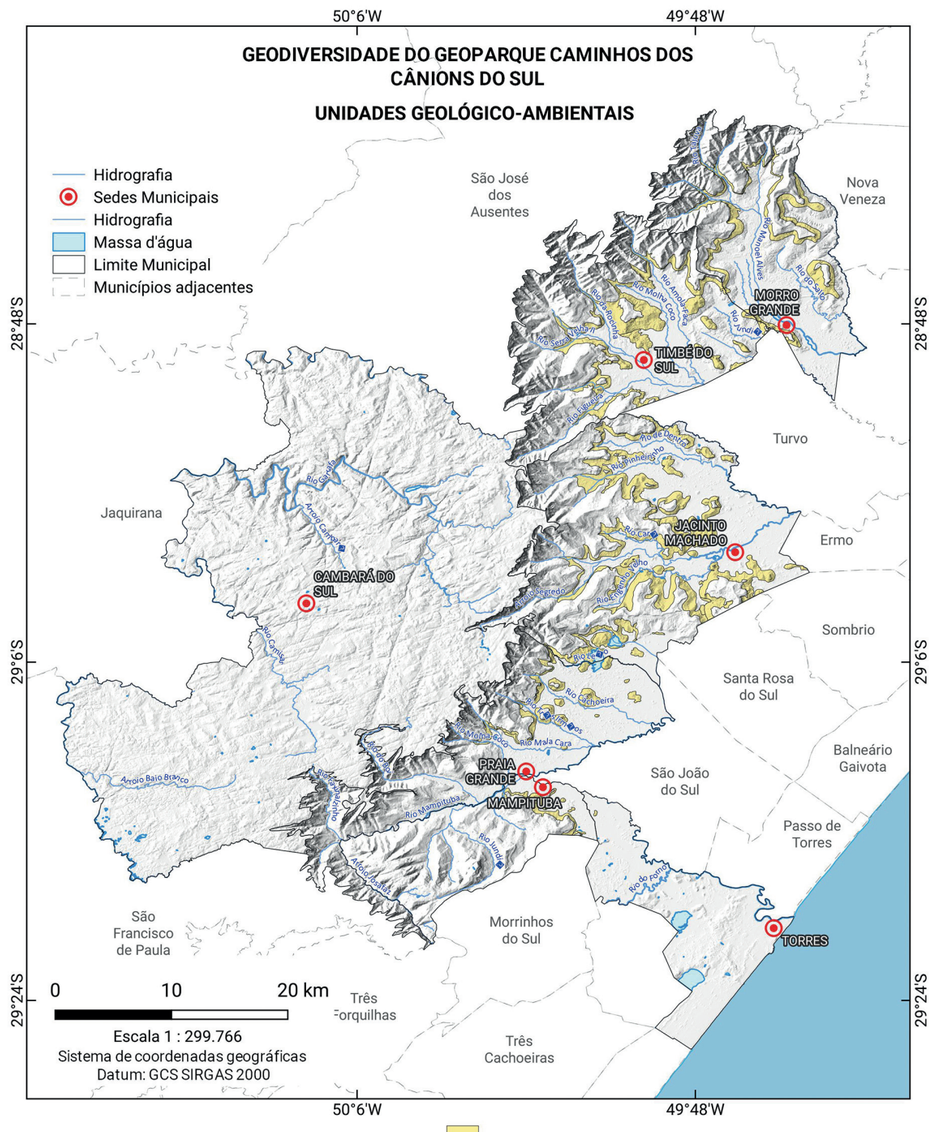


Figura 5.11 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental paleoeólica: antigo campo de dunas. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.11 (b) - Fm. Botucatu na Praia da Guarita, em Torres, RS, em contato com a Fm. Torres.
Foto: Raquel Barros Binotto (2023).



Figura 5.11 (c) - Exposição da Fm. Botucatu nas escarpas da borda do planalto. Foto: Renato Ribeiro Mendonça (2023).



Figura 5.11 (d) - Estratificação em feição de topo da Fm. Botucatu no Santuário Nossa Senhora Aparecida, em Mampituba, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.11 (e) - Pedreira de arenito da Fm. Botucatu licenciada em Praia Grande, SC.
Foto: Debora Lamberty (2023).



Figura 5.11 (f) - Paleotoca no arenito da Fm. Botucatu em Morro Grande, SC.
Foto: Marcelo Crepaldi (2023).

5.3.2. Paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre

Identificação

Sigla no mapa: 11
Área: 108,9 km²
Litotipos predominantes: siltito, argilito síltico, argilito e arenito de coloração vermelha e arroxeada (Formação Rio do Rasto)
Forma de relevo associada: o - Morros altos, n - Morros baixos, l - Colinas e q - Escarpas de borda de planaltos

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: a unidade ocorre em pequenas porções do norte, nordeste e leste do geoparque (Figura 5.12(a)), em cortes de estrada (Figura 5.12(b)), morros baixos e na base de morros altos com topo de arenito, ou ainda em paredes escavadas em leitos de rios (Figura 5.12(c)). São rochas formadas pela alternância de camadas tabulares e lenticulares de arenitos finos, bem selecionados, com camadas tabulares de pelitos maciços, argilitos e folhelhos avermelhados, conhecidos como "*red beds*" (Figura 5.12(d)).

Uso e ocupação associada: agropecuária – pastagem, criação animal e atividade agrícola. Localmente ocorre floresta - formação florestal e silvicultura.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: presença de grau de fraturamento/falhamento baixo (0-5 frat/metro); rocha acamadada/estratificada; médias resistência ao corte e penetração do substrato rochoso; escavação com uso de escarificação. Em virtude das características da rocha, solos e relevo, a unidade não apresenta significativos problemas geológico-geotécnicos associados, sendo os deslizamentos os mais frequentes e, nas áreas exploradas (pedreiras), a queda, o tombamento ou o rolamento de blocos.

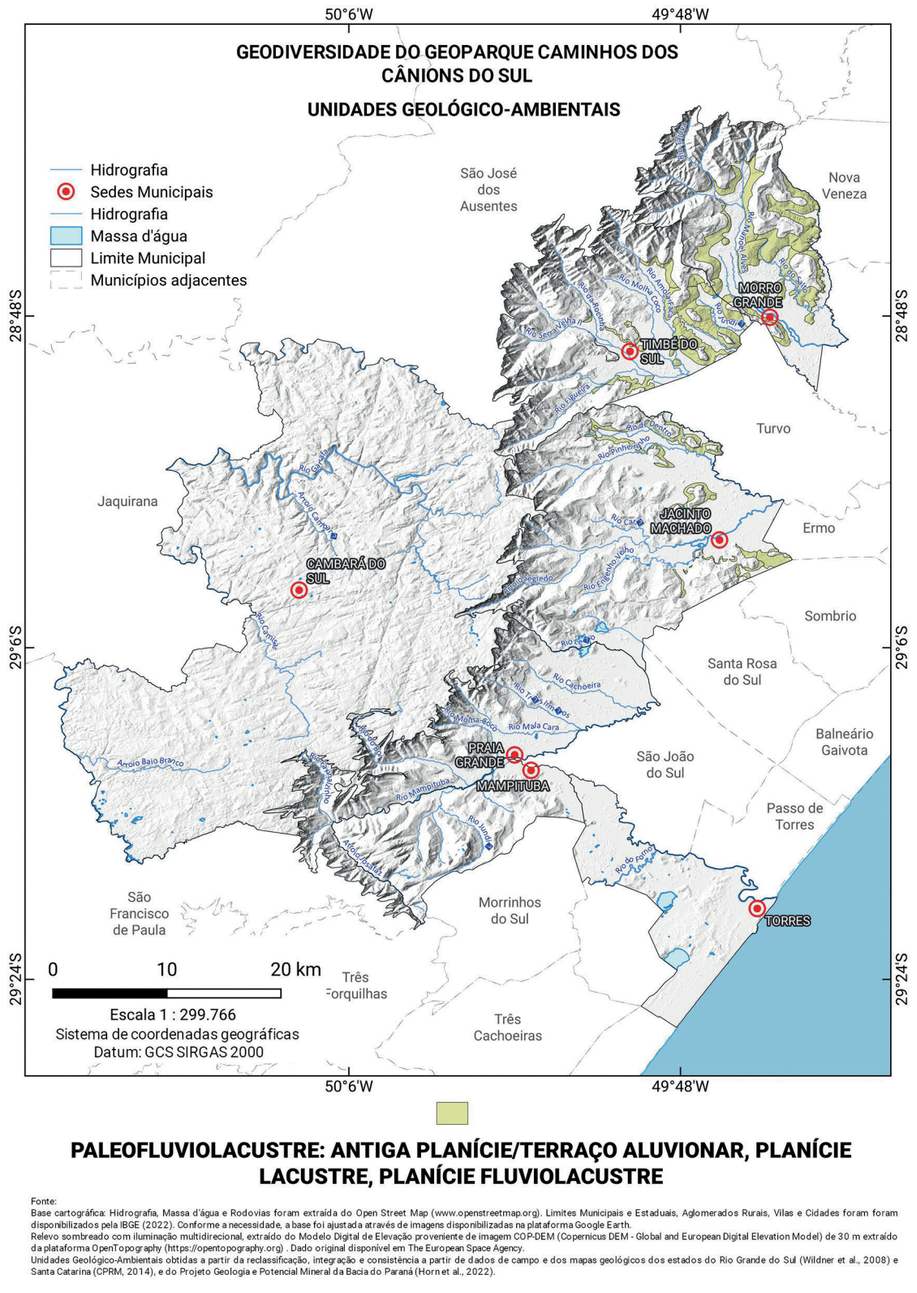
Geopedológicos: há a predominância de Argissolos Bruno-Acinzentados e Cambissolos Háplicos, imperfeitamente drenados, com textura argilosa ou muito argilosa, horizonte superficial espesso e húmico, baixa fertilidade natural, suscetíveis à erosão e ao frequente excesso de umidade. Podem ser cultivados com lavouras anuais e mecanizadas sem maiores problemas, sendo sua utilização com culturas perenes ou pastagens cultivadas bastante recomendável. Os Cambissolos Háplicos possuem fertilidade natural variável e limitações para uso, devido ao relevo com declives acentuados, pequena profundidade e ocorrência de pedras na massa do solo.

Recursos hídricos superficiais: na unidade estão instalados dois sistemas de abastecimento, o Integrado Turvo-Ermo, de captação superficial e uso permanente, e o Timbé do Sul - Rio das Lontras, de captação superficial no Rio Timbé e uso permanente. A irrigação é o principal uso das águas superficiais e a condição de balanço hídrico é predominantemente crítica. As principais fontes potenciais de contaminação e/ou modificadoras dos sistemas fluviolacustre estão representadas pela ocupação humana (geração de efluentes, postos de combustível, cemitério) e atividade agropecuária.

Recursos hídricos subterrâneos: formação de aquíferos porosos com potencialidades variáveis entre pouco produtivas e moderadas (vazões esperadas de 1mil L/h até 10mil litros/h).

Recursos minerais: presença de materiais de uso na construção civil e na indústria, com áreas de extração e empréstimo de argilas (Figura 5.12(e)).

Geoturismo: entre as potencialidades geoturísticas do território, os afloramentos rochosos são feições naturais que possibilitam uma viagem no tempo e na história por meio da visualização das rochas. Um exemplo disto é o contato por desconformidade entre a Fm. Rio do Rasto e a Fm. Botucatu, em frente à Igreja e Centro Comunitário Encruso na Pedra, em Jacinto Machado (SC) (Figura 5.12(f)), local de valor religioso para a comunidade local, que nos informa sobre um hiato, ou ausência de sedimentação, por cerca de 100 Ma no registro geológico da região.



Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

Figura 5.12 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental paleofluviolacustre: antiga planície/terraço aluvionar, planície lacustre, planície fluviolacustre. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.12 (b) - Alternância entre pelitos e arenitos nos “red beds” da Fm. Rio do Rasto, no acesso ao Clube 27, SC285, em Timbé do Sul, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.12 (c) - Vista frontal de afloramento da Fm. Rio do Rasto em leito de rio na localidade de Rio de Dentro, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.12 (d) - Detalhe da intercalação de camadas de arenitos e argilitos, característica da rocha dessa unidade. Foto: Débora Lamberty (2023).



Figura 5.12(e) - Detalhe da área de empréstimo de argila, próximo à Rodovia Pedro Simon, Linha Floresta, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.12 (f) - Contato por desconformidade entre a Fm. Rio do Rasto e a Fm. Botucatu, em frente à Igreja e Centro Comunitário Encruso na Pedra, em Jacinto Machado, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).

5.3.3. Paleocosteiro: antigo estuário, delta, fundo de baia, manguezal, apicum, coroa de lama, praia, laguna e planície

Identificação

Sigla no mapa: 9
Área: 1,8 km²
Litotipos predominantes: siltito argiloso, calcários, arenitos, siltitos e argilitos, de colorações cinza e esverdeado (Formação Teresina)
Forma de relevo associada: q - Escarpas de borda de planaltos

Descrição

Forma de ocorrência na superfície: a unidade está restrita em pequenas porções na borda nordeste do geoparque (Figura 5.13(a)), onde há pelo menos uma ampla exposição em uma pedreira (Figura 5.13(b)). São rochas formadas pela intercalação de arenito fino a muito fino e folhelho, em ciclos que iniciam com folhelhos escuros e terminam com arenitos finos (Figura 5.13(c)), e ocorrem níveis com abundante cimentação por carbonato de cálcio. Para o topo da unidade ocorre o progressivo aparecimento de cores de oxidação (Figura 5.13(d)), como vermelho e roxo, que culminam no predomínio dessas cores na Fm. Rio do Rasto. No entorno do geoparque, ocorrem outras exposições mais amplas da unidade, em morros altos e escarpas de planalto (Figura 5.13(e)), onde a laminação é mais fina e as cores mais acinzentadas (Figura 5.13(f)).

Uso e ocupação associadas: agropecuária – pastagem. Localmente, ocorre floresta - formação florestal.

Parâmetros geológico-ambientais

Geológico-geotécnico: presença de grau de fraturamento/falhamento baixo (0-5 frat/metro); rocha acamadada/estratificada; média resistência ao corte e à penetração do substrato rochoso; escavação com uso de escarificação. Em virtude das características da rocha, solos e relevo, a unidade não apresenta significativos problemas geológico-geotécnicos associados, sendo os deslizamentos os mais frequentes e, nas áreas exploradas (pedreiras), a queda, o tombamento ou o rolamento de blocos.

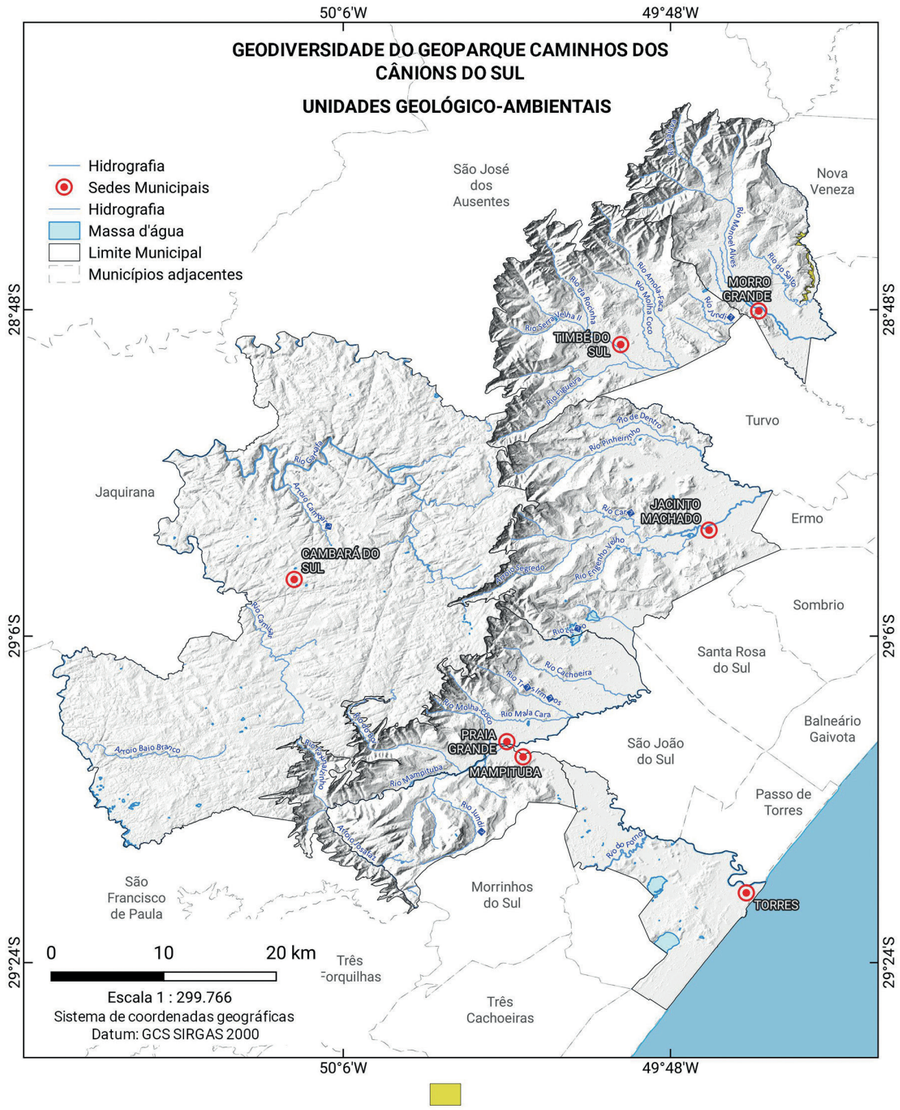
Geopedológicos: predominância de Argissolos Bruno-Acinzentados e Cambissolos Háplicos, imperfeitamente drenados, com horizonte superficial espesso e húmico e baixa fertilidade natural. Suscetíveis à erosão e ao frequente excesso de umidade. Os Cambissolos Háplicos possuem fertilidade natural variável e limitações devido ao relevo, pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo.

Recursos hídricos superficiais: por sua ocorrência muito restrita na área do geoparque, não há pontos de captação para abastecimento humano. Sua condição é predominantemente muito crítica, com potencial à contaminação por ocupação humana, agricultura, silvicultura e extração mineral.

Recursos hídricos subterrâneos: formação de aquíferos porosos com potencialidades variáveis. Podem armazenar água, mas devido ao teor de argila pouco transmitem, ocasionando baixas vazões (1 mil litros/h a 10 mil litros/h).

Recursos minerais: presença de materiais de uso na construção civil e na indústria, com áreas de extração e empréstimo de argilas (bentonita) (Figura 5.13(b)).

Geoturismo: Por sua ocorrência muito restrita na área do geoparque, não há pontos de visitação conhecidos.



Fonte:
Base cartográfica: Hidrografia, Massa d'água e Rodovias foram extraída do Open Street Map (www.openstreetmap.org). Limites Municipais e Estaduais, Aglomerados Rurais, Vilas e Cidades foram foram disponibilizados pela IBGE (2022). Conforme a necessidade, a base foi ajustada através de imagens disponibilizadas na plataforma Google Earth.
Relevo sombreado com iluminação multidirecional, extraído do Modelo Digital de Elevação proveniente de imagem COP-DEM (Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model) de 30 m extraído da plataforma OpenTopography (https://opentopography.org) . Dado original disponível em The European Space Agency.
Unidades Geológico-Ambientais obtidas a partir da reclassificação, integração e consistência a partir de dados de campo e dos mapas geológicos dos estados do Rio Grande do Sul (Wildner et al., 2008) e Santa Catarina (CPRM, 2014), e do Projeto Geologia e Potencial Mineral da Bacia do Paraná (Horn et al., 2022).

Figura 5.13 (a) - Distribuição da unidade geológico-ambiental paleocosteira: antigo estuário, delta, fundo de baía, manguezal, apicun, coroa de lama, praia, laguna e planície. Elaborado por Débora Lamberty, Gilberto Lima, Melissa Franzen, Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.



Figura 5.13 (b) - Vista da pedreira na estrada para a localidade de Rio do Meio, em Morro Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).

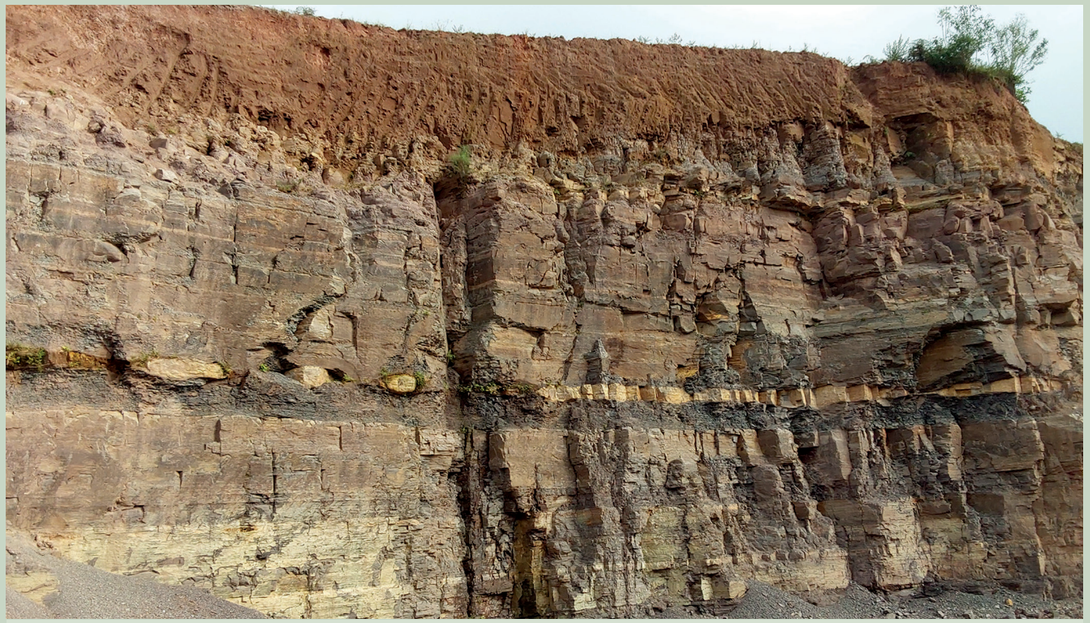


Figura 5.13 (c) - Vista da Formação Teresina em pedreira na estrada para a localidade de Rio do Meio, em Morro Grande, SC. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.13 (d) - Detalhe dos siltitos cinza-esverdeados intercalados com arenitos em pedreira na estrada para a localidade de Rio do Meio. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.13 (e) - Pedreira em Meleiro, no entorno do geoparque. Foto: Melissa Franzen (2023).



Figura 5.13 (f) - Detalhe da pedreira em Meleiro, no entorno do geoparque. Foto: Melissa Franzen (2023).

5.4. AS POTENCIALIDADES E AS LIMITAÇÕES NO ESPAÇO DO GEOPARQUE

A AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUE INFLUENCIAM o uso e desenvolvimento de uma área envolve análise das adequabilidades e limitações.

- As **ADEQUABILIDADES** se referem às condições favoráveis que tornam uma área adequada para determinadas atividades, incluindo fatores como solo fértil, acesso a recursos hídricos e relevo favorável. Por outro lado, as limitações são os obstáculos ou restrições que dificultam a utilização plena da área, como solos pouco produtivos, relevo acidentado ou falta de recursos hídricos. Essas interpretações são baseadas em dados na escala 1:100.000 e informações específicas coletadas em campo. No entanto, é crucial realizar estudos mais aprofundados para garantir o uso adequado do ambiente. Essas análises aprofundadas ajudam a compreender melhor as características específicas da área, identificar possíveis desafios e implementar medidas adequadas para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.
- Ao longo dos Capítulos 3 e 4, as **POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES** do geoparque foram sendo pontuadas, conectando à realidade observada em campo. Na Figura 5.14 (a, b, c, d, e), é apresentada uma síntese espacial para a região, considerando os graus alto, médio e baixo para o potencial dos diferentes temas avaliados. A escala é relativa, ou seja, específica para o geoparque, sem comparação com outras regiões do Brasil ou de outros países. Desta forma, fica fácil uma leitura qualitativa da região estudada.

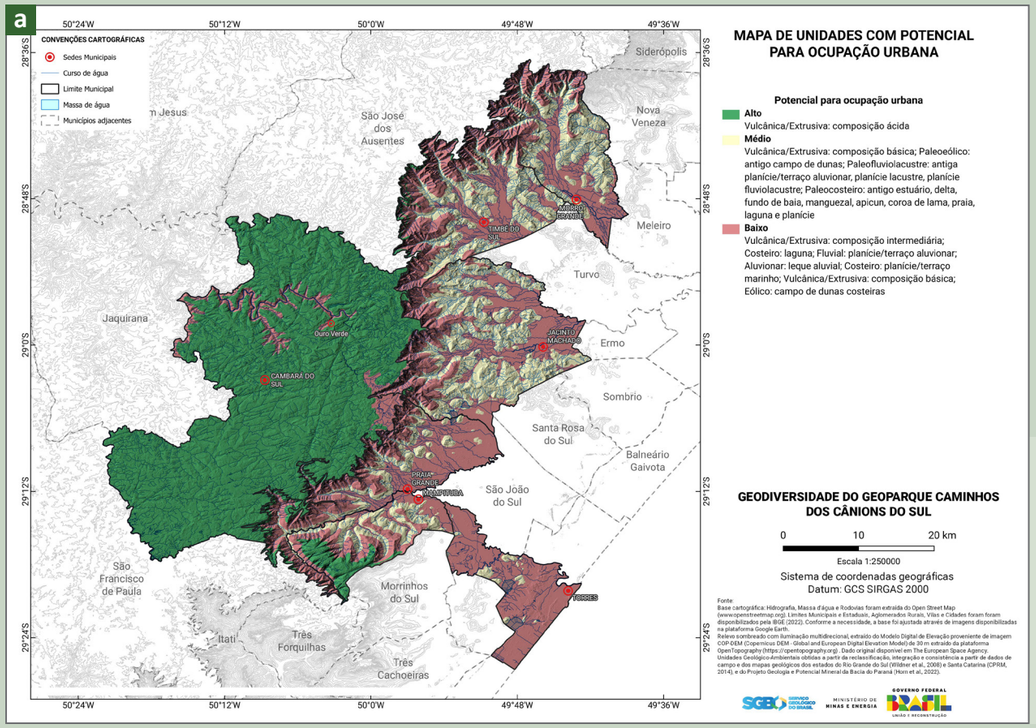


Figura 5.14 (a) - Potencial para ocupação urbana considerando a área do geoparque. Elaborado por: Débora Lamberty, Melissa Franzen e Raquel Barros Binotto.

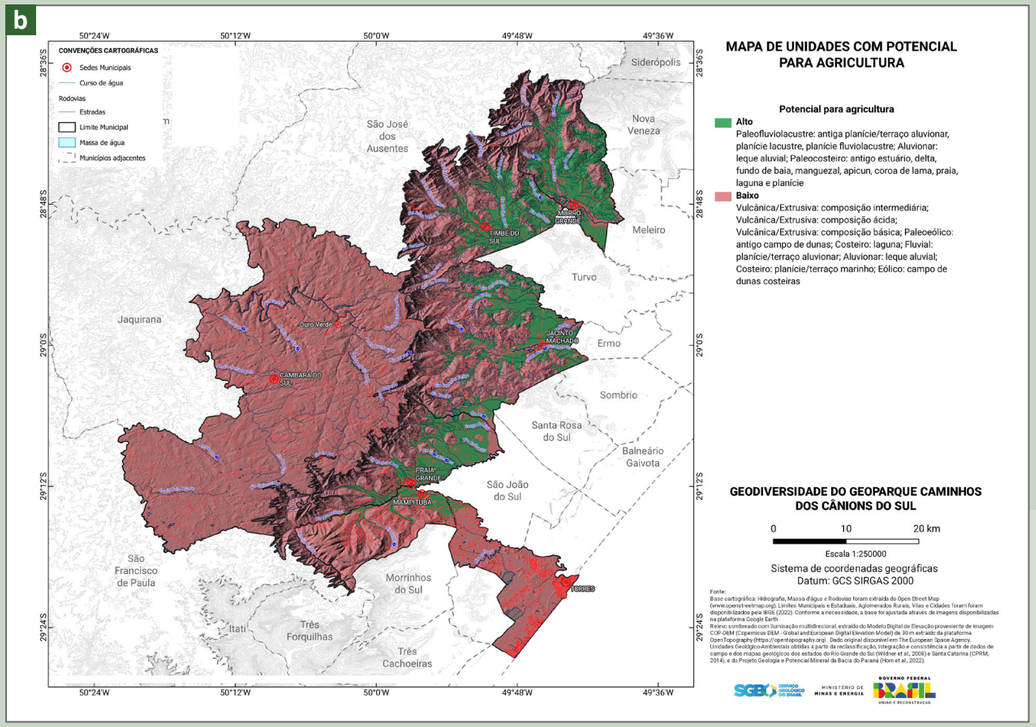
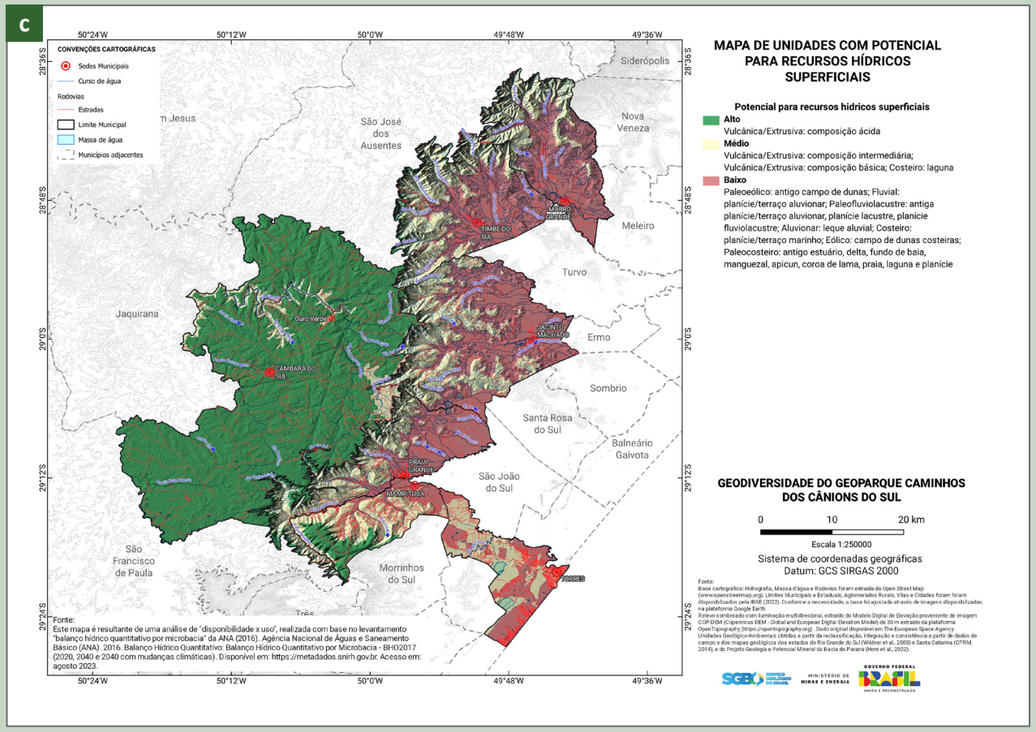
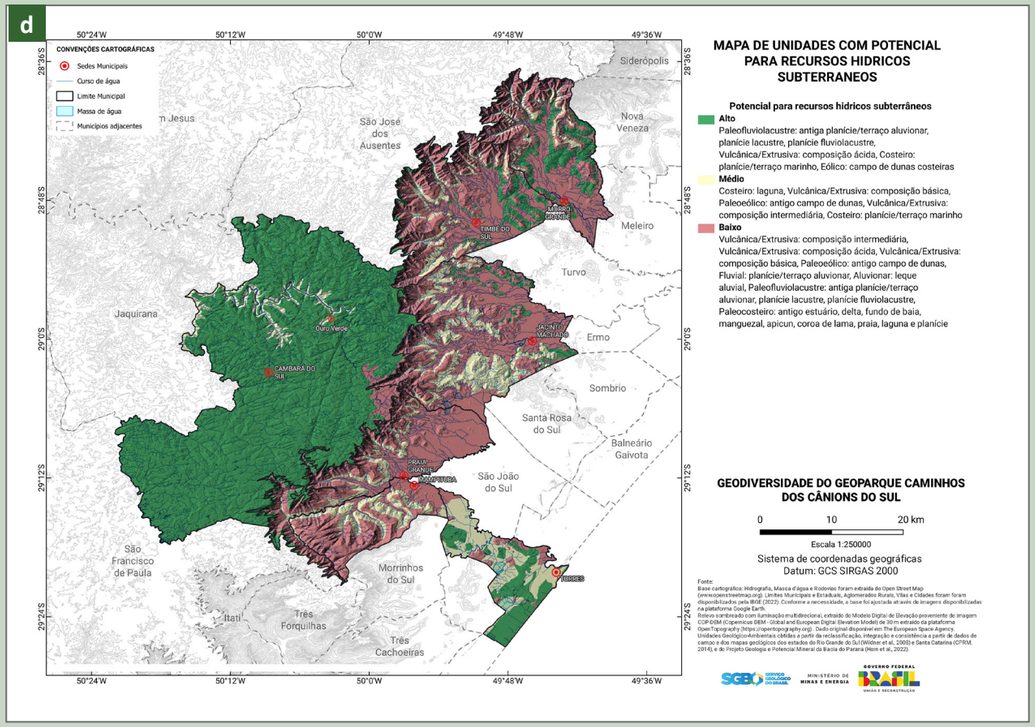


Figura 5.14 (b) - Potencial para agricultura considerando a área do geoparque. Elaborado por Elvio Giasson.





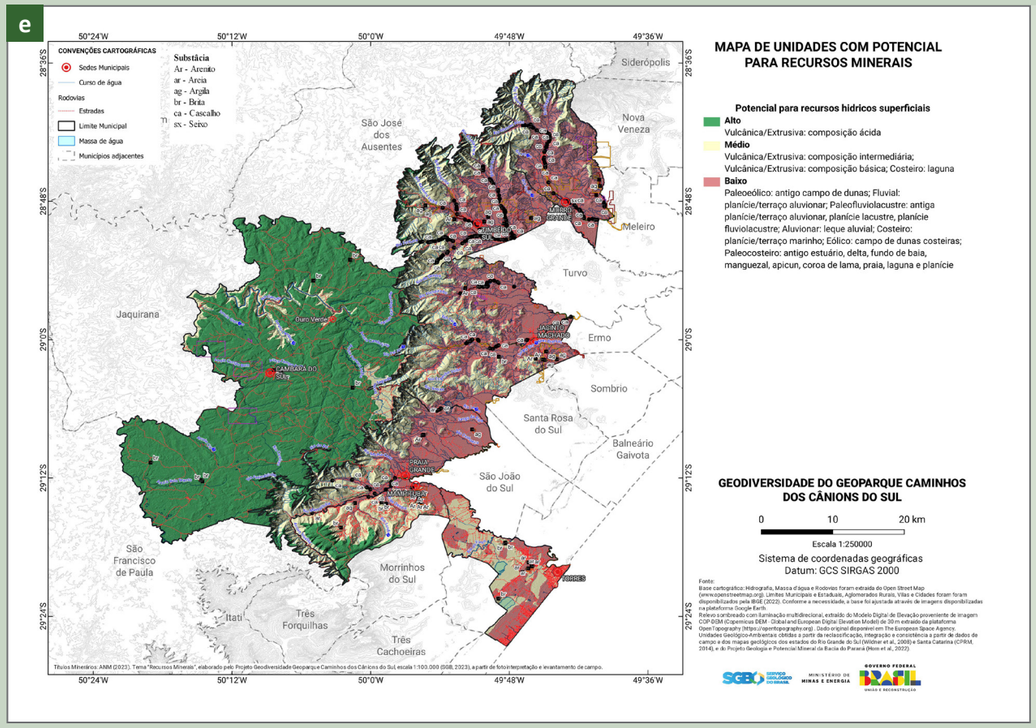


Figura 5.14 (c) -
Potencial para recursos hídricos superficiais considerando a área do geoparque.
Elaborado por Camila Mattiuzi.

Figura 5.14 (d) -
Potencial para recursos hídricos subterrâneos considerando a área do geoparque.
Elaborado por Marcos Alexandre de Freitas.

Figura 5.14 (e) -
Potencial para recursos minerais considerando a área do geoparque.
Elaborado por Raquel Barros Binotto e Raimundo Almir Costa Conceição.

6

A APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO E A AÇÃO

Raquel Barros Binotto, Melissa Franzen, Debora Lamberty, Gilberto Lima, Elvio Giasson, Camila Dalla Porta Mattiuzi, Marcos Alexandre de Freitas, Angela da Silva Bellettini

O CONHECIMENTO É O PRIMEIRO PASSO PARA A AÇÃO. O Serviço Geológico do Brasil apresenta a geodiversidade do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS) para que os moradores da região, a comunidade acadêmica, os líderes locais, os gestores, os turistas e todos os interessados saibam "sobre onde" a vida se desenvolve e "o que fazer" para usufruir do território da melhor forma possível.

A unificação do conhecimento em uma mesma escala e a base de dados organizada e acessível ao público permitem a visão unificada do geoparque e o planejamento de ações integradas.

Um passeio pelas unidades geológico-ambientais identificadas ressalta as diferenças em um território de gestão unificada em prol do desenvolvimento sustentável. Do planalto das rochas vulcânicas ácidas de Cambará do Sul à planície costeira dos sedimentos das praias em Torres, a ocupação e o uso do solo vão se modificando, aproveitando o que há de melhor em cada lugar.

As características naturais do terreno e tipos de solos mapeados condicionam a forma de utilização das terras e a adoção de práticas conservacionistas importantes no contexto do geoparque, considerando que aproximadamente 60% do GCCS apresenta solos com muito baixa resistência a impactos ambientais diversos. A pecuária e o reflorestamento indicados para as vulcânicas ácidas do planalto diferem sobremaneira da rizicultura praticada nos depósitos colúvio-aluvionares e na planície fluvial do Rio Mampituba, por exemplo. Já o cultivo de banana na meia encosta da Serra Geral, apesar de usual na região, deve ser melhor avaliado, considerando as altas declividades observadas e a possibilidade de indução de processos erosivos e movimentos de massa. A preservação das áreas florestadas nas escarpas de borda do planalto, onde os parques nacionais estão instalados, é a melhor forma de uso e ocupação. Atentar para as áreas identificadas no território, onde já se vislumbram problemas nos cursos de água superficial e aquíferos da região, diante da crescente utilização, seja nas cidades, para o abastecimento público/diluição de efluentes, seja na zona rural, para a irrigação, por exemplo, é fundamental para implementação de ações corretivas por meio de melhorias na infraestrutura em geral e melhor aproveitamento dos recursos hídricos. A vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos é um importante indicador para o planejamento das atividades na região, sendo as unidades mapeadas da planície costeira, com sedimentos inconsolidados, as mais vulneráveis.

A história geológica e a evolução da paisagem registradas conformam um dos maiores potenciais a ser explorado na região: o fomento ao geoturismo.

Considerar a geodiversidade do território na concepção e/ou na atualização dos planos diretores municipais otimiza o uso e a ocupação. No GCCS, especial atenção deve ser dada à expansão populacional na região litorânea, onde são identificados sistemas ambientais frágeis que necessitam ações de preservação, bem como nas escarpas de borda de planalto, pelo potencial de ocorrência de movimentos de massa (deslizamentos, quedas de blocos) e enxurradas, e das planícies aluvionares (inundação).

A identificação dos eixos preferenciais de crescimento das sedes e núcleos urbanos instalados no geoparque é fundamental para a ocupação responsável do território e a execução de atividades turísticas seguras. Os recentes eventos climáticos, os registros de desastres ocorridos na região e os problemas geológico-geotécnicos identificados em escala regional já apontam a necessidade de aprofundamento de estudos para prevenção de desastres. Manter atualizados os mapeamentos de risco geológico; elaborar cartas de suscetibilidade, perigo e geotécnicas nas áreas do geoparque já indicadas como mais críticas para movimentos de massa (vulcânicas intermediárias e básicas das escarpas de borda de planalto; depósitos colúvio-aluvionares) e inundação (planície fluvial); e proceder a avaliação geotécnica dos atrativos turísticos são ações complementares importantes. A execução de convênios com o ICMBio e/ou Consórcio Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul e instituições atuantes nesse tema é importante para qualificar os serviços oferecidos na região sem descuidar da segurança aos turistas.

A recente chancela da UNESCO traz o turismo sustentável como importante atividade econômica para a região e realça o necessário cuidado com o ambiente que é o que propicia o usufruto pelos turistas: os cenários deslumbrantes e o contato com a natureza. A história geológica e a evolução da paisagem registradas conformam um dos maiores potenciais a ser explorado na região: o fomento ao geoturismo. Nessa temática, vislumbram-se alguns estudos em escala de detalhe para a região:

- estudos de caracterização de novos pontos geoturísticos e/ou coleta de informações em escala de detalhe nos pontos conhecidos e menos explorados, como no caso da Cachoeira do Bizungo, em Morro Grande – SC;
- estudos de infraestrutura dos locais de visitação com sugestões de estruturas físicas e melhorias para elevar os pontos para atrativos turísticos mais populares;
- avaliação geotécnica dos pontos geoturísticos, conforme acima mencionado, principalmente as trilhas mais acessadas no interior dos cânions ou nos pontos com possibilidade de ocorrência de queda de blocos, deslizamentos, enxurradas, corridas de massa e outros processos geológicos ou hidrológicos, com o possível atingimento aos turistas.

Outra vertente já explorada é da educação ambiental, por meio de oficinas, passeios virtuais e placas interpretativas, por exemplo, e cursos de capacitação em ações coordenadas pelo Consórcio GCCS e/ou de iniciativa de entidades diversas com atuação no território. As pesquisas executadas na região por diferentes grupos de universidades e institutos trazem um olhar local e/ou regional sobre diversos temas. O Seminário de Pesquisas no território do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, que ocorreu em outubro/2023, em Mampituba - RS, é um exemplo de iniciativa em prol da articulação e da troca de conhecimento entre os entes com atuação na região. A integração de distintas áreas do conhecimento propicia o crescimento dos envolvidos e a previsão de ações conjuntas futuras no território, contribuindo com os programas de desenvolvimento regional.

É dessa forma, conectando o território às pessoas, que ocorre a apropriação do conhecimento e a efetiva atuação em prol do desenvolvimento sustentável, fortalecendo o Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul e inspirando outros a buscarem o mesmo propósito.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA (Brasil). **Atlas águas**: segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília, DF: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA (Brasil). **Balanço hídrico quantitativo**: balanço hídrico quantitativo por microbacia - BHO2017; N2020, 2040 e 2040 com mudanças climáticas. Brasília, DF: ANA, 2016. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/files/35f247ac-b5c4-419e-9bdb-dcb20defb1f4/balanco_hidrico_quantitativo_microbacia.gpkg. Acesso em: 17 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA (Brasil). **Cadastro nacional de usuários de recursos hídricos**: usuários em corpos hídricos de domínio dos estados (outorgas superficiais). Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: https://dadosabertos.ana.gov.br/. Acesso em: 20 jul. 2023.

ALLABY, M.; ALLABY, A. **A Dictionary of Earth Sciences**. Oxford: Oxford Paperbacks, 1999.

BAZOTTI, L.; BRESSEL, T.; WEINSCHUTZ, L. C. Paleotocas e a megafauna. *In*: BAZOTTI, L.; BRESSEL, T. (org.). **Guia dos cânions dos Aparados da Serra Geral**. Viamão, RS: Caminho Editorial, 2022. p. 41-53.

BECHTEL, A. P.; VALDATI, J.; RICETTI, J. H. Z.; RAPANOS, E. A.; WEINSCHUTZ, L. C. Registro da "megafauna do quaternário" no território do Geoparque aspirante Caminhos dos Cânions do Sul, SC/RS. *In:* SEABRA, Giovanni (org.). **Educação Ambiental:** uso, manejo e gestão dos recursos naturais. Ituiutaba, MG: Barlavento, 2021. p. 498-508.

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN, N.; BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data,** Londres, v.5, e180224, 2018. DOI: http://dx.doi.org/ 10.1038/sdata.2018.214. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30375988/. Acesso em: 17 jul. 2024.

BERLATO, M. A.; CORDEIRO, A. P. A. Variabilidade climática e agricultura do Rio Grande do Sul. *In:* FEDERAÇÃO DOS CLUBES DE INTEGRAÇÃO E TROCA DE EXPERIÊNCIA - FEDERACITE (Rio Grande do Sul) (Org.). **As estiagens e as perdas na agricultura:** fenômeno natural ou imprevidência? Porto Alegre: Ideograf, 2005. p. 43-59.

BESSER, M. L.; VASCONCELLOS, E. M. G.; NARDY, A. J. R. Morphology and stratigraphy of Serra Geral silicic lava flows in the northern segment of the Torres Trough, Paraná Igneous Province. **Brazilian Journal of Geology,** São Paulo, v. 48, n. 2, p. 201-219, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/2317-4889201820180087. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/P7zzTLWR3tQHX5dkqjYXBxk/?lang=en. Acesso em: 17 jun. 2024.

BRILHA, J. B. R. **Património geológico, geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005.

BRILHA, J. B. R. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage,** Berlin, v. 8, n. 2, p. 119-134, jun. 2016.

CAMPAGNOLO, K.; MAZZALI, L. H.; DIAZ, L. R.; KOBIYAMA, M. Aplicação da NBR 15505-2:2019 na análise dos trechos da trilha do Rio do Boi, no Parque Nacional de Aparados da Serra, Sul do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 4, p.134-147, 2021. DOI: https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i4.1688. Disponível em: https://research.vu.nl/en/publications/aplica%C3%A7%C3%A3o-da-nbr-15505-22019-na-an%C3%A1lise-dos-trechos-da-trilha-do-. Acesso em: 17 jun. 2024.

CAMPOS, C. R. J.; EICHHOLZ, C. W. Características físicas dos sistemas convectivos de mesoescala que afetaram o Rio Grande do Sul no período de 2004 a 2008. **Revista Brasileira de Geofisica**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2 p. 331-345, 2011.

CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M. P.; ALMEIDA, F. F. M. de. A determinação da idade das rochas. **Terræ Didatica**, Campinas, SP, v. 11, n. 1, p.6-35, 2005.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. *In*: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. (org.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.135-147.

CHEMALE JÚNIOR, F. Evolução geológica do Escudo Sul Rio Grandense. *In*: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 13-52.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil, escala 1:2.500.000**: legenda expandida. Brasília: CPRM, 2006. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10169. Acesso em: 17 jun. 2024.

DINIZ, João Alberto Oliveira; MONTEIRO, Adson Brito; SILVA, Robson de Carlo da; PAULA, Thiago Luiz Feijó de. **Manual de cartografia hidrogeológica**. [Recife]: CPRM, 2014. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16587. Acesso em: 17 jun. 2024.

FRANZEN, M. *et al*. Geologia, história natural e recursos minerais do geoparque mundial UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, Brasil. Informe Técnico-Científico de Prevenção de Desastres e Ordenamento Territorial, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, set. 2023. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24832. Acesso em: 19 set. 2024.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas:** um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

GIASSON, E. Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos do município de Cambará do Sul, RS. Trabalho a ser publicado.

GODOY, M. M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC): proposta. *In*: SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. da (org.). **Geoparques do Brasil**: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17168. Acesso em: 5 dez. 2023.

HARTMANN, L. A. A história natural do Grupo Serra Geral desde o Cretáceo até o recente. **Ciência e Natura**, Santa Maria, RS, v. 36. ed. especial, 2014, p. 173-182. DOI: https://doi.org/10.5902/2179460X13236. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13236. Acesso em: 5 dez. 2023.

HORN, B. L. D.; OLIVEIRA, A. A.; SIMÕES, M. S.; BESSER, M. L.; ARAÚJO, L. L. de. **Mapa geológico da Bacia do Paraná.** Porto Alegre: SGB-CPRM, 2022. Escala 1:1.000.000. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/23037. Acesso em: Acesso em: 5 dez. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital e áreas territoriais 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, [2023]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. Acesso em: 23 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de geomorfologia.** 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (Brasil). **Glossário.** Brasília, DF: INMET, 2023a. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario#P. Acesso em: 17 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (Brasil**). Normais climatológicas do Brasil.** Brasília, DF: INMET, 2023b. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/normais. Acesso em: 19 jul. 2023.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES - IUCN. **Resolutions e recomendations.** Gland, Switzerland: IUCN, 2009.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, v. 6, n.1, p. 151-174, 2016.

KÄMPF, N.; GIASSON, E.; INDA JÚNIOR, A. V.; NASCIMENTO, P. C. do; RODRIGUES, A. L. M.; ANGHINONO, M da C. M.; FERRARO, L. W.; BINOTTO, R. B.; SANBER, J. R. D. Metodologia para classificação de solos quanto à resistência a impactos ambientais decorrentes da disposição final de resíduos. **Fepam em Revista**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.11-17, jan./dez. 2008.

KOUSKY, V. E.; ELIAS, M. **Meteorologia sinótica**: parte 1 e 2. São José dos Campos: INPE, 1982. (INPE – 2605 – MD/021).

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática Deköppen E Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, RS, v.2, n.1, p.171-182, 2001.

LAVINA, E. L.; LOPES, R. C. A transgressão marinha do Permiano Inferior e a evolução paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. **Paula Coutiana**, Porto Alegre, n. 1, p. 51-103, 1986.

LEMOS, R. C. de; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTTO, W. J.; OLEIRO, P. H.; TASSINARI, G.; SCHEIBE, L. F.; TEIXEIRA, V. H. **Levantamento semidetalhado dos solos das regiões de Laguna e Sul do Estado de Santa Catarina**. [s.l.]: UFSM/SUDESUL/Secretaria da Agricultura do Estado de Santa Catarina, 1973. 2 v.

LEONARDI, G. Inventory and statistics of the South American dinosaurian ichnofauna and its paleobiological interpretation. *In*: GILLETTE, D. D.; LOCKLEY, M. G. (ed.). **Dinosaur tracks and traces**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 165-178.

MAPBIOMAS (Brasil). **Coleções MAPBIOMAS:** coleção 7 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil. Brasil, [2023]. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/. Acesso em: 14 abr. 2023.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, São Paulo, v.15, n.2, p.265-287, 2007.

PEREIRA, L. S. A paisagem cultural da Capitania da Parahyba, Brasil, na ótica da iconografia do período colonial. **Pasos - Revista de Turismo y Patrimonio Cultural**, Coimbra, Portugal, v. 15, n. 1, p. 139-162, 2017. Disponível em: https://www.pasosonline.org/Publicados/15117/PS117_09.pdf. Acesso em: 17 jun. 2024.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1994.

RAPANOS, E. A.; VALDATI, J.; GOMES, M. C. V. Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, p. 1732-1748, 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Coordenação e Planejamento. Fundação de Economia e Estatística. **Plano integrado para o desenvolvimento do litoral norte do Rio Grande do Sul**: adequação do uso do solo. Porto Alegre: Secretaria de Coordenação e Planejamento; Fundação de Economia e Estatística, 1978.

ROCHA, V. S. **Análise paleoambiental da Formação Teresina, Permiano da Bacia do Paraná (Brasil), e suas implicações paleoclimáticas**. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

ROSSETTI, L. M. M.; LIMA, E. F.; WAICHEL, B. L.; HOLE, M. J.; SIMÕES, M. S.; SCHERER, C. M. S. Lithostratigraphy and volcanology of the Serra Geral Group, Paraná-Etendeka Igneous Province in Southern Brazil: towards a formal stratigraphical framework. **Journal of Volcanology and Geothermal Research,** Amsterdam, v. 355, p. 98-114, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.05.008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377027317302810?via%3Dihub. Acesso em: 17 jun. 2024.

ROSSETTI, L. M. M.; SIMÕES, M. S.; LIMA, E. F. L.; WAICHEL, B. L.; SOMMER, C. A. Estratigrafia do Grupo Serra Geral na Calha de Torres, Sul do Brasil. *In*: JELINEK, A. R.; SOMMER, C. A. (ed.). **Contribuições à geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBG-Núcleo RS/SC, 2021.

SANTOS, H. G. dos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5. ed. Viçosa, MG: SBCS/EMBRAPA/CNPS, 2005.

SANTOS, Y. R. F.; VALDATI, J.; SILVA, H. P. Mapa geomorfológico na representação do geopatrimônio da escarpa e dos patamares da Serra Geral no geoparque aspirante Caminhos Dos Cânions do Sul, SC/RS. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 13., Juiz de Fora, MG, 2022. **Anais**[...]. Juiz de Fora, MG: SINAGEO, 2022. p. 316-330

SCHERER, C. M. S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. Arcabouço estratigráfico do Mesozoico da Bacia do Paraná. *In*: HOLZ, M.; ROS, L. F. (ed.). **Geologia do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 335-354.

SILVA, C. R. Geodiversidade: instrumento para planejamento, gestão e ordenamento territorial. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: SBG, 2008. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/764. Acesso em: 17 jun. 2024.

SILVA, G. B.; NEIVA, R. M. S.; FONSECA FILHO, R. E.; NASCIMENTO, M. A. L. Potencialidades do geoturismo para a criação de uma nova segmentação turística no brasil. **Revista Turismo em Análise - RTA**, ECA-USP, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1-18, 2021.

SILVA, M. A. S.; LEITES, S. R. **Criciúma: folha SH.22-X-B**: estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. Escala 1:250.000. Projeto de Mapeamento Geológico, Metalogenético Sistemático; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/8654. Acesso em: 17 jun. 2024.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W. de; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VELEZ-MARTIN, E.; WEBER, E.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIEIRA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, e. 273710, 2020. DOI: 3390/rs12172735. https://doi.org/10.3390/rs12172735. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735. Acesso em: 5 mar. 2024.

SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. **The blue planet**: an introduction to earth system science. New York: John Wiley & Sons, 1995.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (org.) **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2006.

TOMAZIELLO, A. C. N.; GANDU, A. W. Impacto da temperatura da superfície do mar na simulação da zona de convergência do Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, SP, v. 28, p. 291-304, 2013.

VALDATI, J.; FERREIRA, D. R.; GOMES, M. C. V. Determinação do perigo de inundação a partir do mapeamento geomorfológico de detalhe. **Geosul**, Florianópolis, v. 36, n. 78, p. 496-515, 2021. DOI: https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e67385. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/67385. Acesso em: 18 dez. 2021.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Porto Alegre, n. 8, p. 1-45, 1995.

WILDNER, W.; CAMOZZATO, E.; TONIOLO, J. A.; BINOTTO, R. B.; IGLESIAS, C. M. da F.; LAUX, J. H. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17996. Acesso em: 19 ago. 2022.

WILDNER, W.; ORLANDI 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. *In*: WINGE, M.; SCHOBBENHAUS, C.; BERBERT-BORN,M.; QUEIROZ, E.T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA,C. R.G.; FERNANDES, A. C. S. (ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** Brasília, DF: CPRM, 2009. Disponível em: https://sigep.eco.br/sitio050/sitio050.pdf. Acesso em: 18 jun. 2024.

WILDNER, W.; HARTMANN, L.; LOPES, R. Serra Geral Magmatism in the Paraná Basin: a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. *In*: Workshop PROBLEMS IN THE WESTERN GONDWANA GEOLOGY, 1., 2007, Gramado, RS. **Extened Abstracts**[...]. Gramado, RS: UFRGS, 2007. p. 189-197.

WILDNER, W.; RAMGRAB, G. E.; LOPES, R. da C.; IGLESIAS, C. M. da F. **Geologia e recursos minerais do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: CPRM, 2008. Escala 1:750.000. Projeto Mapas Estaduais - PME. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/10301. Acesso em: 28 jun.2023.

YNOUE, R. Y.; REBOITA, M. S.; AMBRIZZII, T.; SILVA, G. A. M. **Meteorologia**: noções básicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

ISBN 978-65-5664-514-8

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL

BRASIL

UNIÃO E RECONSTRUÇÃO