

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DOUTORADO

**ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO**

CARLOS AUGUSTO BRASIL PEIXOTO

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Dirce Maria Antunes Suertegaray

PORTO ALEGRE, julho de 2023.

CARLOS AUGUSTO BRASIL PEIXOTO

ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Área de Concentração: Geografia, Ambiente,
Ensino e Território

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dirce Maria Antunes Suertegaray

PORTO ALEGRE, julho de 2023.

CIP - Catalogação na Publicação

Peixoto, Carlos Augusto Brasil
ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO
GEOLÓGICO DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO / Carlos
Augusto Brasil Peixoto. -- 2023.
362 f.
Orientadora: Dirce Maria Antunes Suertegaray.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Geoconservação. 2. Geoturismo. 3. Geossítio. 4.
Patrimônio Geológico. 5. Pampa Transfronteiriço. I.
Suertegaray, Dirce Maria Antunes, orient. II. Título.

CARLOS AUGUSTO BRASIL PEIXOTO

**ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO
BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Dirce Maria Antunes Suertegaray

Aprovado em: 22 de maio de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Dirce Maria Antunes Suertegaray (Orientadora)
POSGea/IGEO/UFRGS

Prof.^a Dr.^a Úrsula Ruchkys de Azevedo
IGEO/UFMG

Prof.^a Dr.^a Jasmine Cardozo Moreira
DT/UEPG

Prof. Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
IGEO/UFBA

ATA DE APROVAÇÃO



ATA PARA ASSINATURA Nº 17/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Instituto de Geociências

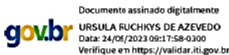


Programa de Pós-Graduação em Geografia
GEOGRAFIA - Doutorado
Ata de defesa de Tese

Aluno: Carlos Augusto Brasil Peixoto, com ingresso em 18/03/2019
Título: **ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO**
Orientador: Profª Drª Dirce Maria Antunes Suertegaray

Data: 22/05/2023
Horário: 14:00
Local: Sala 208C Prédio 43.113 - Campus do Vale e Link MConf

Banca Examinadora	Origem
Úrsula Ruchkys de Azevedo	UFMG
Jasmine Cardozo Moreira	UEPG
Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira	UFBA

Porto Alegre, 22 de maio de 2023.

Membros	Assinatura	Conceito	Indicação de Voto de Louvor
	 Úrsula Ruchkys de Azevedo		
	 Jasmine Cardozo Moreira		
	 Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira		

Conceito Geral da Banca: (Aprovado) Correções solicitadas: () Sim () Não
Indicação de Voto de Louvor: () Sim () Não

Observação: Esta Ata não pode ser considerada como instrumento final do processo de concessão de título ao aluno.
Avaliação: aprovado ou reprovado.



Aluno



Orientador

Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. Bento Gonçalves, 9500 Prédio 43113/203 - Bairro Agronomia - Telefone 33086347
Porto Alegre - RS

Dedico o doutorado para o meu filho Gabriel, e desejo que seus sonhos de um mundo em paz se concretizem, e que ele continue sempre com sua alegre curiosidade em desvendar os mistérios que a ciência pesquisa e busca desvendar. À Elenita, pela paciência e dedicação por mim neste longo tempo dedicado para realizar com qualidade esta pesquisa científica. Aos meus pais, minha querida mãe Eloá, e meu pai, Peixoto, que sempre, desde que eu era criança, me apoiaram e incentivaram a estudar com dedicação para ser uma pessoa feliz, mais humana e sensível, para poder com este conhecimento trabalhar para ajudar na preservação ambiental para que as gerações futuras, e em especial o meu filho Gabriel e meus futuros netos, possam usufruir e desfrutar das belezas naturais, mas principalmente do patrimônio geológico inestimável existente no nosso planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Neste momento começo com o agradecimento muito especial à minha orientadora, a professora Dr. ^a Dirce Maria Antunes Suertegaray, pela paciência, calma e por suas palavras de incentivo em nossas reuniões presenciais, que terminavam em conversas sobre a vida no tradicional café da Filosofia no campus central da UFRGS nesta longa trajetória de mais de quatro anos de curso de doutorado.

Ao Serviço Geológico do Brasil (SGB), minha segunda casa, onde trabalho desde 2007, pelo fundamental apoio e incentivo que me proporcionou realizar e concluir esta importante etapa profissional com tranquilidade, empenho e dedicação, para eu qualificar a carreira de pesquisador em geociências e poder trazer novos conhecimentos e experiências nas áreas de Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo, temas estratégicos para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

E mais um agradecimento muito especial para o geólogo Dr. Carlos Schobbenhaus, por ser o meu orientador pelo Serviço Geológico do Brasil, e pelas reuniões e conversas no Simpósio Patrimônio Geológico no Paraná, Congresso Brasileiro de Geologia do Rio de Janeiro, as muitas videoconferências sobre geologia do Brasil e da América do Sul, Patrimônio Geológico e o Geossit. Aos colaboradores do SGB, que incentivaram a realização do doutorado, como a colega da SUREG-São Paulo, Marina das Graças Perin, que organizou e editou as bases cartográficas e o SIG do projeto do doutorado.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde fiz a graduação em Geologia, ainda no século XX, no ano de 1994, onde me profissionalizei para desenvolver a carreira de geólogo e pesquisador, e para onde, depois de tempo trabalhando, voltei para realizar mais uma etapa na minha carreira no renomado Instituto de Geociências.

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia (POSGea), pela qualidade do ensino, estrutura e organização, e ao corpo docente, em especial a professora Dra. Dirce Maria Antunes Suertegaray e os prestativos funcionários, em especial o secretário Pedro Henrique da Silva Heim. Ao professor Dr. Lúcio Cunha, pela tutoria do período sanduíche, realizado na Universidade de Coimbra, no colégio São Jorge.

Aos colegas do doutorado, pelo aprendizado adquirido nas conversas e discussões em sala de aula, em reuniões realizadas no Campus do Vale e nas simples

conversas nas áreas de convivência. E um super agradecimento para a Nataly Costa, por suas aulas de inglês, ao Dr. Francisco Fernando Noronha Marcuzzo, pelas suas importantes orientações, ao amigo e colega Jorge Luís P. Oliveira-Costa, pelas nossas conversas entre os cafés sobre o Pampa, ao meu irmão Alexandre, jornalista e parceiro de idas aos jogos de futebol, a minha irmã Rô Brasil, com sua disposição interminável em “deixa comigo, que resolvo”. Ao Ronaldo Billy, amigo que liga a qualquer hora e sempre tem uma mensagem alegre e otimista. E às revisoras de texto Ariele Louise e Ana Maria, que deixaram a tese normatizada, revisada e corrigida, um muito obrigado especial.

E por fim, à minha família, Gabrielzinho e a querida Elenita, que incentivaram muito e apoiaram em todas as situações para assim eu desenvolver esta tese de doutorado com dedicação, calma e energia. Esse apoio foi transformado em força e determinação para escrever e continuar a escrever por oito meses e assim apresentar os resultados da pesquisa e produzir uma obra científica que possa realmente ser utilizada para a preservação, conservação e proteção do patrimônio geológico do bioma Pampa Transfronteiriço, e que possa contribuir e incentivara os pesquisadores a desenvolver novos projetos científicos. Afinal, depois de cinco anos, desejo que este árduo trabalho tenha o devido reconhecimento e que mostre à sociedade a importância ambiental e estratégica do Pampa, um bioma que tem uma biodiversidade e geodiversidade singulares e únicas.

Princípios dos Povos Yanomami e Ye'kwana

Mädänhaasejjetötöwwadääädäyeichötödödö na yeichöödäj e, nono chuutaeda'chädö, tönnakoomo, töjaamommaja, töno onoinchawächuutanaadö, tönna'kwadöjonaadökoomom ma ja. Ajo'fännhäedännhaanonoodö Brasil de'wäyeichö, ajo'fäy eichö na tujunnatooje, huutayeichöödäjeyeichö, mädääjeyeij häkänhaa Yanomami, Ye'kwana, yeichöödäjeeetänhaa na eda'chädöje. (HAY, 2019).

Temos nossos próprios modos de organização social e nossos conhecimentos tradicionais, que compartilhamos entre as gerações. São conhecimentos que garantem a existência da Urihia, a terra-floresta, a proteção dos nossos filhos e netos, dos recursos naturais e dos nossos rios. Nossa terra é a maior Terra Indígena do Brasil e forma uma das maiores e mais importantes áreas de floresta contínua do país, porque nós, Yanomami e Ye'kwana, sempre estivemos aqui, cuidando dela. (HAY, 2019)

RESUMO

O bioma Pampa Transfronteiriço ocorre no Brasil, Argentina e Uruguai, possui extensão de 734.939 quilômetros quadrados e tem sido muito impactado ambientalmente por atividades do agronegócio. Esse território único é formado por uma biodiversidade composta por vegetação campestre diferenciada e singular, e por uma rica fauna associada a esse ambiente, que apresenta clima temperado e tem como base geradora a geodiversidade diferenciada formada por rochas, relevo, solos e uma reserva importante de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A pesquisa tem como objetivo geral identificar, inventariar e quantificar os geossítios e os sítios da geodiversidade por meio do reconhecimento e da interpretação de sua geodiversidade e propor um conjunto de estratégias de geoconservação do patrimônio geológico existente no bioma Pampa Transfronteiriço. A pesquisa começa com a revisão bibliográfica sistemática, depois com a organização do sistema de informação geográfica (SIG), com uso do ArcGIS - ESRI®, a análise e interpretação das imagens de satélite com o uso do Google Earth, depois realiza o planejamento e execução de os trabalhos de campo sistemáticos, e, por fim, utiliza o aplicativo Geossit, disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil para uso na inventariação do patrimônio geológico. Os resultados do inventário mostram o cadastro de 68 geossítios e sítios da geodiversidade; as informações sobre acesso e localização, geologia, relevo e dados gerais são apresentadas por país, na ordem: Brasil, Argentina e Uruguai. Após, é realizada a análise integrada, mostrando o valor científico, o potencial do valor educacional e cultural, o grau de risco de degradação ambiental e a prioridade de proteção e são utilizados gráficos que mostram a distribuição percentual e a composição do patrimônio geológico. As ações para preservação, proteção e conservação do patrimônio geológico estão organizadas e apresentadas dentro do Sistema de Gestão do Patrimônio Geológico, que contém três programas: Geoconservação, Geoeducação e Geoturismo. As ações propostas em cada programa podem ser aplicadas independentemente das diferentes legislações existentes em cada país e são fundamentais para gerenciar o ordenamento do território fundamentado nas melhores práticas disponibilizadas pelo modelo econômico baseado no desenvolvimento sustentável. O objetivo é preservar a história geológica do Pampa para que as gerações atuais e futuras possam observar paisagens, formações superficiais, cavernas, cachoeiras, afloramentos rochosos e jazimentos fossilíferos, pois estes são lugares chaves que retratam a memória e contam a história evolutiva do planeta Terra.

Palavras chave: Geoconservação, Geoturismo, Geossítio, Patrimônio Geológico, Pampa Transfronteiriço.

ABSTRACT

The Cross-border Pampa biome, located in southern South America, takes place in three countries - Brazil, Argentina and Uruguay. It presents itself as a unique territory within which the biodiversity is made up of a differentiated and unmatched grassland vegetation, with a singular fauna associated with its temperate climate and has as its generating base the distinguished geodiversity comprising rocks, relief, soils and an essential reserve of water resources. The research has as general objective to identify, inventory and quantify geosites and geodiversity sites through recognizing and interpreting their geodiversity and bring forward a set of strategies for geoconservation of the geological heritage present in the Cross-border Pampa biome. The research begins with systematic literature review, followed by the organization of the geographic information system (SIG) using ArcGIS - ESRI®, analysis and interpretation of satellite images through Google Earth, with planning and conducting systematic fieldwork next, and finally, the use of Geosit application, provided by the Geological Survey of Brazil to inventory the geological heritage. The inventory results show a set of 68 geosites and sites of geodiversity; the data regarding access and location, geology, terrain and general information are presented by country, in the following order: Brazil, Argentina and Uruguay. Afterwards, an integrated analysis is conducted, displaying the scientific value, the potential educational and cultural value, the risk level of environmental degradation and the priority for protection, using graphs that present the percentage distribution and the geological heritage composition. The activities geared towards preservation, protection and conservation of the geological heritage are organized and presented inside the Geological Heritage Management System, which contains three fundamental programs: Geoconservation, Geoeducation and Geotourism. The actions proposed in each program can be enforced regardless of the different legislations of each country and are fundamental to manage the territorial planning grounded on the best practices provided by the economic model based on sustainable development. The aim is to preserve the Pampa geological history so that present and future generations are given the opportunity to observe landscapes, surface formations, caves, waterfalls, rocky outcrops and fossil deposits as those are key places that depict the memory and tell the evolutionary history of planet Earth.

Keywords: Geoconservation, Geotourism, Geosite, Geological Heritage, Cross-border Pampa.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DOS QUATORZE PRINCIPAIS BIOMAS NO PLANETA TERRA.....	38
FIGURA 2 – RELAÇÕES DA GEODIVERSIDADE COM A DINÂMICA DA NATUREZA, ÁREAS DE PESQUISA E SETORES DA SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA.	39
FIGURA 3 – A GEOCONSERVAÇÃO TEM COMO OBJETIVO PROTEGER INTEGRALMENTE A GEODIVERSIDADE.	44
FIGURA 4 – AÇÕES DE GEOCONSERVAÇÃO PROMOVEM O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL.	45
FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO TOPOLÓGICA MOSTRANDO AS INTER-RELAÇÕES DE GEOINTERPRETAÇÃO, GEO-HISTÓRIA, GEOCONSERVAÇÃO, GEOTURISMO E GEODIVERSIDADE.	51
FIGURA 6 – PROCESSO METODOLÓGICO ADOTADO PARA A PESQUISA DE DOUTORADO.....	65
FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DE TRABALHO MOSTRA AS TRÊS ETAPAS E AS TAREFAS REALIZADAS PARA EXECUÇÃO DA PESQUISA DE DOUTORADO.	66
FIGURA 8 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	87
FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS REGIÕES DE PRADARIAS NO MUNDO.	88
FIGURA 10 – AS OITO REGIÕES DO BIOMA PAMPA NA ARGENTINA.	89
FIGURA 11 – MAPA CONTENDO A DIVISÃO EM DEZOITO ECORREGIÕES NA ARGENTINA E O PAMPA ESTÁ POSICIONADO QUASE TOTALMENTE SOBRE A PROVÍNCIA DE BUENOS AIRES REPRESENTADO PELA COR VERDE.	90
FIGURA 12 – MAPA DAS CLASSES CLIMÁTICAS ATUANTES NA ÁREA DE ESTUDO.....	94
FIGURA 13 – MAPA COM A DISTRIBUIÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS SITUADAS NA ÁREA DE ESTUDO.	96
FIGURA 14 – MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE TRABALHO E POSIÇÃO DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE.	98
FIGURA 15 – MAPA DA GEODIVERSIDADE E POSIÇÃO DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE NO PAMPA.....	102
FIGURA 16 – MAPA DAS MACROFORMAS DE RELEVO DA ÁREA DO ESTUDO.....	105
FIGURA 17 – MAPA HIPSOMÉTRICO OU DE ALTITUDE DA ÁREA DO ESTUDO.....	106
FIGURA 18 – MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE TRABALHO.....	111
FIGURA 19 – PADRÃO DO USO DA TERRA E DISTRIBUIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NO PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO.	113
FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO NO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO.	121
FIGURA 21 – BIOMA PAMPA BRASILEIRO E OS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE.	124
FIGURA 22 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO AFLORAMENTOS GRANJA DOM AUGUSTO.....	130

FIGURA 23 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MIRADOR CAPÃO DAS GALINHAS.	132
FIGURA 24 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DAS MARGENS DO GEOSSÍTIO CAIEIRAS PEDREIRAS DE CALCÁRIO.	134
FIGURA 25 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CAMPO DE MATAÇÕES CAPELA SANTO ANTÔNIO.	136
FIGURA 26 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAMPO DE MATAÇÕES LAVRAS DO SUL.	139
FIGURA 27 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAPÃO DO CEDRO.	141
FIGURA 28 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CASCATA DO PESSEGUEIRO.	143
FIGURA 29 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CASCATA DO SALSO.	146
FIGURA 30 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CERRO COLORADO.	148
FIGURA 31 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CERRO DE PERAU.	150
FIGURA 32 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE LAVA EM CORDA ARROIO CARAJÁ.	152
FIGURA 33 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MATAÇÕES CHÁCARA DO FORTE.	154
FIGURA 34 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MINA DO ANDRADE.	157
FIGURA 35 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MORRO DA CRUZ.	160
FIGURA 36 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS O SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA DO ENGENHO.	163
FIGURA 37 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA DO LEÃO.	165
FIGURA 38 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA RINCÃO DA GUARDA VELHA.	168
FIGURA 39 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE RINCÃO DA TIGRA.	170
FIGURA 40 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE TOCAS FAZENDA SÃO JOÃO.	172

FIGURA 41 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO AFLORAMENTO MORRO DO PAPALÉO.	175
FIGURA 42 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO AFLORAMENTO QUITÉRIA. ..	177
FIGURA 43 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO ASTROBLEMA CERRO DO JARAU.	180
FIGURA 44 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CERRO DA ANGÉLICA.....	183
FIGURA 45 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CERRO DO BUGIO.	185
FIGURA 46 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO GALPÃO DE PEDRA.	187
FIGURA 47 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO GRUTA DA VARZINHA.....	189
FIGURA 48 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO MINAS DE CAMAQUÃ – CAVA URUGUAI.	192
FIGURA 49 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PASSO DAS TROPAS.....	195
FIGURA 50 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PEDRA DAS GUARITAS.	198
FIGURA 51 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PEDRA DO SEGREDO.	201
FIGURA 52 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PEDRA PINTADA.	204
FIGURA 53 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO RINCÃO DO INFERNO.	207
FIGURA 54 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO SÍTIOS PALEOBOTÂNICOS DO ARENITO MATA (JARDIM PALOEBOTÂNICO) E SÃO PEDRO DO SUL (SÍTIO PALEOBOTÂNICO ÁGUA BOA).	210
FIGURA 55 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO SÍTIO DA GEODIVERSIDADE TETRÁPODES TRIÁSSICOS DO RIO GRANDE DO SUL.	213
FIGURA 56 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO TOCA DAS CARRETAS.	216
FIGURA 57 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO TOCA DO SAPATEIRO.	219
FIGURA 58 – BIOMA PAMPA ARGENTINO COM A POSIÇÃO DOS GEOSSÍTIOS.	221
FIGURA 59 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CERRO TRES PICOS.....	225
FIGURA 60 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CERRO VENTANA.	228
FIGURA 61 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO EL CORREDOR TERMAL DEL RÍO URUGUAY.	231
FIGURA 62 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DE DOIS AFLORAMENTOS LA TOMA VIEJA E VALLE MARIA DO GEOSSÍTIO LA COSTA ENTRERRIANA DEL RÍO PARANÁ.....	233
FIGURA 63 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LAS BARRANCAS BONAERENSES DEL RÍO PARANÁ NA LOCALIDADE DE OBLIGADO.	236
FIGURA 64 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LOS ACANTILADOS DE CHAPADMALAL.	239
FIGURA 65 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO RIO DE LA PLATA Y DELTA DEL PARANÁ.....	242

FIGURA 66 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO TANDILIA.	245
FIGURA 67 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO YACIMIENTO PALEOICNOLÓGICO DE PEHUEN-CO.	248
FIGURA 68 – BIOMA PAMPA URUGUAIO E A POSIÇÃO DOS GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE.	250
FIGURA 69 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DAS MARGENS E DO LAGO DA PEDREIRA DO GEOSSÍTIO BALNEÁRIO DON RICARDO.	255
FIGURA 70 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CANTERA DE GRANITO NEGRO.	257
FIGURA 71 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO CERROS DE OJOSMÍN.	259
FIGURA 72 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO DIQUES MÁFICO.	261
FIGURA 73 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO FALLA DE VILLASBOAS.	263
FIGURA 74 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO DIQUE GABRO CHAMANGÁ.	266
FIGURA 75 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO HORNBLENDITA MARINCHO.	268
FIGURA 76 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LAGARTO DE PEDRA.	271
FIGURA 77 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LA PIEDRA ALTA.	274
FIGURA 78 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO PASO DO LUGO	276
FIGURA 79 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PIEDRAS BLANCAS.	279
FIGURA 80 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO SAN MARTÍN DEL YÍ.	281
FIGURA 81 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO SENDERO DE LAS ROCAS PÉRMICAS.	284
FIGURA 82 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DAS MARGENS DO GEOSSÍTIO ARENALES DE PASO DEL PALMAR.	286
FIGURA 83 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO CERRO BATOVI.	288
FIGURA 84 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO CERRO CATEDRAL.	291
FIGURA 85 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO CERRO DE LAS ÁNIMAS.	293
FIGURA 86 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PAN DE AZÚCAR.	295
FIGURA 87 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO GRUTAS DEL PALÁCIO.	298
FIGURA 88 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LOCALIDAD RUPESTRE DE CHAMANGÁ.	301
FIGURA 89 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO LOS CATALANES – DISTRITO GEMOLÓGICO.	304
FIGURA 90 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PASO DEL CUELLO.	306
FIGURA 91 – IMAGEM DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS DO GEOSSÍTIO PUNTA BALLENA.	308

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO VALOR CIENTÍFICO (VC).....	76
QUADRO 2 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD).	78
QUADRO 3 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO VALOR EDUCATIVO (PUE) E TURÍSTICO (PUT).....	81
QUADRO 4 – ATIVIDADES PRODUTIVAS AGRÍCOLAS E PECUÁRIAS NO PAMPA POR PAÍS.	92
QUADRO 5 – VALORES PERCENTUAIS TOTAIS E PARCIAIS DAS ÁREAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO.....	95
QUADRO 6 – UNIDADES GEOLÓGICAS, LITÓTIPOS E OS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO E TECTÔNICOS E A IDADE GEOLÓGICA EM MILHÕES DE ANOS (MA).	99
QUADRO 7 – DOMÍNIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL, LITÓTIPOS E OS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO E TECTÔNICOS E A IDADE GEOLÓGICA EM ERA, PERÍODO, ÉPOCA E IDADE.	103
QUADRO 8 – SIGLA DA UNIDADE E A DENOMINAÇÃO DOS TIPOS 1º E 2º TÁXON DO RELEVO DA ÁREA DE TRABALHO.	104
QUADRO 9 – DADOS GERAIS DAS CLASSES DE SOLO DAS ORDENS 1º E 2º IDENTIFICADAS NA ÁREA DE TRABALHO.	110
QUADRO 10 – CLASSES DA COBERTURA E DO TIPO DE USO IDENTIFICADAS NA ÁREA DE TRABALHO.	112
QUADRO 11 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SEGUNDO SIFAP ARGENTINA IDENTIFICADAS NA ÁREA DE TRABALHO.	114
QUADRO 12 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SEGUNDO O SNUC BRASIL IDENTIFICADAS NA ÁREA DE TRABALHO.	115
QUADRO 13 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO SEGUNDO SIAP URUGUAI IDENTIFICADAS NA ÁREA DE TRABALHO.	116
QUADRO 14 – NÚMERO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO POR PAÍS E BIOMA E VALOR DA ÁREA EM HECTARES E PERCENTUAL EM RELAÇÃO A ÁREA TOTAL DO PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO. ...	117
QUADRO 15 – LISTA DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO.....	120
QUADRO 16 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE BRASILEIROS.	125
QUADRO 17 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS BRASILEIROS.	126
QUADRO 18 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS ARGENTINOS.	222
QUADRO 19 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E A LOCALIZAÇÃO DOS SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE URUGUAIOS.	251
QUADRO 20 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS URUGUAIOS.	252

QUADRO 21 – AVALIAÇÃO DOS SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE E GEOSSÍTIOS BRASILEIROS.....	310
QUADRO 22 – AVALIAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS BRASILEIROS PUBLICADOS PELA SIGEP.	312
QUADRO 23 – AVALIAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS ARGENTINOS.....	314
QUADRO 24 – AVALIAÇÃO DOS SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE E GEOSSÍTIOS URUGUAIOS.....	316
QUADRO 25 – PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: PERCENTUAL DE RELEVÂNCIA POR BIOMA/PAÍS DO PG, SG, GN E GI E DO RISCO DE DEGRADAÇÃO (ALTO + MÉDIO).	320
QUADRO 26 - ESTRUTURA DO PROGRAMA DE GEOCONSERVAÇÃO.	327
QUADRO 27 – ESTRUTURA DO PROGRAMA DE GEOEDUCAÇÃO.....	330
QUADRO 28 – ESTRUTURA DO PROGRAMA DE GEOTURISMO.....	332

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VALOR CIENTÍFICO, NOTA E PESO.....	75
TABELA 2 – VALOR FINAL E RELEVÂNCIA CIENTÍFICA.....	76
TABELA 3 – RISCO DE DEGRADAÇÃO, NOTA E PESO	78
TABELA 4 – RISCO DE DEGRADAÇÃO, NOTA E PESO.	78
TABELA 5 – POTENCIAL VALOR EDUCATIVO, TURÍSTICO, NOTA E PESO.....	80
TABELA 6 – VALOR FINAL E RELEVÂNCIA.	80
TABELA 7 – PRIORIDADE DE PROTEÇÃO, VALOR, RISCO DE DEGRADAÇÃO E FÓRMULA.	84
TABELA 8 – SOMA/VALORES E PRIORIDADE DE PROTEÇÃO.	84
TABELA 9 – DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL POR PAÍS NO PAMPA.	92

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL POR PAÍS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO INVENTARIADO NO PAMPATRANSFRONTEIRIÇO.....	119
GRÁFICO 2 – COMPOSIÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DE ACORDO COM A RELEVÂNCIA OBTIDA COM O USO DO GEOSIT.	321
GRÁFICO 3 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL POR RELEVÂNCIA E POR PAÍS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO INVENTARIADO NO PAMPATRANSFRONTEIRIÇO.	321
GRÁFICO 4 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL POR PAÍS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO SOBRE RISCO DE DEGRADAÇÃO ALTO+MÉDIO.....	322
GRÁFICO 5 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO POR PAÍS E NO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO SOBRE RISCO DE DEGRADAÇÃO ALTO+MÉDIO.	322

LISTA DE SIGLAS

AP	Antes do Presente
ASGMI	Associação de Serviços de Geologia e Mineração Ibero-americana
CPRM	Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
CTC	Capacidade de troca de Cátions
DGI-INPE	Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
DINAMIGE	Direção Nacional de Mineração e Geologia - Uruguai
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENVI	Environment for Visualizing Images
ESRG	Escudo Sul Rio Grandense
GGN	Global Geoparks Networks
GILGES	Global Indicative List of Geological Sites
GPS	Sistema de Posicionamento Global
Ha	Hectares
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGCP	International Geoscience Programme
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
IGN	Instituto Geográfico Nacional da Argentina
IGRM	Instituto de Geologia y Recursos Minerales Argentino
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos – Argentina
INE	Instituto Nacional de Estadística – Uruguai
ITCZ	Zona de Convergência Intertropical
IUGS	International Union of Geological Sciences
Km²	Quilômetro Quadrado
LIGs	Lugares de Interesse Geológico
Ma	Milhões de Anos
MTur	Ministério do Turismo
NA	Não Aplicável
NASA	National Aeronautics and Space Administration

ONGs	Organizações não governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
SEGEMAR	Serviço Geológico Minero Argentino
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
SIAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas - Uruguai
SIBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SiFAP	Sistema Federal de Áreas Protegidas – Argentina
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SGM	Servicio Geográfico Militar Uruguay
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - Brasil
Udelar	Universidade da República do Uruguai
UICN	União Internacional para Conservação da Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
U-Pb	Urânio – Chumbo – Método de Datação Geocronológica
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System
WWW	World Wildlife Fund
ZCSBZ	Zona de cisalhamento Sierra Ballena

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	29
1.1.1. Justificativa	29
1.1.2. Objetivo geral	30
1.1.3. Objetivos específicos.....	31
1.2 PROBLEMÁTICA DA TESE	31
1.3 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES	33
1.4 ESTRUTURA DA TESE	34
2 BASE TEÓRICO-CONCEITUAL	36
2.1 BREVE HISTÓRICO DO CONCEITO DE BIOMA.....	36
2.2 A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS CONCEITUAIS DA GEODIVERSIDADE + BIODIVERSIDADE.....	38
2.3 GEODIVERSIDADE +8 Gs	40
2.3.1 Introdução	41
2.3.2 Geodiversidade	42
2.3.3 Geoconservação	42
2.3.4 Geoturismo.....	46
2.3.5 Geoeducação.....	48
2.3.6 Geo-história.....	49
2.3.7 Geointerpretação	50
2.3.8 Geoparques	52
2.3.9 Geossítios + sítios da geodiversidade = Patrimônio Geológico ou Geopatrimônio	58
2.3.10 GEOfood®.....	61
3 METODOLOGIA DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS OPERACIONAIS	64
3.1 TRABALHO DE LABORATÓRIO	67
3.1.1 Revisão Bibliográfica.....	67
3.1.2 Cartografia e organização do SIG	68
3.2 TRABALHO DE CAMPO	71
3.2.1 Cadastramento e quantificação do patrimônio geológico.....	72
3.2.2 Cadastramento em campo.....	72
3.3 METODOLOGIA DE INVENTARIAÇÃO BASEADA NO APLICATIVO <i>GEOSIT</i>	73
4 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO	85
4.1 DADOS DA ÁREA DE ESTUDO	85
4.2 DINÂMICA CLIMÁTICA.....	93
4.3 RECURSOS HÍDRICOS.....	94
4.4 GEODIVERSIDADE: CARACTERIZAÇÃO DA GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	96
4.5 SOLOS: CARACTERIZAÇÃO GERAL.....	107
4.6 USO DA TERRA: A COBERTURA VEGETAL E SUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	112

5 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO INVENTARIADO NO PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO DESCRIÇÃO E ANÁLISE INTEGRADA 118

5.1	APRESENTAÇÃO GERAL DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO	118
5.2	PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BRASIL	122
5.2.1	Sítio da Geodiversidade Afloramentos Granja Don Augusto	128
5.2.2	Sítio da Geodiversidade Belvedere Capão das Galinhas	131
5.2.3	Sítio da Geodiversidade Caieiras - Pedreiras de Calcário	133
5.2.4	Sítio da Geodiversidade Campo de Matações Capela Santo Antônio	135
5.2.5	Sítio da Geodiversidade Campo de Matações Lavras do Sul.....	137
5.2.6	Sítio da Geodiversidade Capão do Cedro.....	140
5.2.7	Sítio da Geodiversidade Cascata do Pessegueiro.....	142
5.2.8	Sítio da Geodiversidade Cascata do Salso.....	144
5.2.9	Sítio da Geodiversidade Cerro Colorado	147
5.2.10	Sítio da Geodiversidade Cerro do Perau	149
5.2.11	Sítio da Geodiversidade Lava em Corda Arroio Carajá	151
5.2.12	Sítio da Geodiversidade Matações Chácara do Forte	153
5.2.13	Sítio da Geodiversidade Mina do Andrade	155
5.2.14	Sítio da Geodiversidade Morro da Cruz	158
5.2.15	Sítio da Geodiversidade Pedra do Engenho	161
5.2.16	Sítio da Geodiversidade Pedra do Leão	164
5.2.17	Sítio da Geodiversidade Pedra Rincão da Guarda Velha.....	166
5.2.18	Sítio da Geodiversidade Rincão da Tigra.....	169
5.2.19	Sítio da Geodiversidade Tocas Fazenda São João	171
5.2.20	Geossítio Afloramento Morro do Papaléo	173
5.2.21	Geossítio Afloramento Quitéria	176
5.2.22	Geossítio Astroblema Cerro do Jarau	178
5.2.23	Geossítio Cerro da Angélica	181
5.2.24	Geossítio Cerro do Bugio	184
5.2.25	Geossítio Galpão de Pedra	186
5.2.26	Geossítio Gruta da Varzinha	188
5.2.27	Geossítio Minas do Camaquã - Cava Uruguai.....	190
5.2.28	Geossítio Passo das Tropas	193
5.2.29	Geossítio Pedras das Guaritas	196
5.2.30	Geossítio Pedra do Segredo	199
5.2.31	Geossítio Pedra Pintada.....	202
5.2.32	Geossítio Rincão do Inferno.....	205
5.2.33	Geossítio Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata	208
5.2.34	Geossítio Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul	211
5.2.35	Geossítio Toca das Carretas.....	214
5.2.36	Geossítio Toca do Sapateiro.....	217

5.3	PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DA ARGENTINA.....	220
5.3.1	Geossítio Cerro Três Picos	223
5.3.2	Geossítio Cerro Ventana.....	226
5.3.3	Geossítio El Corredor Termal del Río Uruguay	229
5.3.4	Geossítio La Costa Entrerriana del Río Paraná.....	232
5.3.5	Geossítio Las Barrancas Bonaerenses del Rio Paraná.....	234
5.3.6	Geossítio Los Acantilados de Chapadmalal	237
5.3.7	Geossítio Rio de La Plata y Delta del Paraná.....	240
5.3.8	Geossítio Tandilia.....	243
5.3.9	Geossítio Yacimiento Paleocicológico de Pehuen-Co.....	246
5.4	PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO URUGUAI	249
5.4.1	Sítio da Geodiversidade Balneário Don Ricardo.....	252
5.4.2	Sítio da Geodiversidade Canteras de Granito Negro.....	256
5.4.3	Sítio da Geodiversidade Cerros de Ojosmín.....	258
5.4.4	Sítio da Geodiversidade Dique Máfico	260
5.4.5	Sítio da Geodiversidade Falla de Villasboas.....	262
5.4.6	Sítio da Geodiversidade Dique Gabro Chamangá.....	264
5.4.7	Sítio da Geodiversidade Hornblendita Marincho.....	267
5.4.8	Sítio da Geodiversidade Lagarto de Piedra	269
5.4.9	Sítio da Geodiversidade La Piedra Alta	272
5.4.10	Sítio da Geodiversidade Paso de Lugo.....	275
5.4.11	Sítio da Geodiversidade Piedras Blancas	277
5.4.12	Sítio da Geodiversidade San Martín del Yí	280
5.4.13	Sítio da Geodiversidade Sendero de Las Rocas Pérmicas	282
5.4.14	Geossítio Arenales de Paso del Palmar.....	285
5.4.15	Geossítio Cerro Batovi	287
5.4.16	Geossítio Cerro Catedral.....	289
5.4.17	Geossítio Cerro de Las Ánimas	292
5.4.18	Geossítio Cerro Pan de Azúcar.....	294
5.4.19	Geossítio Grutas del Palacio.....	296
5.4.20	Geossítio Localidad Rupestre de Chamangá	299
5.4.21	Geossítio Los Catalanes	302
5.4.22	Geossítio Paso del Cuello	305
5.4.23	Geossítio Punta Ballena.....	307
5.5	ANÁLISE INTEGRADA DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO.....	309
6	ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO	323
6.1	ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO BASEADA NO SISTEMA DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO	323
6.1.1	Programa de Geoconservação	326
6.1.2	Programa de Geoeducação.....	329

6.1.3 Programa de Geoturismo.....	331
7 SÍNTESE INTERPRETATIVA.....	334
8 RECOMENDAÇÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	336
REFERÊNCIAS.....	340
ANEXO A – OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL – AGENDA 2030.	355
ANEXO B – MAPA DE SISTEMAS ECOLÓGICOS DA ECORREGIÃO DAS SAVANAS URUGUAIAS	356
ANEXO C – CORRESPONDÊNCIA APROXIMADA ENTRE CLASSES DE SOLOS EM ALTO NÍVEL CATEGÓRICO NO SIBCS, WRB E SOIL TAXONOMY	357
ANEXO D – PADRONIZAÇÃO DAS CORES DAS CLASSES DE 1º E 2º NÍVEIS CATEGÓRICOS PARA USO EM MAPAS DE SOLOS – ESK E CONVENÇÃO DE CORES PARA MAPAS DE SOLOS – 2º NÍVEL CATEGÓRICO (SISTEMAS: RGB, CMYK E HSV).	358
ANEXO E – SISTEMA BÁSICO DE CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA –SCUT⁶	359
ANEXO F – CLASSES DA COBERTURA E DO USO DA TERRA NÍVEIS I E II ETABELA DE CORES RGB DAS CLASSES DE MAPEAMENTO.....	360
ANEXO G – INFOGRÁFICO EVOLUÇÃO ANUAL DA COBERTURA E USO DA TERRA (1995-2021)	361

1 INTRODUÇÃO

As estratégias de geoconservação são ações objetivas no âmbito político com elaboração de legislação específica, programa de geoeducação, plano de gestão dos geossítios e dos sítios da geodiversidade e gerenciamento de museus, todos com objetivo específico de conservar, preservar e proteger a geodiversidade, em particular o patrimônio geológico.

A geoconservação, em seu princípio básico, integra a inventariação, avaliação, conservação, monitoramento, divulgação e gestão do patrimônio geológico para subsidiar medidas de preservação desse patrimônio natural ameaçado por problemas ambientais de causa antrópica, em específico, o esgotamento dos recursos geológicos que ameaçam gravemente o patrimônio geológico (HENRIQUES *et al.*, 2011).

Segundo Gray (2021), no âmbito internacional, uma das redes de sítios de geoconservação mais importantes envolve o Patrimônio Mundial da UNESCO, mesmo sendo uma rede de sítios não estatutários. No ano de 1994, a UNESCO lançou uma estratégia global para garantir que essa lista de sítios do Patrimônio Mundial fosse “representativa, equilibrada e aceitável”.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), desde o ano de 1972, tem o Programa Internacional de Geociências (IGCP), em parceria com a União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), para apoiar projetos que contribuam para melhorar a compreensão sobre a Terra. Essas organizações consideram esse entendimento essencial para a diversidade da vida e o futuro da sociedade humana.

O IGCP tem como missão promover o uso sustentável dos recursos naturais, assim como novas iniciativas relacionadas à geodiversidade, ao patrimônio geológico e à mitigação de riscos relacionados aos perigos geológicos naturais e antrópicos.

O bioma Pampa transfronteiriço, ocorre em três países – Brasil, Argentina e Uruguai – onde existe legislação ambiental para conservar, preservar e proteger a biodiversidade. Porém, não existem nesses países políticas públicas locais, regionais e nacionais estruturadas que visem à proteção da geodiversidade, em particular, do patrimônio geológico.

Assim, identificar e avaliar seu estado de conservação e propor ações de preservação visam a ampliar o conhecimento sobre essas biorregiões sem os limites e fronteiras, a partir de um conjunto de dados e interpretações ambientais.

O patrimônio geológico preservado permitirá que as gerações atuais e futuras possam (re)conhecer, usufruir e contemplar as paisagens naturais ainda existentes nos campos sulinos temperados, o denominado Pampa Latino.

A origem da concepção do projeto de pesquisa começa no projeto Geoparques do Brasil, com a execução dos estudos na região das Guaritas-Minas do Camaquã, para identificar seu potencial para a criação de uma área de geoparque. Além disso, sua continuação se dá com o uso dos dados do trabalho de mestrado, que tinha como objetivo principal realizar o diagnóstico ambiental do patrimônio geológico dessa região (PEIXOTO, 2015; 2017).

Ao selecionar a área de estudo para desenvolver o projeto de doutorado decide-se ampliar o território, baseado nos resultados apresentados nos dois estudos anteriores citados, utiliza a compartimentação que define a biorregião Campos do Rio da Prata e as cinco ecorregiões, cujos limites atuais para o bioma Pampa foram baseados com base na biodiversidade, estes dados foram publicados pela organização One Earth (BURKART, 2020).

Nesta proposta utiliza-se, também, o conceito de geodiversidade para identificar o potencial do patrimônio geológico e a existência ou não de estratégias de conservação em execução, bem como o potencial turístico e o nível de entendimento das comunidades locais sobre o valor e a importância dos geossítios e sítios nessas regiões.

A área do estudo é o bioma Pampa transfronteiriço, que fica posicionado na faixa de clima temperado e apresenta destacada biodiversidade que, associada à geodiversidade, forma conjuntos de paisagens ambientais singulares. No Pampa, existe o predomínio de planícies e coxilhas cobertas por campos naturais e ocorrências localizadas de serras, cerros, morros rupestres/testemunhos, grutas e cachoeiras.

Peixoto (2015), em sua dissertação de mestrado, realizou o inventário do patrimônio geológico na área da proposta do Geoparque Guaritas-Minas do Camaquã, região com reconhecidos afloramentos rochosos e paisagens classificadas como Lugares de Interesse Geológico (LIGs). Tais LIGs são temas de estudos e pesquisas no campo das geociências por universidades e pelo serviço geológico nacional.

Nesta pesquisa, o resultado foi a quantificação e qualificação de 30 alvos, entre geossítios e sítios da geodiversidade. Para isso, utilizou-se o aplicativo *Geossit*, de domínio e gestão do Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa e Mineração (SGB/CPRM), com acesso público. Os resultados obtidos estão armazenados nesse banco de dados de abrangência nacional, e essas informações fazem parte do projeto Patrimônio Geológico do Brasil, que está em estágio de execução.

Na pesquisa de mestrado, foram utilizados aplicativos da área de geotecnologias, como o ArcGIS, ENVI e Google TM Earth, que foram utilizados na interpretação, edição e nas análises das imagens de satélites. Essas informações auxiliaram na elaboração do diagnóstico ambiental de cada um dos LIGs.

Na dissertação, apresentaram-se os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação, geoparques, geoturismo e geossítios. Esses conceitos são considerados importantes na estruturação do referencial teórico de pesquisas realizadas nessa nova área das geociências.

Esses novos ramos das geociências começam a incorporar o prefixo “geo” em termos/expressões, como “patrimônio”, “educação”, “diversidade”, “sítio” e “parques”, originando um glossário com conceitos específicos, os quais são atualizados a cada avanço ocorrido nas pesquisas científicas ou surgimento de novos ramos. Assim, ao serem utilizados esses conceitos na pesquisa científica, avança-se na consolidação e divulgação deste conhecimento sobre geoconservação e geopreservação do patrimônio geológico local, regional, nacional e mundial.

Desse modo, a pesquisa de origem trabalhou em uma área delimitada dentro da denominada província geológica Escudo Sul-Rio-Grandense (ESRG), a qual teve seus limites definidos por tipos litológicos e acidentes geográficos, como rios e serras, elementos primordiais da rica geodiversidade existente ESRG.

Neste estudo, a linha de pesquisa segue no campo da análise ambiental. No entanto, a extensão da área abrange os limites do bioma Pampa, que ocorre em três países: Brasil, Uruguai e Argentina.

O perímetro do Pampa transfronteiriço apresenta extensão aproximada de 734.939 quilômetros quadrados. O objetivo do estudo visa a propor estratégias de geoconservação do patrimônio geológico, apresentar área do bioma Pampa, e, por fim, quantificar e qualificar o conjunto patrimonial de 68 geossítios e sítios da

geodiversidade geológica existente nessa biorregião, localizada na porção sul da América do Sul.

Os conceitos de biodiversidade, bioma e Pampa, e as expressões com o prefixo “*geo*” – como geoconservação e geoeducação – serão abordados no referencial teórico. O patrimônio geológico é reconhecido como recurso natural não renovável, cujo conhecimento sistemático está mundialmente em crescente desenvolvimento. Esse trinômio – geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico – são a base conceitual para o desenvolvimento da pesquisa de doutorado.

O uso de geotecnologias e ferramentas de inventariação como o *Geossít* produzirá resultados para subsidiar os programas, planos e projetos com ações de conservação, preservação e proteção do patrimônio geológico.

O emergente segmento do turismo geológico, o geoturismo, será estratégico para fortalecer e motivar as comunidades locais a perceberem o valor do patrimônio geológico existente no Pampa.

A inventariação e quantificação dos geossítios e sítios de geodiversidade a serem utilizadas na pesquisa de doutorado estão estruturados nos conceitos e procedimentos propostos por José Brilha (2005 e 2016) e Garcia-Cortés e Urqui (2009), presentes na etapa de avaliação do aplicativo *Geossít*.

Os resultados obtidos servirão para embasar programas e projetos de estratégias de geoconservação da geodiversidade e do patrimônio geológico com foco em práticas de desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, uso equilibrado dos recursos naturais existentes no bioma Pampa transfronteiriço.

Ao obter o reconhecimento da importância da conservação do patrimônio geológico, o poder público e a sociedade civil poderão, com articulação política interna e externa, disponibilizar recursos financeiros para implementar ações de geoconservação na biorregião pampa.

Essas ações impactarão positivamente nas gerações futuras, no sentido de que estas terão a oportunidade de conhecer as paisagens geomorfológicas e os afloramentos geológicos que têm registrado a evolução geológica do planeta Terra.

1.1 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

Neste item é apresentada as justificativas para a elaboração da pesquisa sobre geoconservação do patrimônio geológico de uma biorregião específica e os objetivos propostos para o desenvolvimento da tese. Estes objetivos estão compartimentados em objetivo geral que é identificar, inventariar e caracterizar o patrimônio geológico do bioma Pampa e os objetivos específicos que descreve as etapas necessárias e fundamentais da investigação científica que após seu cumprimento apresenta e discute os resultados obtidos que buscam responder à pergunta proposta na problemática da tese e testar as duas hipóteses formuladas para saber se são plausíveis e verdadeiras.

1.1.1. JUSTIFICATIVA

O bioma Pampa é reconhecido internacionalmente como o conjunto de extensos campos de pastagens, denominados de savanas ou pradarias que existem na zona climática temperada. O bioma está localizado geograficamente na metade sul da América Latina, e está distribuído territorialmente na porção sul e noroeste do Rio Grande do Sul (Brasil), em quase todo o território do Uruguai e na Argentina grande parte esta na província de Buenos Aires e pequenas porções em quatro províncias vizinhas.

O Pampa apresenta complexa geodiversidade e está característica do meio abiótico reflete na existência de um valioso patrimônio geológico.

Por ter estas características abióticas e ser extensa territorialmente esta biorregião necessitou de um intenso trabalho de investigação preliminar para cartografar os elementos formadores desta geodiversidade que são: a geologia, o relevo, os recursos hídricos e seus tipos de solos.

A análise do tipo de uso da terra e cobertura vegetal aponta a existência de 49 de unidades de conservação existentes no Pampa transfronteiriço.

Após minucioso processo de inventariação realizou-se a avaliação de cada geossítio e sítio da geodiversidade com o uso do aplicativo *Geossit*, obtendo-se os valores educativo, turístico e de relevância científica, bem como os de risco de degradação e de prioridade de proteção.

O desenvolvimento da pesquisa de doutorado tem como justifica-se, pois, após reconhecer, quantificar e qualificar o valor do patrimônio geológico e analisar e interpretar estes resultados estas informações foram utilizadas para propor um conjunto de estratégias de preservação e de proteção destes lugares de interesse geológico em um bioma onde as principais ações de conservação protegem apenas a biodiversidade.

As ações de geoconservação propostas como a delimitação de territórios de geoparques que podem ser implantados de forma independente e em tempos distintos pela Argentina, Brasil e Uruguai, são uma estratégia de preservação do valioso patrimônio geológico, este conjunto de 68 sítios geológicos e geomorfológicos que contam a história evolutiva desta parte da Terra.

1.1.2. OBJETIVO GERAL

A pesquisa tem como objetivo geral identificar, inventariar e quantificar os geossítios e os sítios de geodiversidade por meio do reconhecimento e da interpretação de sua geodiversidade e propor um conjunto de estratégias de geoconservação do patrimônio geológico existente no bioma Pampa transfronteiriço.

O inventário do patrimônio geológico contribui para a verificação da situação ambiental de cada sítio geológico inventariado, além disso, possibilita propor zonas de amortecimento para conter os impactos ambientais negativos sobre os geossítios e sítios da geodiversidade.

Assim sendo, torna-se possível reconhecer o valor e a importância dessa geodiversidade singular, mensurar sua influência na evolução e organização das comunidades locais e o modo como estas utilizam os recursos naturais. Além disso, esse inventário também orienta como tornar o segmento do geoturismo em atividade econômica local, seguindo o modelo de desenvolvimento sustentável.

O conhecimento sobre o meio físico dessas comunidades locais e tradicionais será considerado na análise e processado sob uma ótica epistemológica. O embasamento teórico e científico avalia o conhecimento empírico, mas a base conceitual é a preponderante no subsídio para a elaboração do conjunto de estratégias de geoconservação.

1.1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são as etapas da pesquisa que, nesta ordem de execução, pretendem como resultado responder o proposto no objetivo geral da pesquisa:

- I. Inventariar, identificar, quantificar e analisar o patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço com o uso do aplicativo Geossit;
- II. Caracterização territorial do bioma Pampa transfronteiriço apresentado os limites da área do estudo;
- III. Descrição e caracterização do patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço na seguinte ordem: Brasil, Argentina e Uruguai;
- IV. Análise integrada do patrimônio geológico do bioma Pampa transfronteiriço apresentando os resultados obtidos com o uso do aplicativo Geossit;
- V. Elaborar conjunto de estratégias de geoconservação do patrimônio geológico inventariados do bioma Pampa transfronteiriço.

1.2 PROBLEMÁTICA DA TESE

A América do Sul é a região do planeta com a maior proporção de recursos aquáticos, as florestas mais extensas e a maior cadeia de montanhas; é coberta principalmente por biomas caracterizados por sua biodiversidade extremamente alta, segundo dados apresentados no Relatório Anual da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais da América do Sul (IUCN–SUL), publicado em 2020.

O bioma Pampa transfronteiriço pertence a uma das cinco biorregiões da América do Sul (BURKART, 2020). Nestas, há florestas tropicais, savanas e pastagens que estão sob grande pressão, devido a um conjunto de ações exploratórias e ambientais, como mineração ilegal, desmatamento, tráfico de animais silvestres, projetos de infraestrutura e expansão urbana descontrolada, mudança climática e poluição (IUCN–SUL, 2020).

A ação de desmatamento, segundo Marques (2022), tem como objetivo atual desintegrar, principalmente, as florestas de biomas para integrar essas áreas no circuito de commodities do sistema alimentar globalizado, as quais vinham se

expandindo desde os anos 1980, com a plantação extensiva de soja e campos para a pecuária. Segundo Barlow *et al.* (2019, p. 319-21, *apud* MARQUES, 2022, p. 177), as ações de “desmatamento, degradação florestal e incêndios são processos complementares e sinérgicos de destruição da floresta e de sua substituição por monoculturas e extensas pastagens”.

A consulta bibliográfica mostra que o bioma Pampa tem a sua singularidade, mas também imensa vulnerabilidade e suscetibilidade frente à forma de ocupação para a expansão agrícola e pastagem de gado, o que resulta na redução da biodiversidade, em especial os campos e pradarias formadas por campos de pastagens dominada por gramíneas (BURKART, 2020).

Sob ponto de vista da diversidade do meio biótico – a geodiversidade, em especial o patrimônio geológico –, o conjunto de ações propostas de geoconservação poderão impactar na proteção de mais áreas, e conseqüentemente colabora para preservar e proteger a biodiversidade existente, por exemplo, em territórios definidos como geoparques.

A pergunta a ser respondida com a pesquisa de doutorado é: “*que valor patrimonial (natural) tem o bioma Pampa na América Latina capaz de conferir a esse bioma uma área de singularidade em termos de patrimônio geológico?*”

Serão mostrados, ao longo da tese, localização da área de estudo, os limites do bioma, as características ambientais – como clima, bacias hidrográficas, geomorfologia/relevo, a geologia, a geodiversidade com as unidades geológicas ambientais, as classes de solos e o uso da terra e cobertura vegetal, as unidades de conservação - que ocorrem na área de estudo, e depois o inventário do patrimônio geológico existente no banco de dados disponibilizados pelos serviços geológicos brasileiro, uruguaio e argentino e em publicações científicas.

A caracterização do patrimônio geológico e o grau de preservação e de qualidade ambiental dos geossítios salientarão o valor científico e o grau de relevância. Essas informações são fundamentais para elaborar as ações necessárias para a proteção e preservação dessa fração da geodiversidade. Ao identificar impactos ambientais no patrimônio geológico dos campos pampeanos, possibilita-se que essa geodiversidade seja preservada, e conseqüentemente também a singular biodiversidade da região.

1.3 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES

O bioma Pampa transfronteiriço tem uma geodiversidade complexa e diferenciada devido a geologia representada por 35 unidades litoestratigráficas formada por rochas ígneas, metamórficas geradas no Arqueano na era Paleoarqueana com idade entre ~3.200 a 3.600 bilhões de anos até as formações sedimentares originadas no período Quaternário que apresentam idades entre 11.700 mil anos até o tempo presente a denominada época Holocênica.

Estas litologias estão distribuídas ao longo de 734.939 quilômetros quadrados de área pampeana distribuídas entre a Argentina, Uruguai e Brasil. O inventário do patrimônio geológico realizado pela pesquisa identificou 68 geossítios e sítios da geodiversidade, uma amostragem expressiva, que permite conhecer o potencial natural do meio abiótico.

A geodiversidade impacta nessa ecorregião com a geração de uma biodiversidade exuberante que, devido ao clima temperado, gera extensas formações campestres e uma diversificada fauna associada. Esses componentes ambientais, por terem maior visibilidade, têm sido, nas últimas décadas, mais protegidos por ações políticas que implementaram leis ambientais que são supervisionadas e fiscalizadas por órgãos ambientais, centros de pesquisas e entidades não governamentais para a sua aplicação, com o objetivo de proteger as espécies vegetais e animais que habitam o Pampa.

O Pampa, associado à sua biodiversidade, apresenta uma singularidade geológica que permite sua catalogação e validação usando a inventariação dos monumentos de maior valor científico na perspectiva de preservação da natureza.

A tese tem como ineditismo estudar uma biorregião para inventariar e avaliar o patrimônio geológico do Pampa e defender que esses lugares de interesse geológico (LIGs) devem ser reconhecidos e posteriormente preservados.

A hipótese 1 mostra que, por meio do conhecimento da geodiversidade, é possível saber a atual situação do patrimônio geológico.

A hipótese 2 mostra que o reconhecimento do patrimônio geológico é fundamental para propor as estratégias de geoconservação.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

A presente tese é composta por oito capítulos e foi escrita na variante brasileira do português, considerando a necessidade de promover a sua ampla divulgação no território brasileiro.

O capítulo 1, Introdução, apresenta os objetivos – compartimentados em geral e específicos –, a formulação da pergunta e das duas hipóteses, a discussão da problemática do trabalho e a apresentação da estrutura da tese.

O capítulo 2, Base teórico-conceitual, expõe um breve histórico do conceito de bioma, apresenta a importância dos modelos conceituais da geodiversidade, a evolução do conceito de geodiversidade e o glossário gerador dos 8 Gs, e mostra que possa estar ocorrendo o uso demasiado do prefixo “geo”.

O capítulo 3, Metodologia, apresenta um conjunto de etapas conectadas em ordem lógica, baseada em método científico, usualmente aplicado no desenvolvimento de pesquisas de doutorado. No trabalho de laboratório, será realizada a análise dos dados e a escrita do texto técnico. A revisão bibliográfica é a etapa de reconhecer o material para a fundamentação teórica. A fase de cartografia visa a organizar os mapas dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e a selecionar os programas para elaboração dos mapas. O trabalho de campo é a principal etapa desta fase e contempla a coleta de dados do patrimônio geológico da área de estudo por meio da documentação fotográfica de cada ponto. Após, procedem-se o cadastramento do patrimônio geológico na plataforma Geossit e a análise dos dados da inventariação com a análise qualiquantativa.

O capítulo 4 traz a caracterização geral da área de estudo, mostrando a posição da área de estudo e depois descrevendo as informações do meio físico, começando com a dinâmica climática, seguindo depois com a geologia e geomorfologia que ocorrem no bioma, as características e condições dos solos, os recursos hídricos, e a forma do uso da terra e cobertura vegetal das unidades de conservação.

O capítulo 5 apresenta a inventariação do patrimônio geológico do bioma Pampa, compartimentado em três partes: começa com os geossítios e sítios da geodiversidade do Brasil, descrevendo cada um, com a representação em mapa, e segue com a descrição dos geossítios e sítios da geodiversidade da Argentina e, por fim, os do Uruguai.

O capítulo 6 propõe estratégias de geoconservação do bioma Pampa, baseadas em um conjunto de ações: Programa de Geoconservação, Programa de Geoeducação e Programa de Geoturismo.

O capítulo 7, síntese interpretativa, discute sobre a pergunta proposta no item “problema a ser abordado”, e se as duas hipóteses elaboradas para a construção da pesquisa de doutorado foram respondidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

O capítulo 8 traz as recomendações e considerações finais, apresentando o resumo do que foi desenvolvido, como conclusão mostrar os resultados alcançados e o conjunto de ações de geoconservação propostos, bem como a importância de trabalhar com os conceitos de geodiversidade e biodiversidade juntos para uma análise ambiental integrada e que possa ser utilizada para estudos e pesquisas nos biomas existentes na América do Sul.

As referências bibliográficas apresentadas ofereceram suporte ao pesquisador para o desenvolvimento conceitual e técnico da tese.

Por fim, os anexos, que são tabelas e outros itens iconográficos utilizados na elaboração dos mapas, figuras e dos quadros ilustrativos apresentados no texto da tese.

2 BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

Neste capítulo serão apresentados os conceitos que servem de suporte para o desenvolvimento da pesquisa de doutorado, apresentando a evolução do conceito bioma e suas relações com as características geossistêmicas e as compartimentações existentes nos continentes terrestres.

A relação entre geodiversidade e biodiversidade e a importância de serem estudadas sempre em conjunto. E por fim apresentar o conceito de geodiversidade e a sua influência na definição e criação de novos termos e a forma de utilização dos “8 Gs” nas pesquisas geocientíficas.

2.1 BREVE HISTÓRICO DO CONCEITO DE BIOMA

As definições de geodiversidade, patrimônio geológico, geossítio e elementos de geodiversidade e geoconservação constituem uma maneira de interpretar e descrever afloramentos, paisagens e os processos naturais que ocorrem no meio físico.

Além disso, posicionam as relações com o meio antrópico, buscando esclarecer a necessidade de reconhecer e conservar os recursos naturais gerados por processos geológicos e geomorfológicos que vêm ocorrendo ao longo da história de aproximadamente 4,5 bilhões de anos de existência do planeta Terra.

Os conceitos de bioma e do Pampa apresentados são importantes na estruturação e discussão do tema principal, que é identificar o patrimônio geológico e mensurar a importância dos elementos que compõem a geodiversidade.

A etimologia da palavra “bioma”, segundo Coutinho (2006), tem origem grega. O termo se constitui de um prefixo “bio”, que significa “vida”, e do radical “oma”, que significa “grupo” ou “massa”.

O conceito começou a ser construído em 1910 no Congresso Internacional de Botânica, a partir da conceituação do termo “formação”, como associações que se diferenciam em sua composição florística, mas coincidem, em primeiro lugar, nas condições estacionais e, em segundo lugar, nas suas formas biológicas.

Weaver e Clements (1938) e Clements (1949) redefinem o conceito de formação inserindo o termo “fauna”. Nesse momento começa a surgir o conceito de bioma, que foi atualizado e modificado ao longo das décadas. Assim, Odum (1971)

propôs a inclusão do substrato físico, e Colinveaux (1993) propôs que o clima definisse os limites geográficos dos biomas mundiais.

Coutinho (2006) menciona Walter (1986) como o primeiro a propor o conceito do modo como é utilizado atualmente, de acordo com uma visão ecológica e prática para seu entendimento e sua aplicação. Dessa forma, bioma, segundo Coutinho (2006, p. 17), é “um ambiente, de área uniforme, pertencente a um zonobioma (zona climática), orobioma (zona de altitude), pedobioma (tipo de solo) ou pirobioma (fogo natural)”.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), o termo “bioma” é conceituado como um conjunto de vida (vegetal e animal), constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional. Além disso, também são critérios as condições geoclimáticas similares e a história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria.

O conceito de bioma, segundo Coutinho (2016), é redefinido como um espaço geográfico natural que ocorre em regiões que podem variar de dezenas de milhares até alguns milhões de quilômetros quadrados, caracterizando-se pela igualdade de clima e das condições edáficas e fitofisionômicas.

A organização filantrópica One Earth publica em 2020 o mapa da Terra com uma nova estrutura biogeográfica, em que utiliza a intersecção das regiões de biomas com as estruturas geológicas de grande escala para delimitar a superfície terrestre em 185 biorregiões (BURKART, 2020).

O planeta Terra é único, e tudo está integrado, segundo Karl Burkart (2020), que propôs a divisão em 14 principais biomas ou “ecozonas”, como apresentado na Figura 1.

Esses biomas foram compartimentados pelas características geossistêmicas, como clima, altitude, relevo, geologia, solos e hidrologia, que refletem na vegetação e conseqüentemente na fauna. Eles são ainda adaptados a um clima específico encontrado em uma variedade de continentes.

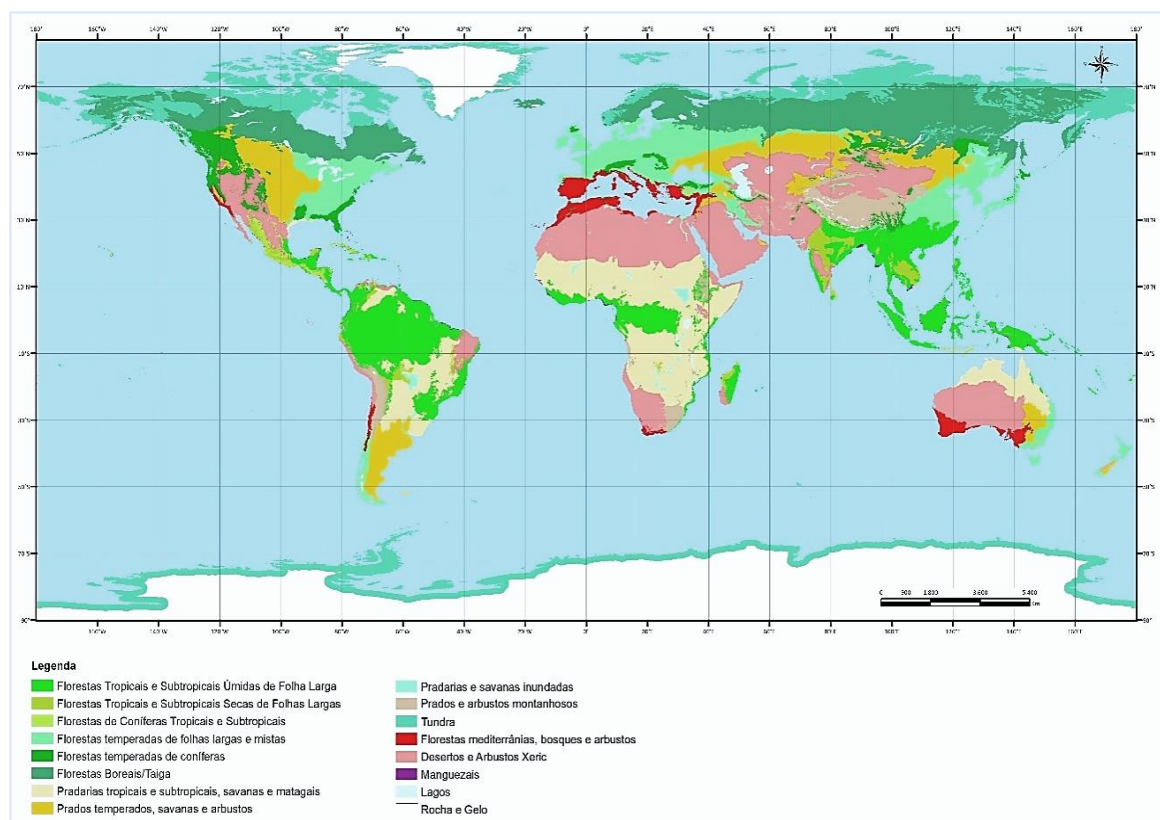


Figura 1 – Distribuição dos quatorze principais biomas no planeta Terra.
 Fonte: Burkart (2020), One Earth (2023).

Entendemos que tudo está conectado e que o paradigma atual é buscar perceber as relações ambientais globais dentro de uma visão sistêmica – não compartimentada – do conhecimento. Dessa maneira, as pesquisas científicas podem ser integradas na busca de soluções para situações como as mudanças climáticas globais, que têm gerado sérios impactos ambientais aos biomas.

2.2 A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS CONCEITUAIS DA GEODIVERSIDADE + BIODIVERSIDADE

Segundo Gray (2004; 2008),¹ geodiversidade é a diversidade geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológica (forma de terrenos, processos) e

¹ “Geodiversity: the natural range (diversity) of geological (rocks, minerals, fossils), geomorphological (landform, processes) and soilfeatures. It includes theirassemblages, relationships, properties, interpretations and systems” (GRAY, 2004, p. 8).

característica do solo. Isso inclui seus conjuntos, suas relações, propriedades, interpretações e seus sistemas. Ela é o equivalente abiótico da biodiversidade.

No livro organizado por Silva (2008, p. 12), define-se geodiversidade como:

Natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, solos, águas, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

Como todo recurso natural, a geodiversidade possui valores e está sujeita à dinâmica da natureza, mas principalmente às intervenções humanas e conseqüentemente às suas ameaças. Por isso, é necessário estabelecer medidas que permitam o seu uso de forma sustentável (LOPES; ARAÚJO, 2011).

Na Figura 2, apresentam-se as relações com a dinâmica da natureza, áreas de pesquisa e diferentes setores organizados da sociedade civil.



Figura 2 – Relações da geodiversidade com a dinâmica da natureza, áreas de pesquisa e setores da sociedade civil organizada.

Fonte: Silva (2008).

A importância de conhecer a geodiversidade do Pampa está em gerar informações do meio físico que subsidiarão ações de conservação, proteção e preservação de afloramentos geológicos, paisagens geomorfológicas, feições pedológicas e seus processos e sistemas fluviais, como banhados, lagoas e quedas d'águas.

Uma ação importante de preservação ocorreu no sul do Brasil, na cidade de Caçapava do Sul, situada no estado do Rio Grande do Sul, que foi declarada como “Capital Gaúcha da Geodiversidade” pela Lei estadual nº 14.708, de 15 de julho de 2015.

Atualmente, a geodiversidade do bioma Pampa encontra-se na mesma situação que a biodiversidade, ou seja, ameaçada pelo crescimento das atividades agrossilvopastoris que, historicamente, ocupam esses campos com pecuária extensiva e substituem as pastagens principalmente por arroz e soja.

2.3 GEODIVERSIDADE +8 GS

Nesta seção é abordado como surge o conceito de geodiversidade e posteriormente uma gama de conceitos que surgem ao serem adaptados na literatura científica ao utilizarem o prefixo “geo” para enfatizar a diversidade abiótica da natureza e assim subsidiar e validar pesquisas científicas e trabalhos acadêmicos nas áreas de conservação, turismo e do patrimônio geológico e pela UNESCO no programa de geoparques.

Os termos como, por exemplo, geoconservação, geoeducação e geoturismo estão inseridos dentro da perspectiva de uma visão sistêmica da Terra, onde o prefixo “geo” empregado mostra uma intensa integração à teoria de Gaia proposta por Lovelock (1995), que pondera que o planeta e os elementos abióticos e bióticos formam um sistema único de inter-relacionados e que mostram um funcionamento integrado e dinâmico (RUCHKYS *et al.*, 2018). E seus conceitos serão o suporte teórico para a elaboração e estruturação dos três programas de gestão do patrimônio geológico.

No caso dos termos geo-história e geointerpretação serão apresentados na sequência por serem complementares aos conceitos anteriores, estes colaboraram para a apresentação do patrimônio geológico do Pampa e são utilizados na narrativa para contar as descobertas geocientíficas e divulgar este conhecimento para a comunidade em geral e em especial para os geoturistas com o objetivo de gerar empatia com uso de estratégias de geoeducação o sentimento pela geoconservação dos geossítios e sítios da geodiversidade.

Após a abordagem destes conceitos e termos será descrito o que é um geoparque sua origem e como foi organizado pela UNESCO, o surgimento das redes a gestão pela GGN e sua distribuição atual a nível mundial e em especial no Brasil.

O geoparque tem programas de gestão apoiado na geoconservação, geoeducação e no geoturismo.

O conceito geoparque está envolvido diretamente com os dois últimos Gs do referencial teórico que são o geopatrimônio ou seu sinônimo patrimônio geológico e *GEOfood*. O conceito patrimônio geológico refere-se ao grupo de geossítios e sítios de geodiversidade representativos existente dentro do território de geoparque definido como sendo uma área geográfica única e unificada onde encontram-se locais e paisagens de importância geológica internacional.

No caso do termo *GEOfood* este seria uma ação proposta pela UNESCO para envolver a comunidade local com o conceito de geoparque, criando narrativas locais focadas na conexão geologia com alimentação.

2.3.1 INTRODUÇÃO

O termo geodiversidade tem o alcance do conceito biodiversidade, a palavra diversidade teve o prefixo “geo” adicionado para dar amplitude ao conceito que aborda a imensa variedade e complexidade de elementos formadores do meio abiótico que, submetidos aos mais variados e intensos processos geodinâmicos, transformam e formam paisagens, esculpem afloramentos rochosos e constrói depósitos sedimentares.

Estes processos criam uma diversidade de estruturas geomorfológicas, como cachoeiras e cavernas que resultam neste conjunto de geossítios e/ou sítios da geodiversidade denominados de patrimônio geológico e/ou geopatrimônio.

O conceito geodiversidade será o primeiro a ser abordado neste capítulo pela sua relação absolutamente central em relação aos 8Gs por ser um paradigma geocientífico significativo, multifacetado e que ainda está em evolução (GRAY, 2021).

O uso do prefixo "geo" deve ser utilizado com critérios, para que não seja construído um vocabulário de palavras que possa confundir ao invés de informar e esclarecer estudantes, pesquisadores e interessados na temática geodiversidade.

Assim, serão abordados e descritos termos já discutidos e apresentados em artigos científicos que utilizam o prefixo “geo” como em geoconservação, geoturismo e geoeducação e os que são considerados complementares como geo-história e geointerpretação e que estão interligados.

E por fim o termo geoparque que para sua definição precisa de um conjunto geológico reconhecido que é o patrimônio geológico geossítios mais sítios da geodiversidade para definição de sua área ou território e secundariamente surge o conceito Geofood, que atualmente estão sendo utilizados, principalmente em textos técnicos como no dossiê científico, documento exigido na submissão de propostas de geoparques junto a UNESCO.

2.3.2 GEODIVERSIDADE

O termo “geodiversidade” tem sua origem na década de 1990, no Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, realizado em Digne-les-Bains, na França (URQUÍ; MARTÍNEZ; VALSERO, 2007).

Porém, segundo Brilha (2005), é na conferência de Malver, realizada no ano de 1993, no Reino Unido, que o termo surge e começa a ser utilizado pelos geocientistas da Inglaterra e Austrália, que o julgavam como a melhor forma de referência ao que hoje se conhece como geodiversidade.

O termo e o conceito de “geodiversidade” alcançaram maior divulgação após o lançamento do livro *Geodiversity*, de Murray Gray, publicado em 2004.

No Brasil, o conceito tem sua abordagem e divulgação na publicação Geodiversidade do Brasil, organizado por Cássio Roberto da Silva (2008, p. 12), sendo definido como: “o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, de composições, de fenômenos e de processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.”

Gray (2013, p. 8) redefiniu o termo “geodiversidade” como “a extensão natural (diversidade) da geologia (rochas, minerais, fósseis), da geomorfologia (formas de relevo, topografia, processos físicos), dos solos e suas características hidrológicas, incluindo seus conjuntos, estruturas, sistemas e suas contribuições para paisagens”.

2.3.3 GEOCONSERVAÇÃO

A geoconservação segundo Gordon (2019) inclui a proteção de características geopatrimoniais e geossítios e a aplicação de princípios de geoconservação de forma mais geral na gestão sustentável de áreas protegidas e na paisagem mais ampla.

O conceito começou a ser discutida com maior ênfase a partir do final do século XX (PEREIRA, 2010), e pode ser sintetizada como a proteção do patrimônio natural de caráter abiótico, bem como a proteção dos elementos que compõem a geodiversidade, como sítios e paisagens de excepcional beleza cênica e/ou interesse geológico.

A geoconservação integra a caracterização, conservação e gestão do patrimônio geológico, possuindo um conjunto diversificado de valores, os quais se encontram ameaçados por diversos fatores naturais e antrópicos (HENRIQUES *et al.*, 2011).

A sistematização das estratégias de geoconservação tem 15 anos de pesquisas no Brasil. Porém, existe um grande número de pesquisadores dedicados a estabelecer metodologias objetivas capazes de avaliar os elementos da geodiversidade e viabilizar sua conservação (LOPES; ARAÚJO, 2011).

A relação dos conceitos de geoconservação e geodiversidade é abordada por Sharples (2002) quando define o primeiro como a conservação da geodiversidade é feita pelos valores intrínsecos, ecológico e (geo) patrimoniais e a geodiversidade é a diversidade de feições, conjuntos, sistemas e processos geológicos (rocha), geomorfológicos (relevo), solo e hidrológicas. Demonstrando que o primeiro conceito reconhece que a geodiversidade tem valores importantes para que ações de conservação da natureza não sejam apenas de bioconservação, mas de geoconservação que contribui para a gestão sustentável dos ecossistemas (GORDON *et al.*, 2021).

O termo geoconservação segundo *Gordon et al.* (2021) é definido como sendo o processo de conservação do patrimônio geológico, incluindo a sua gestão, proteção e promoção através da interpretação e educação. Os resultados obtidos dessas ações de conservação alicerçam o desenvolvimento do turismo geológico, denominado geoturismo. Essa estratégia tem como objetivo perpetuar os elementos da geodiversidade para as gerações futuras.

A Figura 3 mostra que o patrimônio geológico com valor científico necessita de ações de geoconservação, como os sítios e elementos da geodiversidade que possuem outros valores.

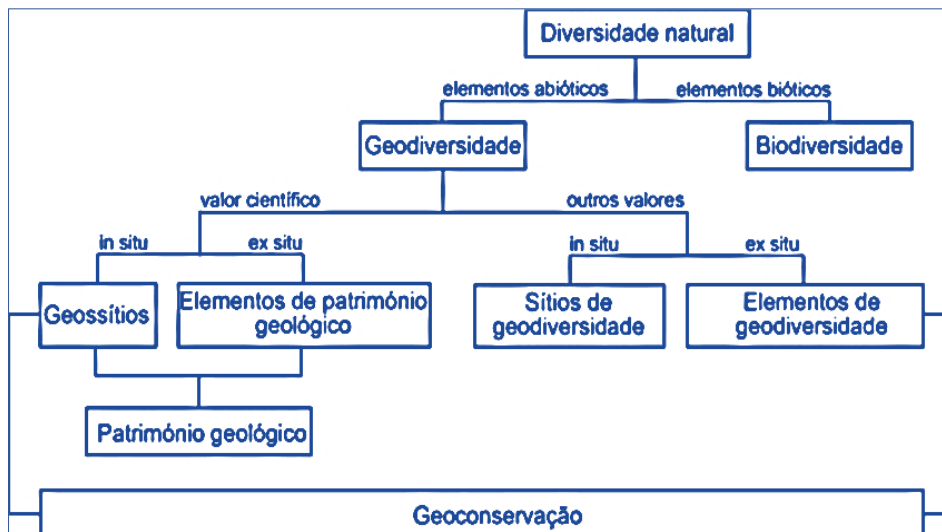


Figura 3 – A geoconservação tem como objetivo proteger integralmente a geodiversidade.
 Fonte: Brilha (2016).

Os principais objetivos da geoconservação segundo Sharples (2002) são:

- I. Conservar e assegurar a manutenção da geodiversidade;
- II. Proteger e manter a integridade dos locais com relevância em termos de geoconservação;
- III. Minimizar os impactos adversos dos locais importantes em termos de geoconservação;
- IV. Interpretar a geodiversidade para os visitantes de áreas protegidas;
- V. Contribuir para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos, independentemente da geodiversidade.

A geoconservação como prática de preservação torna-se prioritária ao geoturismo e aliada na conservação do património geológico. Essa categoria de turismo promove e divulga ao turista o potencial geológico e paisagístico de uma determinada região (MOREIRA, 2008).

O objetivo da geoconservação é sensibilizar turistas e a população local sobre o valor científico e educativo do património geológico. Isso pode ser feito, por exemplo, através da criação de geoparques, por estes serem territórios apropriados à prática do geoturismo (PEIXOTO, 2015). As relações entre esses conceitos têm sua dinâmica observada na Figura 4.

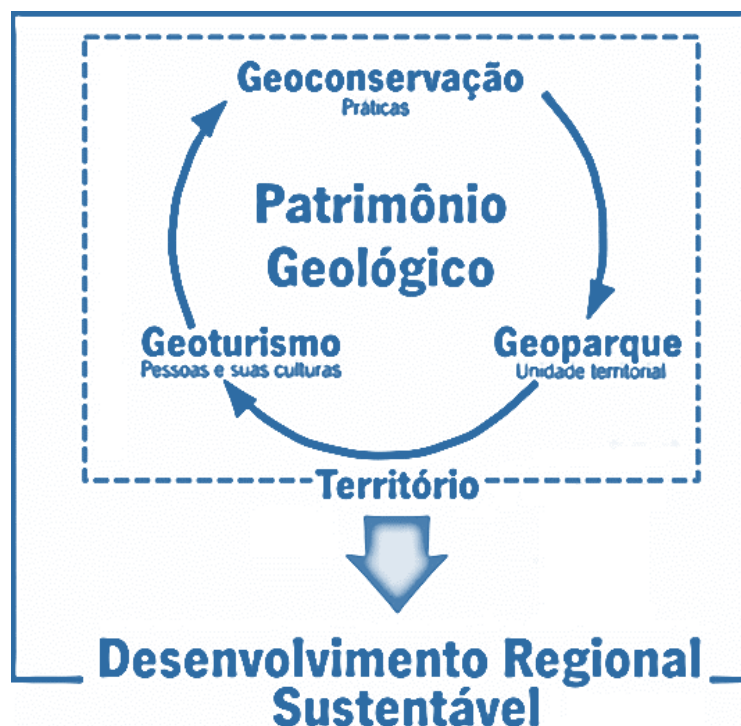


Figura 4 – Ações de geoconservação promovem o desenvolvimento regional sustentável.
Fonte: Pereira (2010).

As questões na área de geoconservação e patrimônio geológico em discussão atualmente deverão ultrapassar os limites de apenas selecionar e delimitar áreas de destacada geodiversidade, inventariar, quantificar e qualificar o patrimônio geológico. Elas devem ir além, propondo ações concretas e factíveis de geoconservação, numa região que tem forte ligação histórica, cultural e econômica (VIEIRA, 2014).

As ações de proteção e conservação deve envolver os elementos da geodiversidade que têm valor como patrimônio geológico, mas principalmente os que tem importância científica, mas devem também envolver os que tem valores educacionais, culturais, estéticos, espirituais e ecológicos (GORDON, 2019).

Para o desenvolvimento de um projeto de geoconservação, é necessário que ocorra a gestão integrada entre as instituições públicas, privadas e a sociedade em geral, com a definição de objetivos de proteção e preservação do patrimônio geológico de determinada biorregião, neste caso, o Pampa transfronteiriço

Essa região, apesar de possuir predominância de extensos campos e pradarias, associados ao relevo que varia de plano a ondulado – e em alguns locais específicos, fortemente ondulados –, apresenta um conjunto de paisagens diferenciadas com destacado valor de geodiversidade, as quais devem ser preservadas e protegidas.

Por essas razões, as ações devem ser executadas visando à preservação desse ambiente natural, abiótico e não renovável de forma integrada entre os países, pois estes devem ver o bioma como indiviso. Esse formato de gestão integrada resultará na consolidação do desenvolvimento do geoturismo no Pampa transfronteiriço, mas tem um contexto desafiador por envolver três países Argentina, Brasil e Uruguai que apesar das relações internacionais serem factíveis sempre exitiram questões políticas internas como o desempenho da economia e tipo de agenda ambiental em vigência.

2.3.4 GEOTURISMO

O termo “geoturismo”, a partir das definições propostas para geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação, começou a consolidar-se como um segmento do turismo. Assim, o significado literal do “turismo geológico” compreende o interesse específico do viajante, ou geoturista, em apreciar a paisagem, os geomorfossítios e a geologia de determinada região, conhecer os geossítios e sítios da geodiversidade.

O conceito surgiu primeiramente na Inglaterra, com o pesquisador Thomas A. Hose (1995, p. 17), que afirma que:

Geoturismo é a disponibilização de meios interpretativos e serviços que permitam que turistas adquiram conhecimento e compreensão da geologia e geomorfologia de um sítio geológico (incluindo a sua contribuição para o desenvolvimento das Ciências da Terra), além da apreciação da estética da paisagem.

Para Hose (1999 *apud* URQUÍ; MARTÍNEZ; VALSERO, 2007), o geoturismo tem como objetivo viajar para experimentar o patrimônio da Terra, aprender sobre ele e desfrutar dele.

A conceituação do termo sempre passa pela valorização das características geológicas do lugar a ser visitado. Ainda segundo Hose (2000 *apud* BRILHA, 2005), o “[...] geoturismo consiste na disponibilização de serviços e meios interpretativos que promovam o valor e o benefício social de geossítios geológicos e geomorfológicos, assegurando sua conservação”.

Observa-se que, na última década, a temática envolvendo a geodiversidade, geoconservação e o geoturismo têm sido alvo de atenção de geocientistas em todo o

mundo, resultando em grande número de publicações de trabalhos em revistas científicas (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Esses trabalhos têm como objetivo identificar, valorar, divulgar e proteger formas e estruturas geológico-geomorfológicas exuberantes que representem elementos interpretativos da evolução geológica do planeta com valor científico, didático-paisagístico, ecológico ou turístico.

Para Schobbenhaus (2010, p. 7):

O geoturismo não vem para sobrepor ao turismo de natureza, vem antes acrescentar e combinar outros valores inerentes aos conceitos de geodiversidade e de desenvolvimento local. O geoturismo necessita ter outras valências para além da geodiversidade, não só para diversificar a oferta como também para contribuir para o desenvolvimento sustentável. (...) um local com um rico patrimônio geológico se junta aos valores das abordagens histórica, cultural e natural (biológica e geológica). Quando um geoturista visita uma região tem também necessidade de visitar uma cidade histórica, uma igreja, um forte colonial ou um monumento qualquer. Ao mesmo tempo quer conhecer a realidade das tradições do local que visita, os museus, a gastronomia típica, a música, as danças ou o artesanato.

No Brasil, existem ações isoladas para desenvolver o turismo geológico, mesmo sendo um país com uma imensa geodiversidade, onde existem diversas regiões que mostram um imenso potencial. Portanto, as iniciativas dessa atividade de contemplação da natureza ainda são insuficientes, necessitando de apoio e incentivo governamental e, principalmente, dos setores da iniciativa privada ligados à área turística.

Conforme Schobbenhaus e Silva (2012, p. 14):

O Brasil tem um enorme potencial geoturístico e condições favoráveis para desenvolver plenamente essa atividade, de maneira a usufruir dos benefícios sociais que ela pode oferecer. Um dos principais benefícios é permitir aos turistas conhecer o patrimônio geológico que compõem o cenário geoturístico, levando a comunidade a valorizá-lo e, conseqüentemente, promover a sua geoconservação de forma sustentável.

Para o fortalecimento da prática do geoturismo, seria fundamental incentivar a proteção ambiental de regiões com destacado patrimônio geológico, com a urgente delimitação destas áreas por meio de legislação específica para a preservação da geodiversidade.

O Ministério do Turismo (MTur) toma uma iniciativa incentivadora para o segmento do geoturismo ao celebrar o acordo de cooperação técnica com o escritório da UNESCO no Brasil denominado projeto Promoção do turismo cultural em sítios do patrimônio cultural e natural, da economia criativa e de outras políticas vinculadas ao turismo e ao desenvolvimento sustentável que resultou na publicação de um manual e três documentos técnicos que buscam promover e apoiar projetos turísticos de Geoparques no Brasil (BRASIL, 2021 e 2022).

2.3.5 GEOEDUCAÇÃO

A geoeducação é considerada como um ramo científico específico, baseado nos objetivos, princípios, conceitos e metodologias propostos pela educação ambiental, consolidando-se como uma segunda estratégia de geoconservação (MOURA-FÉ *et al.*, 2016).

No grupo de ações geoconservacionista o geoturismo tem sido amplamente discutido, embora pouco conhecido dentro dos vários tipos de segmentos de turismo existentes; e a geoeducação está em processo de construção teórica e aplicada (MOURA-FÉ *et al.*, 2017).

Assim a geoeducação é constituída por um conjunto de medidas específicas para a conservação da geodiversidade baseada em práticas educativas, as quais ainda enfrentam, desafios pedagógicos com relação à compreensão de seus métodos pela sociedade, que tem como objetivo levar a compreensão à população, divulgando os conceitos de Educação Ambiental, com a missão de formar cidadãos com consciência ambiental (MOURA-FÉ *et al.*, 2021).

Atualmente a “geoeducação” é considerado um ramo específico da educação ambiental a ser aplicado na geoconservação do patrimônio natural. Trata-se de uma forma de trabalhar os aspectos, as características e a importância dos elementos da geodiversidade e do patrimônio geológico na educação básica e nas comunidades, ou seja, uma forma de pensar estratégias de proteção e conservação e de ampliá-las, segundo Moura Fé *et al.* (2016).

A geoeducação pode realizar atividades como: aulas de campo, com roteiros planejados para locais de grande destaque natural; jogos geoescolares, com explicações sobre as origens e processos que contribuíram para a formação das

estruturas geológicas e geomorfológicas atuais; divulgação de conhecimentos aos discentes via painéis informativos sobre a geodiversidade natural existente na localidade e no entorno da escola; promoção de palestras, oficinas e minicursos sobre temas como geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico (SILVA; AQUINO, 2018).

Com base no que foi apresentado sobre geoeducação e em seus princípios teóricos baseados na educação ambiental, demonstra-se que, por meio através de ações e práticas educativas voltadas à conscientização e sensibilização da coletividade sobre a geoconservação que envolvam a flexibilidade de métodos e de conteúdos para o público alvo variável em suas características - como faixa etária, nível de escolaridade, nível de conhecimento da problemática ambiental diferentes, entre outros aspectos -, é possível obterem-se resultados efetivos na formação e educação de cidadãos e cidadão ativos na promoção e conservação da geodiversidade (MOURA-FÉ *et al.*, 2017).

2.3.6 GEO-HISTÓRIA

Geo-história é definida por Hose (2012, p. 12) como o “estudo, avaliação e aplicação de uma narrativa sistemática de geologia e descobertas geomorfológicas, eventos, personagens e instituições contextualizadas dentro da contemporaneidade socioeconômica e tendências culturais”. Do século XIX em diante, a história sobre a geologia científica e geomorfologia foi literalmente fundamentada em trabalhos de campo realizados na Grã-Bretanha e na Europa, e se beneficiou dos trabalhos de campo executados na América do Norte.

A nomenclatura estratigráfica dessas regiões e nesse período ainda são prevalentes e relevantes para a geologia e geomorfologia moderna. Assim, a preservação de localidades-tipo e a disponibilidade para visitá-las são estratégicas por serem esses os locais geográficos específicos onde a unidade estratigráfica foi definida originalmente.

Do mesmo modo, as publicações geológicas, como monografias paleontológicas, guias de campo, mapas geológicos e seções, são essenciais para outras áreas das geociências, como Estratigrafia e Geomorfologia, além de muito úteis para o geoturismo e a geoeducação.

A geo-história pode sustentar uma geointerpretação eficaz (HOSE, 1997; 1998; 2005), pois muitas vezes um geossítio tem suas características prontamente observadas, enquanto as complexas características geológicas não atraem a atenção e o interesse dos geoturistas.

Por isso, divulgar a evolução geológica de uma região ou afloramento é importante para a sensibilização e a valoração de como é importante conhecer a evolução geológica da Terra. Desse modo, os geossítios conquistam o interesse e a atenção dos geoturistas, despertados pelas características paisagísticas e pela curiosidade.

As informações mais complexas, como a geologia científica e a estratigrafia, poderão ser divulgadas e, também, servirão para o observador adquirir maior entendimento sobre a geodiversidade local.

2.3.7 GEOINTERPRETAÇÃO

Segundo Hose (2012, p. 17), a geointerpretação é definida como “arte ou ciência de determinar e, em seguida, comunicar o significado ou importância de um fenômeno, evento ou local geológico ou geomorfológico”. Normalmente, é do interesse humano, envolvendo mais a atenção das pessoas, observar um geossítio ou geomorfossítios, em vez de observar a ciência pura em si.

Segundo Hose (2018) a geointerpretação é a arte ou ciência de determinar e depois comunicar o significado ou significado de um fenômeno, evento ou localização geológica ou geomorfológica. Seria uma forma de interpretação ambiental com foco na geologia, seria uma resposta ao reconhecimento de que existe um interesse crescente entre organizações públicas, privadas e cidadãos que gerenciam os recursos naturais e geopatrimoniais em se comunicar com a crescente demanda proporcionada pelos geoturistas.

A geointerpretação envolve a divulgação da ciência por meio de veículos que transmitem a mensagem aos geoturistas de forma gradativa, transmitindo conhecimento e compreensão, e, depois, empatia.

Para isso, pode-se fazer, por exemplo, uma combinação apropriada de texto e gráficos impressos em roteiros geoturísticos, como painéis informativos dispostos ao longo de trilhas ou em áreas naturais que tenham visitação de geoturistas ou interessados no tema geologia (HOSE, 2005).

Portanto, geointerpretação é mais do que mera transmissão de fatos. Sua função é gerar preocupação na comunidade e nos geoturistas por um geossítio, além de empatia pela geoconservação, geopreservação e geoproteção.

O geoturismo sustentado pela geoconservação e dependente das ações da geointerpretação começaram a ser desenvolvidas ao final do século XX, e estas relações foram construídas sobre bases conceituais anteriores as melhores práticas de educação ambiental praticadas em países como os Estados Unidos e melhoradas no Reino Unido no início da década de 1960 (HOSE 2012).

A Figura 5 mostra o diagrama topológico proposto por Hose (2012; 2018) com o significado dos quatro aspectos inter-relacionados denominado como os 4G's, mostrando a relação do geoturismo com os termos geoconservação, geo-história, geodiversidade e por fim com a geointerpretação.

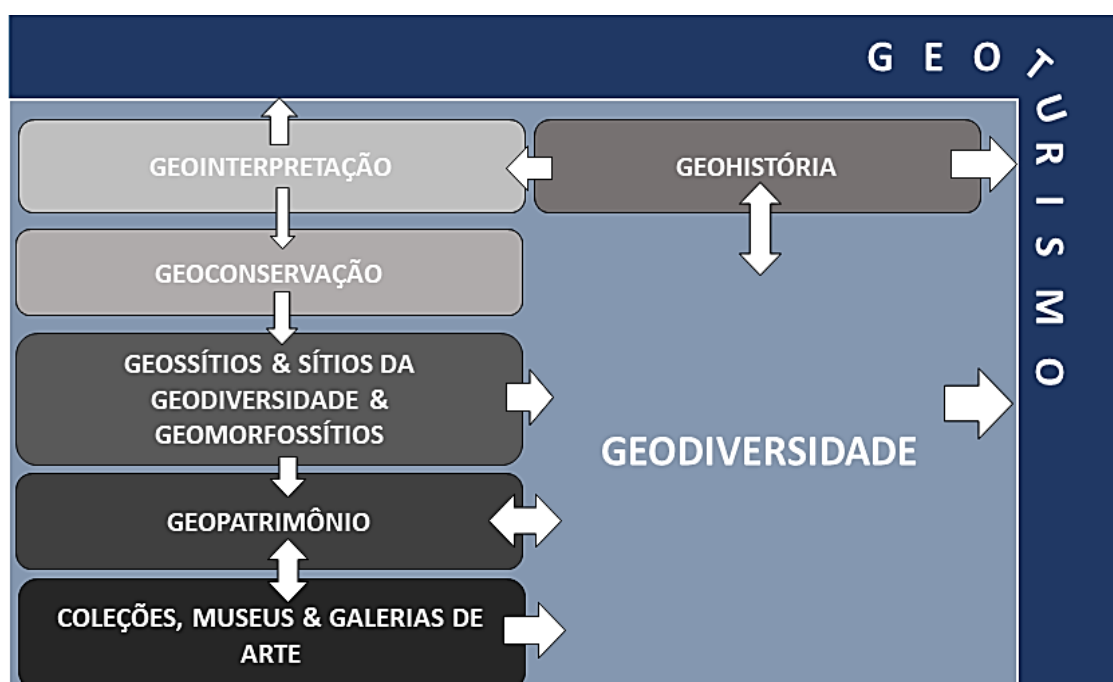


Figura 5 – Representação topológica mostrando as inter-relações de geointerpretação, geo-história, geoconservação, geoturismo e geodiversidade.
 Fonte: Adaptado de Hose (2018).

Estes quatro aspectos foram selecionados a partir de uma variedade de elementos do geoturismo, incluindo geoatrações, geocoleções, geodiversidade, geoeducação, geopatrimônio, geomídia, geossítios e geomorfossítios e geoturistas, mas é a geoconservação e geointerpretação os elementos que sustentam a abordagem e a prática de geoturismo sustentável.

2.3.8 GEOPARQUES

A história de proteger regiões com paisagens naturais e suas belezas cênicas têm sua primeira ação nos fins do século XIX, com a publicação do projeto de lei Yosemite Grant em 1864, pelo governo dos Estados Unidos, que define que o vale de Yosemite e o Bosque Mariposa sejam mantidos para o uso público, como resort e recreação em concessão para o estado da Califórnia.

No dia 1º de março de 1872, o governo federal norte-americano, através de projeto de lei, criou o Parque Nacional de Yellowstone, sendo a segunda ação de preservação de um espaço natural que estava ameaçado pela exploração descontrolada de seus recursos naturais.

No século XX, foram realizadas duas ações importantes pela UNESCO, a primeira, em 26 de outubro de 1976, para designar o parque Yellowstone como Reserva da Biosfera; e a segunda, em 8 de setembro de 1978, quando a comunidade científica o reconheceu como Patrimônio Mundial ou Patrimônio da Humanidade.

A conscientização, em nível mundial, para preservar o ambiente natural do processo de urbanização e industrialização surge no período pós-Segunda Guerra, com a criação da UNESCO, considerada a agência “intelectual” da Organização das Nações Unidas (ONU).

A missão da UNESCO consiste em contribuir para a consolidação da paz, a erradicação da pobreza, o desenvolvimento sustentável e o diálogo intercultural, por meio da educação, das ciências, da cultura, da comunicação e do treinamento. Nas suas ações de trabalho, a entidade, desde sua criação, teve como preocupação crescente, por meio de conferências e reuniões, defender a preservação do patrimônio cultural e natural mundial.

Em 16 de novembro de 1972, em sua conferência geral, realizada em Paris, foram definidos o que seriam considerados patrimônio cultural e patrimônio natural. Dessa maneira, anunciou-se de forma inédita, bem documentada e com ampla divulgação em nível mundial que formações geológicas são classificadas como sítios naturais, os quais devem ser preservados, conservados e protegidos.

Conforme a UNESCO (1972, p. 2), em seu artigo 2º, considera-se patrimônio natural:

Os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de tais formações com valor universal excepcional do ponto de vista estético ou científico;
As formações geológicas e fisiográficas e as zonas estritamente delimitadas que constituem *habitat* de espécies animais e vegetais ameaçados, com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação;
Os locais de interesse naturais ou zonas naturais estritamente delimitadas, com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência, conservação ou beleza natural.

Após essa convenção, no ano de 1976, foi criado o Comitê do Patrimônio Mundial e, no ano de 1978, foi publicada a primeira lista com 12 sítios de valores excepcionais que foram elevados à categoria de Patrimônio Mundial. Nessa lista, quatro sítios são classificados na categoria de bens naturais devido às suas destacadas formações geológicas e geomorfológicas.

Esses sítios naturais são: o Parque Nacional de Yellowstone (Estados Unidos da América), onde ocorrem fenômenos geotérmicos como os gêiseres; o Parque Nacional de Simien (Etiópia), devido à erosão secular que forma um relevo muito diferenciado; o Parque Nacional de Nahanni (Canadá), que apresenta grandes cânions e cascatas e um conjunto de cavernas cársticas; e o Arquipélago de Galápagos (Equador), que é de origem vulcânica.

Da primeira lista, publicada em 1978, a cada reunião anual, o comitê do patrimônio mundial indica as regiões, as áreas ou os parques que serão elevados à categoria de patrimônio natural mundial e que devem ser protegidos pelos estados-membros. Essa crescente conscientização de proteção da natureza repercute 13 anos depois, com a organização do primeiro evento internacional que discutiu a proteção do patrimônio geológico.

O 1º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, que ocorreu entre os dias 11 e 13 de junho de 1991, na cidade Digne-les-Baine, na França, teve como participantes mais de 100 especialistas oriundos de 30 países de vários continentes, que discutiram sobre a importância de proteger a memória da Terra.

Nesse simpósio, foi assinada a “Declaração dos Direitos à Memória da Terra”, que define que o momento de preservar e proteger o patrimônio natural registrado em paisagens e rochas havia começado. Portanto, era o momento de cuidar do patrimônio geológico através de medidas legais, financeiras e organizacionais. Assim surge o conceito de Geoparque e o Projeto Geosites (BRILHA, 2005).

No ano de 1992, foi criada a Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico (ProGEO), com o objetivo de incentivar a conservação do patrimônio geológico (geoconservação) e a proteção de sítios e paisagens de interesse geológico na Europa (LIMA, 2008).

No 2º Simpósio Internacional sobre Conservação Geológica, que ocorreu em Roma, no ano de 1996, surge outra iniciativa internacional, denominada Projeto Geosites, e é estabelecido o grupo de trabalho: GGWG – Global Geosites Working Group, da União Internacional das Ciências Geológicas IUGS, com o objetivo de:

a) elaborar um inventário global e informatizado dos sítios geológicos de interesse global;

b) promover uma política de proteção e apoio às ciências geológicas, em nível regional e nacional; e

c) estabelecer critérios e assessorar as iniciativas regionais e locais para realização de inventários (PEREIRA, 2010, p. 24).

Este substituiu o antigo projeto Global Indicative List of Geological Sites (GILGES), que foi a primeira tentativa de seleção de sítios de interesse geológico com status de patrimônio mundial, que se mantinha sob amparo das seguintes instituições: União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), UNESCO, Programa Internacional de Geociências (IGCP) e União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (RUCHKYS, 2007).

No 30º Congresso Internacional de Geologia, realizado em Pequim, em 1996, durante o Simpósio sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, após intenso debate entre os geólogos G. Martini (França) e N. Zouros (Grécia), surgiu uma proposta de proteção e promoção simultânea do patrimônio geológico europeu e do desenvolvimento econômico sustentável local por meio da criação de uma rede de geoparques (ZOUROS, 2004).

Essa foi a primeira vez que o desenvolvimento sustentável de um território estava sendo considerado como um pressuposto para o êxito de uma estratégia de conservação. Nesse esforço, as principais diretrizes usadas foram as da UNESCO, por meio da divisão de Ciências da Terra, iniciativa que começou no ano de 1997, com a criação do programa de Geoparques (ZOUROS, 2004).

Os geoparques complementam à lista do patrimônio mundial tombado pela UNESCO, com propostas diferentes de proteção, o projeto Geoparques trabalha com

sinergia com o Centro de Patrimônio Mundial, a Rede Mundial de Reservas da Biosfera e com as organizações internacionais atuantes na conservação do patrimônio geológico (MOREIRA, 2008; 2014).

Na 29ª Conferência Geral, no ano de 1997, a UNESCO iniciou o desenvolvimento do Projeto Geoparques, baseado em fontes europeias, com todas as ações para a conservação do patrimônio geológico, até então desenvolvidas em nível mundial, apresentadas à comunidade geocientífica no ano de 1999 (RUCHKYS, 2007).

A Rede Europeia de Geoparques (REG) foi estabelecida em junho de 2000 pela iniciativa de quatro geoparques:

- a) Reserve Géologique de Haute-Provence – França;
- b) Natural History Museum of Lesvos Petrified Forest – (Ilha de Lesbos) Grécia;
- c) Geopark Gerolstein/Vulkaneifel – Alemanha;
- d) Maestrazgo Cultural Park – Espanha.

Esses geoparques assinaram uma convenção na Ilha de Lesbos, na Grécia, em junho de 2000, declarando a criação da REG. O objetivo dessa designação geral foi partilhar informações e experiências, bem como a definir ferramentas comuns.

Em 20 abril de 2001, a REG assinou com a UNESCO (Divisão de Ciências da Terra) um acordo oficial de colaboração, colocando a rede sob os auspícios da organização.

No dia 13 de fevereiro de 2004, uma reunião de Geoparques foi realizada na sede da UNESCO, em Paris, da qual participaram membros do Conselho Científico do IGCP, representantes da União Geográfica Internacional (IGU) e da IUGS, e peritos internacionais. A reunião tratava sobre a conservação e promoção do patrimônio geológico. Os seguintes itens foram discutidos e decididos:

- a) Apresentação e criação das “Diretrizes Operacionais para Geoparques que procuram assistência da UNESCO” (Rede Global de Geoparques);
- b) Estabelecimento de uma Rede Global de Geoparques;
- c) Fundação de um Gabinete de Coordenação para a Rede Global da UNESCO de Geoparques no Ministério da Terra e Recursos, em Pequim, na China.

Em 29 de outubro de 2004, no enquadramento dos parâmetros do acordo de colaboração de abril de 2001 e de fevereiro de 2004 firmado entre a Divisão de Ciências da Terra da UNESCO e a REG, as duas entidades assinaram a Declaração

de Madonie, que define como sendo representante oficial da Rede Global de Geoparques da UNESCO a *European Geoparks Network* (EGN). A EGN é a entidade que aceita ou rejeita a candidatura de geoparques na Europa e será a referência a ser seguida para a criação de outras redes continentais de Geoparques.

Com essa declaração, a EGN torna-se uma referência para a criação de semelhantes redes de geoparques em outros continentes. Um exemplo de rede bem-sucedida é a Ásia-Pacífico de Geoparques (APGN), com destacada atuação nessa região para divulgar e estimular a criação de geoparques nos países-membros e interessados nessa nova categoria de turismo.

O conceito de geoparques, segundo o site da Global Geoparks Network (GGN, 2023), é “[...] são áreas geográficas únicas e unificadas onde locais e paisagens de importância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável”. Esses sites de herança da Terra são parte de um conceito integrado de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. De acordo com o site da GGN, “Um Geoparque atinge seus objetivos através de uma abordagem tripartida: geoconservação, geoeducação e geoturismo” (GGN, 2023).

O princípio do conceito de geoparques propõe uma forma de proteger e promover o patrimônio geológico de uma região ou área que possua como destaque a sua geologia, além de viabilizar o desenvolvimento sustentável local (SCHOBENHAUS; SILVA, 2012). Nesse contexto, os termos “geossítios”, “patrimônio geológico”, “geoconservação”, “geodiversidade”, “geoturismo” e “desenvolvimento sustentável” estão diretamente relacionados ao termo “geoparque”.

Atualmente, existem 169 geoparques em 35 países, formando a GGN, sendo que a rede europeia tem 88 geoparques em 25 países. A China sedia o maior número, com 41 geoparques, e o gabinete de coordenação da rede global de geoparques está localizada na cidade de Digne les Bains – França (GGN, 2023).

No Brasil, o conceito de geoparque segue pouco divulgado, mas o serviço geológico nacional, em sua missão de gerar e disseminar conhecimento geocientífico, publicou os volumes 1 e 2 com os resultados do Projeto Propostas de Geoparques no Brasil, com a proposição de novas áreas com esse potencial.

Ambos têm sido muito utilizados pelas universidades em suas pesquisas sobre o tema. Entretanto, a efetiva construção e consolidação do conceito e a implantação de geoparques no Brasil depende intrinsecamente de ações conjuntas da iniciativa pública e privada, com o apoio das comunidades locais.

O país possui áreas com grande potencial para a criação de geoparques. Isso se dá por sua grande extensão territorial, pela diversificada geodiversidade e por possuir testemunhos de praticamente toda a história geológica do planeta. Somada a isso, existe a presença de sítios não geológicos, porém de importância ecológica, arqueológica, histórica ou cultural.

No ano de 2006, foi criado o Projeto Geoparques, cujas premissas básicas são a identificação, o levantamento, a descrição, o diagnóstico e a ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional, bem como o inventário e a quantificação de geossítios (SCHOBENHAUS; SILVA, 2012).

Naquele mesmo ano, foi aprovado pela GGN o Geopark do Araripe, no sul do estado do Ceará, com o fundamental apoio do governo do estado e da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Educação Superior, coordenado pela Universidade Regional do Cariri (URCA) (LIMA, 2008).

O Geopark do Araripe tem uma área de 3,8 mil quilômetros quadrados e nove geossítios com valor paleontológico, geológico e histórico, que são: Ponte de Pedra, Pedra Cariri, Pontal de Santa Cruz, Parque dos Pterossauros, Colina do Horto, Cachoeira de Missão Velha, Floresta Petrificada, Riacho do Meio e Batateiras.

Em 2012, a CPRM publicou o primeiro volume do livro *Geoparques do Brasil – Propostas*, das quais 14 propostas relacionam-se ao Projeto Geoparques. Três propostas adicionais dessa publicação são contribuições externas: Campos Gerais (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG e Minérios do Paraná – MINEROPAR), Guarulhos (Prefeitura de Guarulhos – SP) e Costões e Lagunas do Rio de Janeiro (Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro – DRM) (SGB, 2023b).

Um segundo volume do livro *Geoparques do Brasil – Propostas* encontra-se em editoração e deverá conter dez propostas de geoparques do Projeto Geoparques, e uma proposta externa apresentada pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM (SGB, 2023b).

Atualmente o Brasil conta com quatro geoparques pertencentes à Rede Global de Geoparques (GGN) no ano de 2022 foram chancelados pela UNESCO dois territórios o Geoparque Seridó, localizado no Rio Grande do Norte e o Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul localizado entre o estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. E no ano de 2023 mais dois foram chancelados pela UNESCO no estado do Rio Grande do Sul os geoparques Quarta Colônia e Caçapava.

2.3.9 GEOSSÍTIOS + SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE = PATRIMÔNIO GEOLÓGICO OU GEOPATRIMÔNIO

O conceito de geossítios e de sítios geológicos, segundo Brilha (2005), é: lugares ou pontos de interesse geológico que tenham valor diferenciado em relação ao meio onde estão inseridos, pelo seu destacado interesse científico, educativo, cultural e turístico.

Os geossítios representam as ocorrências *in situ* de partes da geodiversidade de alto valor científico, constituindo parte do patrimônio geológico.

Existem outros valores da geodiversidade que não apresentam valor científico significativo, mas são importantes recursos para a educação e para o turismo. Estes, quando encontrados *in situ*, são denominados sítios da geodiversidade.

O Brasil tem uma geodiversidade complexa e singular, devido à sua grande extensão territorial e a uma complexa e longa história geológica que envolveu a superposição de muitos eventos geotectônicos de fragmentação, separação, choques e/ou subducção de placas tectônicas que transformam e modificam as massas continentais globais. Assim, o território brasileiro apresenta uma das mais complexas e variadas geologias do mundo (SILVA *et al.*, 2008). Somente uma pequena parte da geodiversidade – parcelas especiais que constituem locais-chave para o entendimento da história, da dinâmica e da vida na Terra desde a sua formação – deve ser preservada para futuras gerações e tem valor relevante para justificar a implementação de estratégias de geoconservação (BERBERT-BORN, 2016).

O patrimônio geológico é um recurso natural, não renovável, cujo conhecimento sistemático era escasso no Brasil. A partir do ano de 1997, esse panorama foi alterado, pois, com a criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos Paleobiológicos (SIGEP), começou-se um trabalho inédito de identificação, avaliação,

descrição dos sítios geológicos e posterior publicação sobre eles. A principal atribuição da comissão foi gerenciar o cadastro nacional e disponibilizar essas informações ao público interessado por meio da sua principal ferramenta, a internet.

O SIGEP suspendeu, em agosto de 2012, o recebimento de novas propostas de geossítios devido à publicação da Portaria nº 170, de 20 de junho de 2012, que institui o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) de Sítios Geológicos e Paleontológicos, para tratar do procedimento sobre o gerenciamento ou a proposição de sítios geológicos e paleontológicos, de forma a impulsionar a identificação, bem como permitir a preservação, divulgação, valorização e o uso de sítios representativos do patrimônio geológico e paleontológico brasileiro.

Os geossítios e sítios da geodiversidade, inventariados no bioma Pampa transfronteiriço, têm valor científico relevante, e sua importância para a comunidade local e turística justifica a urgência de implementação de estratégias de geoconservação.

O termo Geoheritage traduzido de forma literal significa geopatrimônio que seria teoricamente sinônimo de patrimônio geológico ou de um termo alternativo monumentos geológicos, sendo estes dois últimos considerados mais restritivos, pois entende-se como a palavra “geológico” uma forma de referir-se a apenas as características geológicas.

O conceito de patrimônio geológico é definido por Muñoz (1988, p. 85-100) como:

Constituído por georrecursos culturais, não renováveis, de índole cultural, que contribuem para o reconhecimento e interpretação dos processos geológicos que modelaram o Planeta Terra e que podem ser caracterizados de acordo com seu valor (científico, didático), pela sua utilidade (científica, pedagógica, museológica, turística) e pela sua relevância (local, regional, nacional e internacional).

Assim Sharples (2002) foi o primeiro a definir geopatrimônio como aquelas partes da geodiversidade do planeta que podem ser especificamente identificadas como tendo importância para a geoconservação.

Anteriormente Cendrero (1996) definiu o patrimônio geológico como: "o conjunto de recursos naturais, não renováveis, sejam formações rochosas, estruturas geológicas, acumulações sedimentares, formas de terra, ou depósitos minerais, petrológicos ou paleontológicos, que permitam reconhecer, estudar e interpretar a

evolução da história da Terra e dos processos que a moldaram, com seu correspondente valor científico, culturais, educacionais, paisagísticos ou recreativos".

E no ano de 1996 Gallego e García Cortés elaboraram de forma quase idêntica a seguinte definição "o conjunto de recursos naturais não renováveis de natureza científica, cultural ou educacional, sejam formações e estruturas geológicas, formas de terra, depósitos paleontológicos e minerais, que nos permitam reconhecer, estudar e interpretar a evolução da história geológica da Terra e os processos que a moldaram".

Brilha (2005) define patrimônio geológico como "o conjunto dos geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região".

No entanto, o conceito é posteriormente redefinido pelo mesmo autor (2016, p. 120) como: "um conjunto de ocorrências *in situ* (geossítios) em uma determinada região, incluindo os elementos de geodiversidade *ex situ* (coleções em museus) que tem valor científico, reconhecidos pela comunidade científica nacional e/ou internacional".

Carcavilla *et al.* (2008) cita que diferentes autores da escola espanhola no ano de 2001 após uma revisão crítica definiram patrimônio geológico como "o conjunto de recursos naturais do Gaia, não renováveis, caracterizados por uma composição e processos constitutivos que, operando na escala de tempo geológico, têm um interesse singular para o conhecimento científico e cultural da história da Terra".

Segundo Brilha (2016), geossítio é a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade, aflorantes por resultado da ação de processos naturais ou por meio da intervenção humana, bem delimitada geograficamente e que possua excepcional valor científico, podendo ter outros valores associados.

O autor ainda define sítio de geodiversidade por meio da ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade, bem delimitado geograficamente e com um excepcional valor educacional, estético e cultural.

O conceito de patrimônio geológico definido pela ASGMI (2018) é "o conjunto de locais e/ou elementos geológicos, de uma área, região, país ou supranacional, que apresenta valor científico, educativo e/ou turístico e que é necessário preservar e transmitir às gerações futuras" e este deverá ser utilizado pelos países associados em seus programas de inventários nacionais.

Como o trabalho de pesquisa abrange além do Brasil, países como Argentina e Uruguai foi adotado o conceito proposto nas publicações do IGME *Cuadernos del Museo Geominero* (CARCAVILLA URQUI *et al.*, 2007) e da ASGMI *Bases para el Desarrollo común del Patrimonio Geológico em los Servicios Geológicos de Iberoamérica* (2018), nos quais se define “patrimônio geológico” como sendo “o conjunto de geossítios e sítios da geodiversidade inventariados na área de estudo e que precisam ser conservados, protegidos e preservados, mesmo os com relevância regional/local”.

2.3.10 GEOFOOD®

O conceito *GEOfood®* é uma iniciativa internacional dirigida pelos Geoparques Globais da UNESCO que envolve comunidades locais para construir narrativas focadas na conexão entre geologia e alimentação. O termo, portanto, não é “uma outra marca de comida local” (UNESCO, 2021a).

Essa iniciativa tem o seu percurso dentro dos valores dos Geoparques Globais da UNESCO, baseados no envolvimento das comunidades locais e em ações de desenvolvimento sustentável na educação, negócios e investigação (UNESCO, 2021a; e MAGMA GEOPARK, 2010).

O projeto *GEOfood®* possui marca registrada (®) por meio do Escritório de Propriedade Intelectual da União Europeia (European Union Intellectual Property Office – EUIPO), sob o número 018163331, de 22 de maio de 2020 (RAMOS; MOREIRA, 2021).

O *GEOfood®* tem como missão apoiar as empresas locais, educar os visitantes e habitantes do geoparque e realizar pesquisas para o desenvolvimento de ferramentas inovadoras para o desenvolvimento sustentável, e foi pensado como uma das possíveis respostas do geoparque para atender aos desafios agrícolas mundiais detectados pelas Nações Unidas no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNSDG) e especificamente da FAO (Agência da Organização das Nações Unidas para a Agricultura Alimentar).

Assim, trata-se de uma marca com direitos autorais que certifica produtores locais e restaurantes dentro dos territórios do Geoparque Global da UNESCO.

Os critérios e manifestos são comuns a todos os membros com base no abastecimento alimentar de cadeia curta e processo de produção sustentável para reduzir o impacto climático e apoiar as comunidades locais (UNESCO, 2021a).

Existe a grafia *GEOfood®* proposto no projeto coordenado pelo Magma Geoparque, e a grafia *geofood*, referente ao conceito de produção gastronômica associada ao patrimônio geológico.

Assim, o termo *geofood* refere-se a um produto gastronômico com referências ao patrimônio geológico a que está associado, sendo considerado uma classificação mercadológica, mas também um subsídio complementar à interpretação do geoparque visitado (RAMOS; MOREIRA, 2021).

No caso do termo *GEOfood®* o prefixo “geo” dá significado ao alimento por meio do cruzamento das histórias, tradições e patrimônio das comunidades locais, cruzadas com a peculiaridade geológica de cada área do geoparque, de modo a enfatizar a forte conexão e intercorrelação entre a biodiversidade e geodiversidade deste território (UNESCO, 2021a), visando assim à conscientização sobre a importância dos recursos locais, tanto bióticos como abióticos.

A proposta é de forma inovadora, ligar toda a população-alvo à história geológica e à investigação em curso no território através da comida, por ser uma “linguagem internacional” que todos conseguem compreender. Por meio da comida vamos ligar os geoturistas ao solo, a natureza e assim fortalecer a educação alimentar com em busca de uma alimentação saudável e com o uso responsável dos recursos naturais (UNESCO, 2021a).

O *GEOfood®* é reservado aos territórios dos Geoparques Globais da UNESCO (incluindo locais multidesignados pela UNESCO).

A iniciativa agrupa alguns Geoparques Globais da UNESCO, apoiando-os a desenvolver redes alimentares locais em torno de critérios e valores estabelecidos, valorizando a identidade local, apoiando novas possibilidades turísticas e ofertas educativas baseadas no peculiar patrimônio geológico e cultural.

O programa é uma resposta aos desafios agrícolas mundiais futuros detectados pelas Nações Unidas no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UNSDG) e define a “qualidade do sabor” dos alimentos com base nas tradições locais e saberes ancestrais, ligados ao património geológico que vai caracterizando cada território.

A missão *GEOfood®* é apoiar o desenvolvimento sustentável das comunidades locais, potencializando as ações para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU as ODS (ANEXO A) e está se expandindo, e vários Geoparques Globais da UNESCO adotaram a marca para promover a conexão entre o património geológico único dos Geoparques e as tradições gastronômicas locais.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS OPERACIONAIS

A classificação da pesquisa, quanto a sua natureza, é aplicada, pois gera conhecimentos que podem ser utilizados para a solução de problemas específicos (GEHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto aos objetivos é definida como pesquisa descritiva, por descrever as características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados e observação sistemática do objeto das amostras (SILVA; MENEZES, 2005).

No tipo de abordagem, a pesquisa é fundamentalmente qualitativa, pois busca a interpretação dos fenômenos e atribuição de significados, não exigindo o uso de métodos e técnicas estatísticas, sendo o ambiente natural a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador o instrumento-chave (SILVA; MENEZES, 2005).

Nessa abordagem, o objetivo central da pesquisa é entender a explicação de algum fenômeno. Ou seja, há subjetividades e nuances que não são quantificáveis. Além disso, o processo e seu significado são os focos principais da abordagem.

Enquanto isso, na forma quantitativa, a pesquisa demonstra em números as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas com o uso de técnicas estatísticas, segundo Gerhardt e Silveira (2009).

Assim, a função da abordagem quantitativa é apresentar resultados a partir de uma estrutura, como tabelas e gráficos e, com isso, analisar fenômenos a partir de quantificações, normalmente através de ferramentas estatísticas.

Considerando que o objeto do estudo, é a avaliação do patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço, optou-se pela abordagem qualitativa e quantitativa, concomitantemente, permitindo a interpretação de processos ou fenômenos naturais, bem como análise dos resultados e a dimensão do valor do patrimônio geológico e o grau do risco de degradação que está submetido.

Quanto aos procedimentos da pesquisa, foram utilizados procedimentos técnicos, operacionais e tecnológicos, de forma sistemática, exigidos na execução do projeto.

Complementando o processo metodológico, os resultados são apresentados através das análises dos dados e proposição de ações na forma de sistema de gestão.

O processo metodológico adotado está sintetizado na Figura 6. Contudo, o detalhamento dos procedimentos e resultados são desmembrados e apresentados no fluxograma de trabalho.

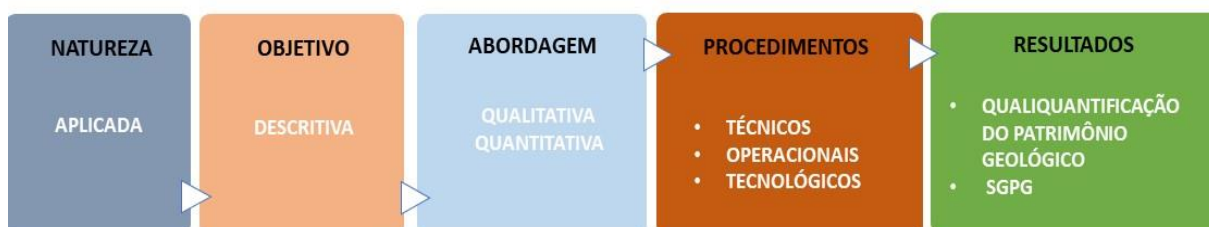


Figura 6 – Processo metodológico adotado para a pesquisa de doutorado.
Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A etapa procedimentos metodológicos mostra o conjunto de ações relacionadas à escolha dos procedimentos técnicos, operacionais e tecnológicos utilizadas nesta fase da pesquisa científica para construção, desenvolvimento e conclusão mostrando os resultados.

Os procedimentos metodológicos utilizados seguem normas e técnicas usualmente aplicadas em trabalhos científicos e tem como objetivo sistematizar, descrever e apresentar como o estudo foi realizado.

Após a definição de suas características conceituais e metodológicas, a pesquisa deverá executar na etapa 1 procedimentos técnicos/operacionais as seguintes tarefas: pesquisa e revisão bibliográfica, levantamento de campo, caracterização do meio abiótico, inventário, descrição e análise do patrimônio geológico.

Na etapa 2 denominada de procedimentos tecnológicos as tarefas são realizadas utilizando programas e aplicativos específicos para organização cartográfica, análise de imagens de satélite e editoração de mapas. Para execução realizou primeiro a seleção das bases cartográficas e depois a edição e organização do ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) com uso do ArcGIS.

Após esta fase é editado o arquivo no formato shapefile com a geolocalização e dados espaciais dos geossítios e sítios da geodiversidade, este arquivo é convertido no formato kmz/kml para a visualização e espacialização de dados geográficos e geológicos com o uso programa *Google™ Earth Pro*.

Com a aplicação de técnicas de geoprocessamento e o uso do sensoriamento remoto é realizada a análise e a relação destes sítios geológicos com o ambiente natural e construído em que está inserido.

E na etapa resultados é apresentado a qualiquantificação do patrimônio geológico inventariado estes dados são interpretados e analisados em conjunto com as informações obtidas nas duas etapas anteriores, subsidiando a elaboração do sistema de gestão do patrimônio geológico (SGPG).

A síntese interpretativa é análise dos resultados da pesquisa para demonstrar se a pergunta proposta no item “problema a ser abordado”, e se as duas hipóteses formadas foram respondidas de forma integral, parcial ou não.

O fluxo de trabalho contendo em progressão as três etapas com o grupo de tarefas seqüências que foram realizados ao longo da pesquisa para a proposição de um conjunto estratégias de geoconservação para a preservação e proteção do patrimônio geológico do Pampa está apresentado na Figura 7.

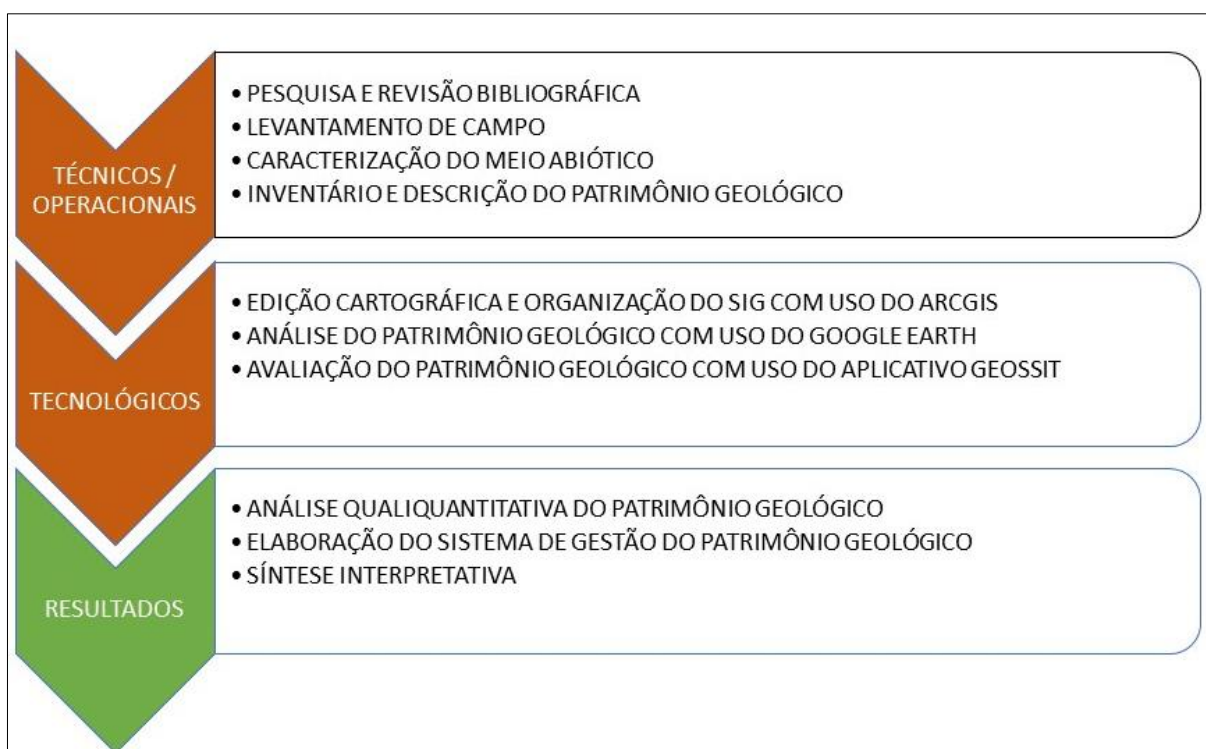


Figura 7 – Fluxograma de trabalho mostra as três etapas e as tarefas realizadas para execução da pesquisa de doutorado.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

3.1 TRABALHO DE LABORATÓRIO

Nesta seção será apresentado as etapas realizadas em laboratório, a primeira foi a revisão e a pesquisa bibliográfica sistemática, depois foi realizado a busca pelas bases cartográficas para elaboração e edição dos mapas, estas informações cartográficas foram organizadas e armazenadas em ambiente SIG, e por fim a apresentação das duas fases executadas para a organização, planejamento e realização dos trabalhos de campo.

3.1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na forma dos procedimentos técnicos ou métodos de ações para a aquisição de dados e informações, as pesquisas bibliográficas, a partir do levantamento de estudos, publicados por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de websites, são fundamentais para o pesquisador conhecer o estado da arte sobre o tema em pesquisa.

Com o uso permanente das referências bibliográficas associado aos dados de campo, o pesquisador poderá: aprimorar os fundamentos teóricos, gerar matriz de resultados, gerar documentos cartográficos e memorial fotográfico, e realizar o diagnóstico e a análise ambiental para elaborar as considerações e recomendações que a pesquisa propôs nos objetivos gerais e específicos.

A metodologia científica é a forma organizada e instrumentalizada para estruturar o projeto de doutorado, cujo primeiro procedimento foi consultar as referências bibliográficas, realizando a revisão e atualização conceitual, com base no que foi publicado sobre o objeto de estudo.

Essas fontes primárias, secundárias ou terciárias são confiáveis para responder o problema do objeto e para estudar, comprovar ou testar as hipóteses previstas e propor soluções para o problema apresentado (SOUSA *et al.*, 2021).

Nesta tese a condução da pesquisa utiliza de artigos científicos e livros elaborados por pesquisadores da tradicional escola inglesa como Murray Gray (2004, 2008, 2013 e 2021) que trabalha com o tema geodiversidade e suas relações com a geociência, Jonh E. Gordon (2018, 2019 e 2021), que define os princípios da geoconservação e gestão de áreas protegidas, e Thomas Hose, que propõe o termo

geoturismo e sua relação com os três Gs, que são a geo-história, a geoconservação e a geointerpretação (1997, 1998, 2005 e 2012).

Outro importante pesquisador consultado para o desenvolvimento desta tese foi o geólogo José Brilha, da Universidade do Minho, que publicou o livro abordando o surgimento e evolução dos conceitos de patrimônio geológico e de geoconservação nos anos de 2005 e 2018. Esse autor propôs uma metodologia para inventariar e avaliar de forma quantitativa geossítios e sítios da geodiversidade em artigo publicado no ano de 2016. Esse método é utilizado como base para o desenvolvimento do Geossit, aplicativo utilizado na presente pesquisa para avaliar o patrimônio geológico do bioma Pampa transfronteiriço.

Além desse método, também foi empregado, para a avaliação do patrimônio geológico, o método proposto em documento técnico redigido em 2013 por Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí, geólogos especialistas na área de investigação do patrimônio geológico e mineiro do Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Tal método foi utilizado e adaptado no Geossit para mensurar os parâmetros de valorização dos LIGs inventariados no Pampa.

Para abordar o conceito de bioma e biorregiões, foi consultado o site da organização One Earth e pesquisadores especialistas na biodiversidade do Pampa, como Chomenko (2007), Pillar et al (2009), Bilenca & Miñarro (2004) e Miñarro et al (2006).

Na abordagem de conceitos como geodiversidade e geoparques, foram consultados os trabalhos produzidos pelos pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil em Silva (2008) e Schobbenhaus & Silva (2012).

E, por fim, as teses consultadas consideradas essenciais para elaborar o projeto da presente pesquisa, bem como para desenvolvê-la, foram as publicadas por Úrsula Ruchkys (2007), Jasmine Moreira (2008) e Ricardo Pereira (2010).

3.1.2 CARTOGRAFIA E ORGANIZAÇÃO DO SIG

Os insumos básicos fundamentais na pesquisa nas geociências são os de origem cartográfica, como imagens de satélite. As que foram utilizadas são do programa de missões de satélite de observação da Terra do Landsat e da missão topográfica radar Shuttle (SRTM), que recobrem a área de estudo.

As imagens destes dois programas foram obtidas em sites institucionais e governamentais: Serviço Geológico do Brasil (SGB), Instituto Brasileiro de Pesquisa e Geografia (IBGE), Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI-INPE), United States Geological Survey (USGS) e National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Outros importantes insumos cartográficos são mapas com dados de infraestrutura, limites administrativos e geográficos, clima, recursos hídricos, geológicos, geodiversidade, geomorfológico e relevo, solos, biomas e sobre o uso da terra e cobertura vegetal que foram obtidos em sites governamentais de ministério, agências e dos serviços geológicos do Brasil, Argentina e Uruguai.

Na etapa de elaboração dos mapas temáticos em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foram utilizados notebook DELL com processador, modelo Intel® Core™ i7, com robusta capacidade de processamento dos programas ArcGIS e Google Earth, e dois monitores com 27", otimizando a dinâmica de análise de dados espaciais, uso de planilhas, editores de imagens e elaboração de textos.

As interpretações, análises, tratamento e processamento das imagens de satélites foram feitas utilizando o programa ArcGIS, possibilitando assim visualizar, explorar e gerenciar os dados em ambiente SIG, e como ferramenta, auxiliar na visualização e espacialização do patrimônio geológico.

O aplicativo Google Earth tem excelente capacidade de espacialização de informações ambientais.

O ArcGIS 10.7.1 é utilizado para o trabalho em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG), na construção do banco de dados e na editoração dos produtos cartográficos em diferentes escalas.

O Google™ Earth Pro é uma ferramenta auxiliar para a visualização e espacialização dos geossítios e sítios da geodiversidade que foram cadastrados em campo no Brasil e Uruguai. Este aplicativo foi utilizado para localizar e buscar as coordenadas geográficas, latitude e longitude dos geossítios situados na Argentina na análise dos ambientes naturais de forma integrada.

O sistema de coordenadas utilizado foi UTM, *datum* SIRGAS 2000, e a escala cartográfica, para esta fase do estudo, depende da base de dados consultada, mas sempre foi oportuna para o reconhecimento e a espacialização dos geossítios e sítios

da geodiversidade e dos aspectos do meio abiótico que forma o extenso território do Pampa.

Na elaboração do mapa de localização, foram usados os bancos de dados do IBGE, do IGN e do WWF. Apesar desses três disponibilizarem estes arquivos em escalas diferentes, neste trabalho, para a edição e montagem do layout, a escala utilizada foi de 1: 7.000.000.

No mapa de classes climáticas, utilizaram-se como base os dados vetoriais do mapa de clima do Brasil (IBGE, 2002) na escala 1:5.000.000, e imagem da Argentina e Uruguai (BECK et al., 2018) contendo a classificação climática segundo Köppen-Geiger para a edição e montagem do layout na escala de 1:7.000.000.

O mapa com a distribuição das bacias hidrográficas utilizou como base de dados os arquivos vetoriais disponibilizados pelo projeto HydroSHEDS em sua página na internet, que disponibiliza de forma gratuita produtos em formato GIS contendo dados digitais globais hidrográficos para uso em pesquisas e aplicações hidroecológicas.

As imagens de satélites foram obtidas da base de dados disponibilizada pela Esri®ARcMapTM, e a escala utilizada é de 1:10.000.000 para edição e montagem do layout do mapa contendo as bacias hidrográficas do bioma Pampa.

Com relação aos mapas geológicos, o simplificado foi elaborado com base cartográfica nos mapas de biomas (IBGE,2017), e o da América do Sul (GÓMEZ et al., 2016), em imagens de satélites. Esses produtos forneceram informações que foram interpretadas, analisadas e depois editadas com o uso do ArcGIS 10.7.1 e do Google Earth Pro 7.3.4.

Para elaborar o mapa da geodiversidade, foi utilizando como base arquivos vetoriais organizados em padrão SIG contendo dados do mapa geológico simplificado do bioma Pampa, e a escala utilizada, para a edição e montagem do layout foi de 1:5000.000.

A representação do relevo da área de estudo utilizou como base o mapa de macroformas do relevo da América do Sul na escala 1:30.000.000, publicado pelo Ross et al. (2016 e 2019), bem como o mapa geológico de autoria do Gómez et al (2016). Para a montagem do layout e edição, a escala utilizada foi de 1:5.000.000.

Para a montagem do mapa hipsométrico ou de altitude, foi utilizado o modelo de elevação global aprimorado da Global Multiresolution Terrain Elevation Data (GMTED – 2010), disponibilizado pela USGS, e a escala final de publicação do mapa foi de 1:5.000.000.

O mapa de solos foi elaborado usando o banco de dados de solos e terrenos para a América Latina e o Caribe publicados por Dijkshoorn et al. (2005), bem como a descrição das unidades descritas no atlas de solos da América Latina e do Caribe (escala 1:3.00.000), de autoria de Montanarella et al. (2015).

A legenda foi elaborada utilizando o sistema brasileiro de classificação de solos, de autoria de Santos et al. (2018), e para a montagem do layout e edição do mapa, a escala é de 1:5.000.000.

Na edição do mapa de padrão de uso da terra e distribuição da cobertura vegetal, foram utilizados os dados vetoriais disponibilizados pelo projeto MAPBIOMAS (BAEZA et al., 2022), e a legenda foi baseada na publicação do IBGE do ano de 2013. O mapa foi elaborado com o uso de imagens Landsat com resolução de 30 metros, com séries temporais de mais de 30 anos. A base de dados e a metodologia de interpretação foram obtidas do projeto MAPBiomias Pampa Trinacional (BAEZA et al. 2022), e o aplicativo de edição é o ArcGIS. A escala utilizada na publicação final do mapa foi de 1:5.00.000.

As figuras contendo a posição dos geossítios e sítios da geodiversidade no bioma Pampa utilizou a escala de 1:5.000.000 e foi compartimentado por país. No Pampa do Brasil, utilizou-se a base vetorial do banco de dados do IBGE (2022); para a edição do Uruguai, usou-se a base de dados da OpenStreetMap (2022); e para a parte do Pampa da Argentina, a base foi os dados vetoriais disponibilizados pelo Instituto Geográfico Nacional – IGN (2002). A base de dados disponibilizada pela Esri®ARcMAp™ também foi utilizada para edição destas três figuras.

3.2 TRABALHO DE CAMPO

Nesta seção será apresentado as duas etapas planejadas para a execução dos trabalhos de campo para realizar o levantamento e cadastramento dos geossítios e sítios da geodiversidade da área de trabalho da pesquisa.

3.2.1 CADASTRAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

O segundo procedimento corresponde ao planejamento para a coleta de dados em trabalhos de campo sistemáticos com: 1) o uso de imagens de satélites com alvos pré-selecionados baseados em informações obtidas através da pesquisa bibliográfica sobre pesquisas em patrimônio geológico no bioma Pampa e dados disponibilizados nos sites dos serviços geológicos nacionais, que foram posteriormente editadas em formato de mapas e instaladas em tablet e/ou notebook, possibilitando a navegação off-line em campo; 2) o uso de caderneta de campo para anotar os dados de localização e informações preliminares exigidas pelo aplicativo Geossit; 3) o uso de máquina fotográfica digital com localizador para obtenção de imagens representativas do sítio geológico e GPS Garmin modelo GPSPMAP® 62s para localização e coleta das coordenadas geográficas no formato UTM.

A primeira etapa do cadastramento foi consultar os sites do Serviço Geológico do Brasil (SGB), na Argentina o Serviço Geológico e Minero Argentino (SEGEMAR) e no Uruguai a Direção Nacional de Mineração e Geologia – Uruguai (DINAMIGE) e o site do Geoparque Grutas del Palacio, para buscar informações sobre o patrimônio geológico de cada país, sobre os geossítios e sítios da geodiversidade de interesse científico e demais interesses que já foram catalogados em suas bases cartográficas e publicados. No caso brasileiro foi consultado também o banco de dados da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP), do aplicativo *Geossít* e os relatórios internos do Projeto Geoparques do Brasil (CPRM-SGB).

3.2.2 CADASTRAMENTO EM CAMPO

O cadastramento de campo sistemático permite a observação direta dos geossítios e sítios da geodiversidade, um dos objetos da pesquisa.

Os equipamentos utilizados na fase de trabalho de campo foram os seguintes: GPSPMAP® 62s para cadastrar as coordenadas geográficas, e câmera fotográfica digital COOLPIX W300 16 megapixels com localizador GPS para captar e gravar imagens e caderneta de campo para anotações gerais.

No projeto, foram previstos trabalhos de campo sistemáticos no Pampa, para ser realizados nos anos de 2020 e 2021, e estes não foram executados devido ao fechamento das fronteiras com Argentina e Uruguai por medidas sanitárias exigidas no enfrentamento da pandemia do novo Coronavírus (COVID-19).

Por isso, foram utilizados dados coletados nas etapas executadas nos anos de 2013 e 2014 (Brasil) pelo projeto Proposta de geoparque Guaritas - Minas do Camaquã e em 2016 (Uruguai) foi realizada visita ao geoparque Grutas del Palacio, a etapa de campo da Argentina não ocorreu devido à pandemia.

3.3 METODOLOGIA DE INVENTARIAÇÃO BASEADA NO APLICATIVO *GEOSSIT*

A ferramenta proposta para auxiliar no processo de inventariação é o aplicativo *Geossit* desenvolvido e disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil e que segue metodologia de inventário baseada em critérios científicos (SCHOBENHAUS, 2018; SCHOBENHAUS *et al.*, 2021).

O *Geossit* é um sistema de cadastro e quantificação de geossítios e sítios da geodiversidade, sendo esse aplicativo destinado ao inventário, qualificação e avaliação quantitativa de geossítios e de sítios da geodiversidade, em níveis nacional, internacional e em territórios de geoparques (BERBERT-BORN, 2016).

Dessa forma, os critérios técnicos para inventariar consideraram os sítios geológicos com interesse científico, educacional e turístico, no caso do Brasil foi primeiro consultado os já descritos pelo projeto Patrimônio Geológico do Brasil e Geoparque e que já estão cadastrados na plataforma *Geossit* e depois buscou mais informações em fontes secundárias, como bibliografia, publicações científicas e/ou informações de pesquisadores e o banco de dados da SIGEP, para complementar o levantamento de lugares de interesse geológico no território do Pampa brasileiro.

No caso dos sítios geológicos localizados no Uruguai e Argentina, utilizou os mesmos critérios aplicados no Brasil, apenas colcoar como não se aplica no critério C14, e buscou informações sobre o patrimônio geológico nos sites dos serviços geológicos do Uruguai o DINAMIGE e da Argentina o SEGEMAR.

Outras fontes secundárias foram consultadas e que foram basicamente publicações científicas como mestrados disponibilizados em sites de universidades, como por exemplo, da Universidad de la República Uruguay, para complementar os dados exigidos pelo *Geossit* para gerar o valor científico, potencial valor educativo e turístico, prioridade de proteção e o risco de degradação.

Para ser classificado como geossítio, estes devem representar ocorrências in situ de partes da geodiversidade e obter alto valor científico, em conjunto com as correspondentes ocorrências ex situ, como por exemplo, as coleções de museus, que serão então considerados patrimônio geológico.

O geossítio deve necessariamente apresentar os seguintes critérios: representatividade, integridade, raridade e conhecimento científico.

Ao cadastrar no aplicativo *Geossit*, o LIG mostrará um resultado que classificará o geossítio como de relevância nacional, quando o valor científico for igual ou maior que 200, ou de relevância internacional, quando o valor for maior que 300.

O *Geossit* aponta outros resultados para a geodiversidade que não atingem valores significativos para serem classificados como cientificamente relevantes, mas são importantes LIGs para serem utilizados na educação e para o turismo local.

Esses LIGs, quando encontrados in situ, são classificados como sítios da geodiversidade, ou, quando encontrados ex situ, são considerados como elementos da geodiversidade, e serão considerados como de interesse nacional quando o potencial educativo e turístico tem valor igual ou maior que 200.

No caso de obterem valores menores que 200, serão classificados como sítios da geodiversidade com importância regional ou local, mas com interesse geológico para áreas de geoparques ou em contextos similares, como unidades de conservação.

É uma plataforma de livre consulta e foi estruturada originalmente segundo as metodologias de Brilha (2005) e Garcia-Cortés e Urquí (2013). Posteriormente, o aplicativo atualizou a metodologia e os conceitos baseados em Brilha (2016), sendo necessário alterar, também, os critérios utilizados na avaliação quantitativa.

Essas atualizações estão apresentadas nas tabelas de valor científico, de risco de degradação, de potencial valor educativo e turístico, e de prioridade de proteção pelo interesse.

A Tabela 1, de valor científico, mostra os sete critérios a serem avaliados pelo operador/avaliador, a nota referente ao indicador selecionado, e o peso (percentual), que é o valor que a nota tem sobre o total obtido pela soma ponderada de todos os 7 critérios.

Tabela 1 – Valor científico, nota e peso.

Item	Critério	Nota	Peso
A1	Representatividade		30%
A2	Local-tipo		20%
A3	Conhecimento científico		5%
A4	Integridade		15%
A5	Diversidade geológica		5%
A6	Raridade		15%
A7	Limitações ao uso		10%
Total			100%

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

A nota obtida em cada critério (Cn) refere-se à avaliação dada pelo operador/avaliador após a análise ponderada de cada um dos sete itens. O resultado tem um peso cujo valor científico (VC) obtido é calculado pelo percentual. A nota final é a soma dos sete critérios, caso o VC fique entre os intervalos mostrados na coluna Valor Final definirá a relevância científica do LIG.

A Tabela 2 mostra os três intervalos de valores e como será denominado o sítio avaliado.

Tabela 2 – Valor final e relevância científica.

Valor final	Relevância científica
0 <= Valor <= 200	Sítios da Geodiversidade Obs.: Não existe relevância local
200 < Valor <= 300	Relevância Nacional Geossítio Nacional
300 < Valor <= 400	Relevância Internacional Geossítio Internacional

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

O Quadro 1 mostra os sete critérios e os indicadores – com o respectivo parâmetro (valor) – que são analisados no processo de avaliação quantitativa do valor científico (VC) dos geossítios e sítios da geodiversidade inventariados no Pampa.

Quadro 1 – Método de avaliação quantitativa do valor científico (VC).

(continua)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO VALOR CIENTÍFICO (VC)	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
A1. REPRESENTATIVIDADE	
O local ou elemento de interesse é o melhor exemplo atualmente conhecido na área de trabalho para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão (quando aplicável).	4 pontos
O local ou elemento de interesse é um bom exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com a área temática em questão (quando aplicável).	2 pontos
O local ou elemento de interesse ilustra razoavelmente elementos ou processos relacionados com a área temática em questão (quando aplicável).	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
A2. LOCAL TIPO	
O local ou elemento de interesse é reconhecido como holostratótipo ou unidade litodêmica nos léxicos estratigráficos internacionais ou documentos similares, ou é a fonte de um holótipo, neótipo ou lectótipo registrado em publicações científicas.	4 pontos
O local ou elemento de interesse é reconhecido na área de trabalho como local-tipo secundário, sendo a fonte de um parastrótipo, unidade litodêmica ou de um parátipo.	2 pontos
O local ou elemento de interesse é reconhecido na área de trabalho como um dos locais-tipo secundários, sendo a fonte de um ou mais parastratótipos, unidades litodêmicas, parátipos ou síntipos.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Quadro 1 – Método de avaliação quantitativa do valor científico

.....(conclusão)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO VALOR CIENTÍFICO (VC)	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
A3. CONHECIMENTO CIENTÍFICO	
Existem artigos sobre o local de interesse em livro e/ou em revistas científicas internacionais diretamente relacionados com a categoria temática em questão (quando aplicável).	4 pontos
Existem artigos sobre o local de interesse em revistas científicas nacionais diretamente relacionados com a categoria temática em questão (quando aplicável).	2 pontos
Existem resumos apresentados sobre o local de interesse em anais de eventos científicos, ou em relatórios inéditos, diretamente relacionados com a categoria temática em questão (quando aplicável).	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
A4. INTEGRIDADE	
Os principais elementos geológicos (relacionados com a categoria temática em questão, quando aplicável) estão muito bem preservados.	4 pontos
O local de interesse não está muito bem preservado, mas os principais elementos geológicos (relacionados com a categoria temática em questão, quando aplicável) ainda estão preservados.	2 pontos
O local de interesse tem problemas de preservação e os principais elementos geológicos (relacionados com a categoria temática em questão, quando aplicável) estão alterados ou modificados.	1 pontos
Não se aplica.	0 ponto
A5. DIVERSIDADE GEOLÓGICA	
Local de interesse com cinco ou mais tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica.	4 pontos
Local de interesse com três ou quatro tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica.	2 pontos
Local de interesse com um ou dois tipos diferentes de aspectos geológicos com relevância científica.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
A6. RARIDADE	
O local de interesse é a única ocorrência desse tipo na área de estudo (representando a categoria temática em questão, quando aplicável).	4 pontos
Existem, na área de estudo, – dois ou três exemplos de locais semelhantes (representando a categoria temática em questão, quando aplicável).	2 pontos
Existem na área de estudo, – quatro ou cinco exemplos de locais semelhantes (representando a categoria em questão, quando aplicável).	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
A7. LIMITAÇÕES AO USO	
Não tem limitações (necessidades de autorização, barreiras físicas etc.) para realizar amostragem ou trabalho de campo.	4 pontos
É possível fazer amostragens ou trabalho de campo depois de ultrapassar as limitações existentes.	2 pontos
A realização de amostragem ou trabalho de campo é muito difícil de ser conseguida devido à existência de limitações (necessidade de autorizações, barreiras físicas etc.).	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Fonte: Brilha (2016).

A tabela Risco de Degradação (RD) tem cinco campos a serem preenchidos pelo operador/avaliador, e os campos, as opções e o peso (em percentual) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Risco de degradação, nota e peso

Item	Critério	Nota	Peso
B1	Deterioração de elementos geológicos		35%
B2	Proximidade a áreas/atividades com potencial para causar degradação		20%
B3	Proteção legal		20%
B4	Acessibilidade		15%
B5	Densidade populacional		10%
Total			100%

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

O valor final, obtido do Risco de Degradação (RD), será classificado dependendo do intervalo que for inserido em três níveis: baixo, médio ou alto, demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Risco de degradação, nota e peso.

Valor final	Risco de degradação
0 <= Valor <= 200	Baixo
200 < Valor <= 300	Médio
300 < Valor <= 400	Alto

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

O Quadro 2 mostra os cinco critérios e seus indicadores, com o respectivo parâmetro (valor), que são analisados no processo de avaliação do risco de degradação (DR) dos geossítios e sítios da geodiversidade inventariados no Pampa.

Quadro 2 – Método de avaliação quantitativa do risco de degradação (RD).

(continua)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
B1. Deterioração de elementos geológicos	
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos	4 pontos
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos	3 pontos
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários	2 pontos
Reduzidas possibilidades de deterioração dos elementos geológicos secundários	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
B2. Proximidade de áreas/atividades com potencial de causar degradação	
Local de interesse situado a menos de 100 m de área/atividade com potencial para causar degradação	4 pontos
Local de interesse situado a menos de 500 m de área/atividade com potencial para causar degradação	3 pontos
Local de interesse situado a menos de 1000 m de área/atividade com potencial para causar degradação	2 pontos
Local de interesse situado a mais de 1000 m de área/atividade com potencial para causar degradação	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Quadro 2 – Método de avaliação quantitativa do risco de degradação (RD).
(conclusão)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD)	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
B3. Proteção legal	
Local de interesse situado numa área sem proteção legal nem controle de acesso	4 pontos
Local de interesse situado numa área sem proteção legal, mas com controle de acesso	3 pontos
Local de interesse situado numa área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2 pontos
Local de interesse situado numa área com proteção legal e com controle de acesso	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
B4. Acessibilidade	
Local de interesse localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada com local para estacionamento de veículos	4 pontos
Local de interesse localizado a menos de 500 metros de uma estrada asfaltada	3 pontos
Local de interesse acessível por veículos em estrada não asfaltada	2 pontos
Local de interesse localizado sem acesso direto por estrada, mas situado a menos de 1 km de uma estrada acessível por veículos	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
B5. Densidade populacional	
Local de interesse localizado num município com mais de 1000 habitantes/km ²	4 pontos
Local de interesse localizado num município entre 250-1000 habitantes/km ²	3 pontos
Local de interesse localizado num município entre 100-250 habitantes/km ²	2 pontos
Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes/km ²	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Fonte: Brilha (2016).

A tabela sobre potencial de valor educativo turístico tem quinze campos a serem preenchidos pelo operador/avaliador. Cada critério obterá uma nota. Dependendo do valor, o item tem um peso calculado pelo percentual que está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Potencial valor educativo, turístico, nota e peso.

Item	Critério	Nota	Educativo	Turístico
			Peso	Peso
C1	Vulnerabilidade		10%	10%
C2	Acesso rodoviário		10%	10%
C3	Caracterização do acesso ao sítio		5%	5%
C4	Segurança		10%	10%
C5	Logística		5%	5%
C6	Densidade populacional		5%	5%
C7	Associação com outros valores		5%	5%
C8	Beleza cênica		5%	15%
C9	Singularidade		5%	10%
C10	Condições de observação		10%	5%
C11	Potencial didático		20%	
C12	Diversidade geológica		10%	
C13	Potencial para divulgação			10%
C14	Nível econômico			5%
C15	Proximidade a zonas recreativas			5%
TOTAL			100%	100%

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

A nota obtida em cada critério (Cn) se dá pelo percentual que cada valor educativo e turístico tem em relação à avaliação dada pelo operador. Depois que cada critério tem seu valor calculado, é realizada a soma dos 15 critérios, e chega-se à nota final. Esta define a relevância, conforme os intervalos mostrados na coluna “valor final” apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Valor final e relevância.

Valor final	Relevância
0 <= Valor <= 200	Regional/Local
200 < Valor <= 400	Nacional

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

O Quadro 3 mostra os 15 critérios e seus indicadores com o respectivo parâmetro (valor) que são analisados no processo de avaliação quantitativa do valor educativo (PUE) e turístico (PUT) dos geossítios e sítios da geodiversidade inventariados no Pampa.

Quadro 3 – Método de avaliação quantitativa do valor educativo (PUE) e turístico (PUT).
(continua)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO POTENCIAL USO EDUCACIONAL E TURÍSTICO	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
C1. Vulnerabilidade	
Os elementos geológicos do local de interesse não apresentam possibilidade de deterioração por atividade antrópica	4 pontos
Possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários pela atividade antrópica	3 pontos
Possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos pela atividade antrópica	2 pontos
Possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos pela atividade antrópica	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C2. Acesso rodoviário	
Local de interesse localizado a menos de 100 m de uma estrada asfaltada com local para estacionamento de veículos.	4 pontos
Local de interesse localizado a menos de 500 metros de uma estrada asfaltada.	3 pontos
Local de interesse acessível por veículos em estrada não asfaltada.	2 pontos
Local de interesse localizado sem acesso direto por estrada, mas situado a menos de 1 km de estrada acessível por veículos.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C3. Caracterização do acesso ao sítio	
Local de interesse é acessado sem limitações por estudantes e turistas.	4 pontos
Local de interesse é acessado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente.	3 pontos
Local de interesse é acessado por estudantes e turistas, mas só depois de ultrapassar certas limitações (autorizações, barreiras físicas, marés e enchentes etc.).	2 pontos
O acesso por estudantes e turistas é muito difícil devido às limitações existentes (autorizações, barreiras físicas, legal, marés e enchentes etc.).	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C4. Segurança	
Local de interesse com infraestrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.) e rede de comunicações móveis, e situado a menos de 10 km de serviços de emergência.	4 pontos
Local de interesse com infraestrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.) e rede de comunicações móveis, e situado a menos de 25 km de serviços de emergência.	3 pontos
Local de interesse sem infraestrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.), mas com rede de comunicações móveis, e situado a menos de 50 km de serviços de emergência.	2 pontos
Local de interesse sem infraestrutura de segurança (cercas, escadas, corrimãos etc.) nem rede de comunicações móveis, e situado a mais de 50 km de serviços de emergência.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C5. Logística	
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km do local de interesse.	4 pontos
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km do local de interesse.	3 pontos

Quadro 3 – Método de avaliação quantitativa do valor educativo (PUE) e turístico (PUT).

(continua)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO POTENCIAL USO EDUCACIONAL E TURÍSTICO	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
C5. Logística	
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 100 km do local de interesse.	2 pontos
Existem restaurantes e alojamentos para grupos até 25 pessoas a menos de 50 km do local de interesse.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C6. Densidade populacional	
Local de interesse localizado num município com mais de 1000 habitantes/km ² .	4 pontos
Local de interesse localizado num município entre 250-1000 habitantes/km ² .	3 pontos
Local de interesse localizado num município entre 100-250 habitantes/km ² .	2 pontos
Local de interesse localizado num município com menos de 100 habitantes/km ² .	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C7. Associação com outros valores	
Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 10 km de distância do local de interesse.	4 pontos
Existem diversos valores ecológicos e culturais a menos de 20 km de distância do local de interesse.	3 pontos
Existem um valor ecológico e um cultural a menos de 20 km de distância do local de interesse.	2 pontos
Existem um valor ecológico ou um cultural a menos de 20 km de distância do local de interesse.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C8. Beleza cênica	
Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas do país, mostrando aspectos geológicos.	4 pontos
Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas do país, mostrando aspectos geológicos.	3 pontos
Local de interesse habitualmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos.	2 pontos
Local de interesse ocasionalmente usado em campanhas turísticas locais, mostrando aspectos geológicos.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C9. Singularidade	
Ocorrência de aspectos únicos e raros no país	4 pontos
Ocorrência de aspectos únicos e raros no estado	3 pontos
Ocorrência de aspectos únicos e raros na região	2 pontos
Ocorrência de aspectos comuns nas várias regiões do país	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C10. Condições de observação	
A observação de todos os elementos geológicos é feita em boas condições.	4 pontos
Existem obstáculos que tornam difícil a observação de alguns elementos geológicos.	3 pontos
Existem obstáculos que tornam difícil a observação dos principais elementos geológicos.	2 pontos
Existem obstáculos que praticamente impossibilitam a observação dos principais elementos geológicos.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C11. Potencial didático	
Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino.	4 pontos
Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados nas escolas de ensino básico.	3 pontos
Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados nas escolas de ensino secundário.	2 pontos
Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados na universidade.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Quadro 3 – Método de avaliação quantitativa do valor educativo (PUE) e turístico (PUT).
(conclusão)

CRITÉRIOS, INDICADORES E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO POTENCIAL USO EDUCACIONAL E TURÍSTICO	
CRITÉRIOS/INDICADORES	PARÂMETROS
C12. Diversidade geológica	
Ocorrem mais de cinco tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, paleontológicos, geomorfológicos etc.).	4 pontos
Ocorrem três ou quatro tipos de elementos da geodiversidade.	3 pontos
Ocorrem dois tipos de elementos da geodiversidade.	2 pontos
Ocorre apenas um tipo de elemento da geodiversidade.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C13. Potencial para divulgação	
Ocorrência de elementos geológicos que são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de público.	4 pontos
O público necessita de algum conhecimento geológico para entender os elementos geológicos que ocorrem no sítio.	3 pontos
O público necessita de bons conhecimentos geológicos para entender os elementos geológicos que ocorrem no sítio.	2 pontos
Os elementos geológicos que ocorrem no sítio apenas são evidentes e perceptíveis para quem possui graduação em geociências.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto
C14. Nível econômico	
Local de interesse localizado em um município com um rendimento familiar de, pelo menos, o dobro da média nacional.	4 pontos
Local de interesse localizado em um município com uma renda familiar superior à média nacional.	3 pontos
Local de interesse localizado em um município com uma renda familiar semelhante da média nacional.	2 pontos
Local de interesse localizado em um município com uma renda familiar abaixo da média nacional.	1 ponto
Não se aplica,	0 ponto
C15. Proximidade de zonas recreativas	
Local de interesse localizado a menos de 5 km de uma área recreativa ou com atrações turísticas.	4 pontos
Local de interesse localizado a menos de 10 km de uma área recreativa ou com atrações turísticas.	3 pontos
Local de interesse localizado a menos de 15 km de uma área recreativa ou com atrações turísticas.	2 pontos
Local de interesse localizado a menos de 20 km de uma área recreativa ou com atrações turísticas.	1 ponto
Não se aplica.	0 ponto

Fonte: Brilha (2016).

A tabela sobre prioridade de proteção é baseada no valor que o interesse obtém somado com risco de degradação, como mostrado na fórmula de cálculo na base da Tabela 7. O resultado da soma obtido é mostrado na última coluna e será classificado com o uso da Tabela 8

Tabela 7 – Prioridade de proteção, valor, risco de degradação e fórmula.

Pelo Interesse	Valor		Risco de degradação	Soma
Científico (Ic)		+		
Didático (Id)				
Turístico (It)				
Global (Ig)*				
Fórmula	*I _g = (I _c + I _d + I _t)/3			

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

Os valores obtidos pela soma/valores, na Tabela 7, apresentam a urgência na prioridade de proteção do sítio geológico e estão classificados em quatro níveis, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Soma/Valores e Prioridade de Proteção.

SOMA	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO
0 <= Soma <= 300	A longo prazo
300 < Soma <= 550	A médio prazo
550 < Soma <= 750	A curto prazo
750 < Soma <= 800	Urgente

Fonte: Adaptada de Brilha (2005; 2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

4 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO

Neste capítulo será apresentada a caracterização territorial do bioma Pampa Transfronteiriço informando a posição da área de estudo, a dinâmica climática predominante, os recursos hídricos com as principais bacias e rios, a geologia e sua geomorfologia/relevo, a geodiversidade, os tipos de solos com a sua distribuição territorial. Será mostrado ao final do capítulo o atual padrão do uso da terra e a cobertura vegetal e a posição das unidades de conservação existentes no Pampa transfronteiriço. Estas informações do meio físico abiótico e biótico estão representadas em escala adequada na forma de mapas e quadros contendo dados da extensão das bacias hidrográficas, descrição das unidades geológicas, da geodiversidade, das unidades de relevo, das classes de solos, do padrão de cobertura vegetal e uso da terra e pôr fim a descrição das unidades de conservação existentes no Pampa transfronteiriço individualizadas por país.

4.1 DADOS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo da tese denominada de campos de regiões temperadas ou pradarias e, regionalmente, de campos sulinos ou pastizal, e localmente de Pampa – está localizada ao sul da América do Sul, entre as latitudes 28°S e 39°S e as longitudes 50°W e 63°W como mostra a Figura 8.

Para o presente estudo, com a redefinição dos limites do bioma Pampa transfronteiriço, a extensão da área ficou em 734.930 quilômetros quadrados. A área transcende os limites territoriais entre o Brasil, a Argentina e o Uruguai e compreende a seguinte distribuição do Pampa: Argentina, com extensão de 415.138 quilômetros quadrados (56,48%), no Uruguai, 164.522 quilômetros quadrados (22,39%), e no Brasil, 155.270 quilômetros quadrados (21,13%).

Os limites do Pampa foi o resultado de análises cartográficas, somado às interpretações das características climáticas, geológicas, geomorfológicas, solos e vegetação, e, ainda, utilizando-se as propostas do IBGE (2019) e de Burkart (2020).

Em outros trabalhos a extensão da área mostra números próximos ao utilizado no estudo estas diferenças mostram a necessidade de rever os limites dos biomas existentes na América do Sul.

Assim, Chomenko (2007, p. 5) descreve que o Pampa transfronteiriço ocupa uma área de aproximadamente 750 mil quilômetros quadrados, compartilhada com Argentina, Brasil e Uruguai, que se distribui pela metade sul do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo cerca de 176.496 quilômetros quadrados, equivalente a 64% do território gaúcho e a 2,07% do território brasileiro (CHOMENKO, 2007, p. 5).

Já no caso da Argentina, Viglizzo; Frank e Carreño (2005) afirmam que devido à sua extensão, o Pampa constitui o ecossistema mais importante de pastagens, com área de 540 mil quilômetros quadrados e no Uruguai estas pradarias, ou “Los Pastizales”, ocorrem em todo os 176.215 quilômetros quadrados de sua extensão territorial, são dimensões com medidas próximas, mas divergente do informado no parágrafo anterior.

A posição e distribuição geográfica do bioma Pampa na América do Sul devem-se ao tipo climático predominante nesse quadrante geográfico, que, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa clima temperado subtropical, com chuva o ano todo e grande variação sazonal com verões quentes e invernos rigorosos, porém, com a ocorrência das quatro estações climáticas ao longo do ano solar.

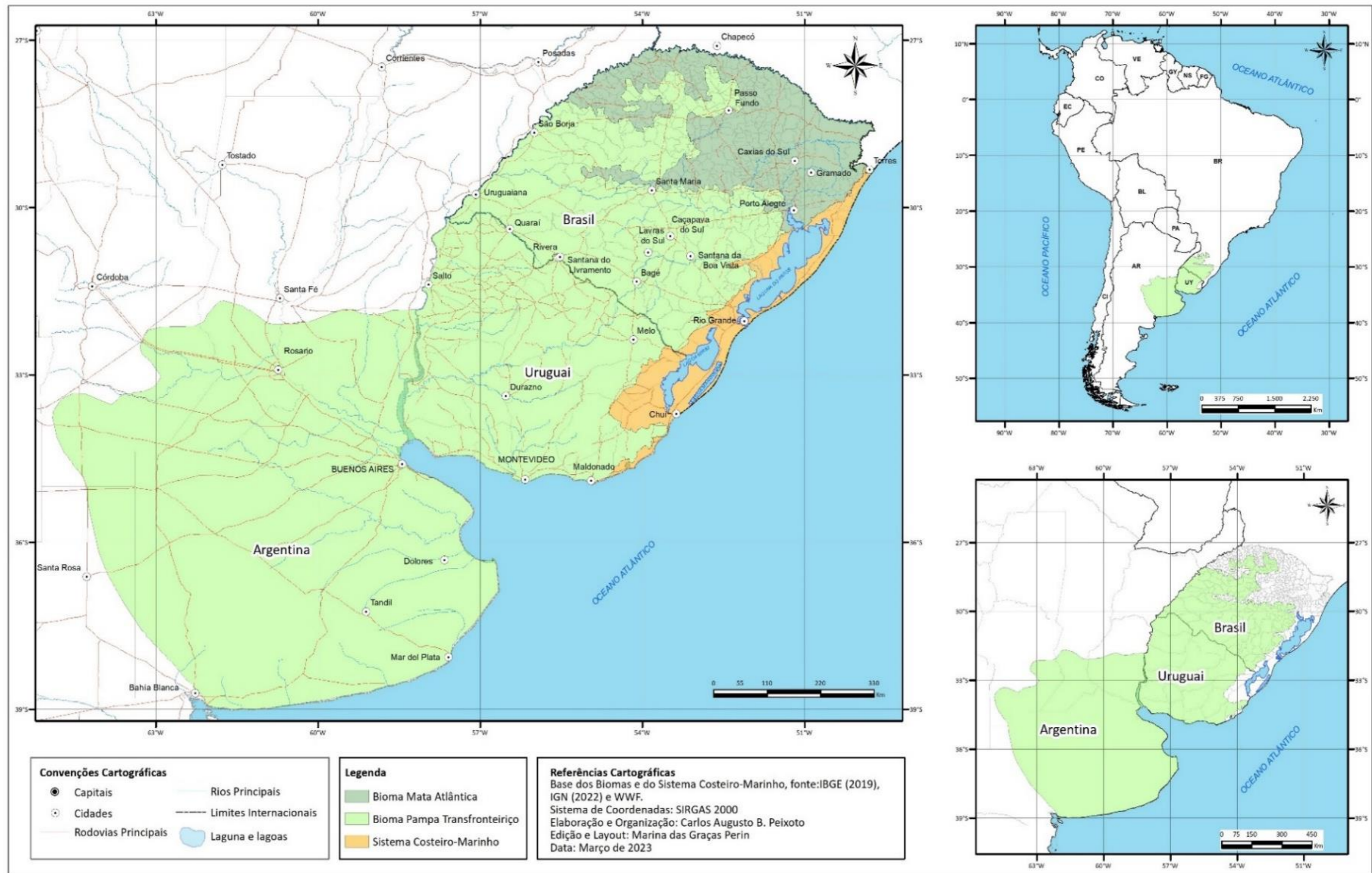


Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo.
 Fonte: IBGE (2019), IGN (2022) e WWF (2004).

O termo Pampa é de origem indígena do dialeto Quéchuá, que no sentido etimológico significa "simples", que são regiões especialmente simples ou planas localizadas entre montanhas. Foram os espanhóis que no século XVI vindo da região Andina, especialmente através da Quebrada de Humahuaca de Potosí, referiam como Pampas as grandes planícies sem florestas existentes no centro do Cone Sul da América Latina (YURKIEVICH, 2017, tradução nossa).

Estas regiões de pradarias formadas por extensos campos de pastagem e com estas características ambientais ocupam aproximadamente 25% da superfície terrestre, sendo esses ecossistemas considerados atualmente os mais desprotegidos do planeta. Os principais sistemas de pradaria temperadas no mundo mostrado na Figura 9 são o Prairies das grandes planícies da América do Norte, as estepes do leste da Europa – Puszta – e da Mongólia, os Grassvelds da Sudáfrica, as planícies da Nova Zelândia e o Pampa no sul do Brasil, Argentina e Uruguai (BILENCA Y MIÑARRO, 2004).



Figura 9 – Localização das principais regiões de pradarias no mundo.
Fonte: Bilenca e Miñarro (2004).

O Pampa apresenta paisagens naturais onde os extensos campos nativos predominam nas planícies e coxilhas, e, de forma localizada, ocorrem serras, cerros, morros rupestres, grutas e cachoeiras.

Esse bioma expõe uma biodiversidade que vem sendo amplamente estudada e divulgada, como mencionam Chomenko (2007), Pereira (2012) e Loyola *et al.* (2014).

O Pampa, pela sua disponibilidade de água, tipologia de ambientes naturais e modelo de utilização da terra, tem permitido, até os dias de hoje, a manutenção das condições ambientais dessa região, colocando-se numa destacada importância em escala global (CHOMENKO, 2007).

No país, o Pampa Sul-rio-grandense, também denominado de Campos Sulinos, é caracterizado por uma vegetação campestre, que possui relevos predominantemente de planície, e por vegetação mais densa, arbustiva e arbórea nas encostas e ao longo dos cursos d'água, além da ocorrência de importantes áreas de banhados. Ele ocorre apenas no estado do Rio Grande do Sul (CHOMENKO, 2007).

Segundo o IBGE (2019), delimitar o bioma Pampa no estado do Rio Grande do Sul baseado apenas nos tipos de vegetação não foi suficiente, por exemplo, em áreas antropizadas em contato Estepe/Floresta Estacional e Estepe/Floresta Ombrófila Mista, e em limites conflituosos com o bioma Mata Atlântica e Sistema Costeiro-marinho, foram utilizados outros insumos de forma complementar, como mapas de Geologia, de Geomorfologia e de Solos, e o mapa de Hasenack et al. (2010), no Anexo B, consultado para definir os limites da área de trabalho que está apresentada no mapa de localização da área da tese apresentadana Figura 8.

Na Argentina, a região pampeana ou “Pradaria Pampeana” ocorre nas províncias argentinas de Buenos Aires, Corrientes, Córdoba, La Pampa, San Luis, Santa Fé e Entre Rios.

O Pampa Argentino, segundo Szpeiner, Martínez-Ghersa e Ghersa (2007), é dividido em oito regiões relativamente homogêneas, mostradas na Figura 10: Campos del norte, Campos del sur, Pampa mesopotâmica, Pampa ondulada, Pampa interior plana, Pampa interior oeste, Pampa inundable e Pampa austral.

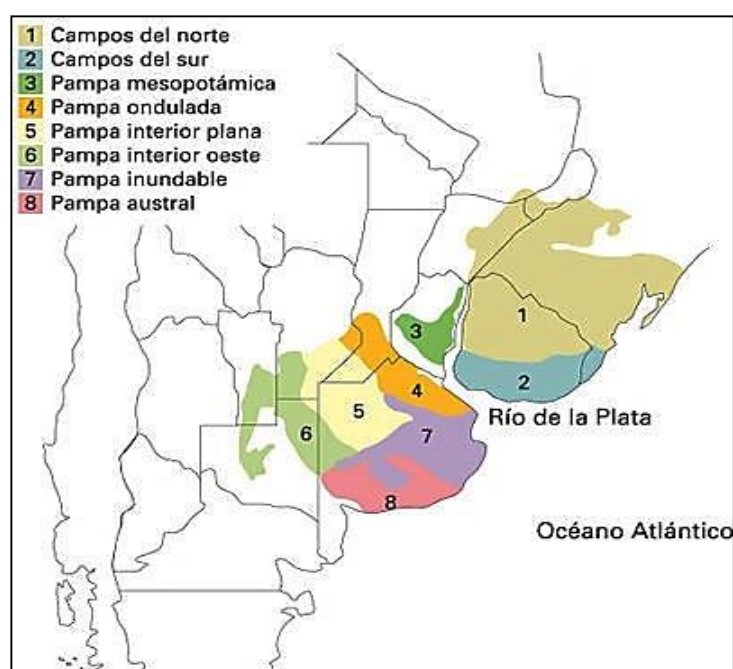


Figura 10 – As oito regiões do bioma Pampa na Argentina.
Fonte: Szpeiner, Martínez-Ghersa e Ghersa (2007).

E tem a divisão proposta pelo Sistema de información de Biodiversidad, órgão oficial do governo federal da Argentina, que apresenta os limites das 18 ecorregiões existentes no país, como mostra a Figura 11, sendo determinante para definir os limites da área de trabalho.

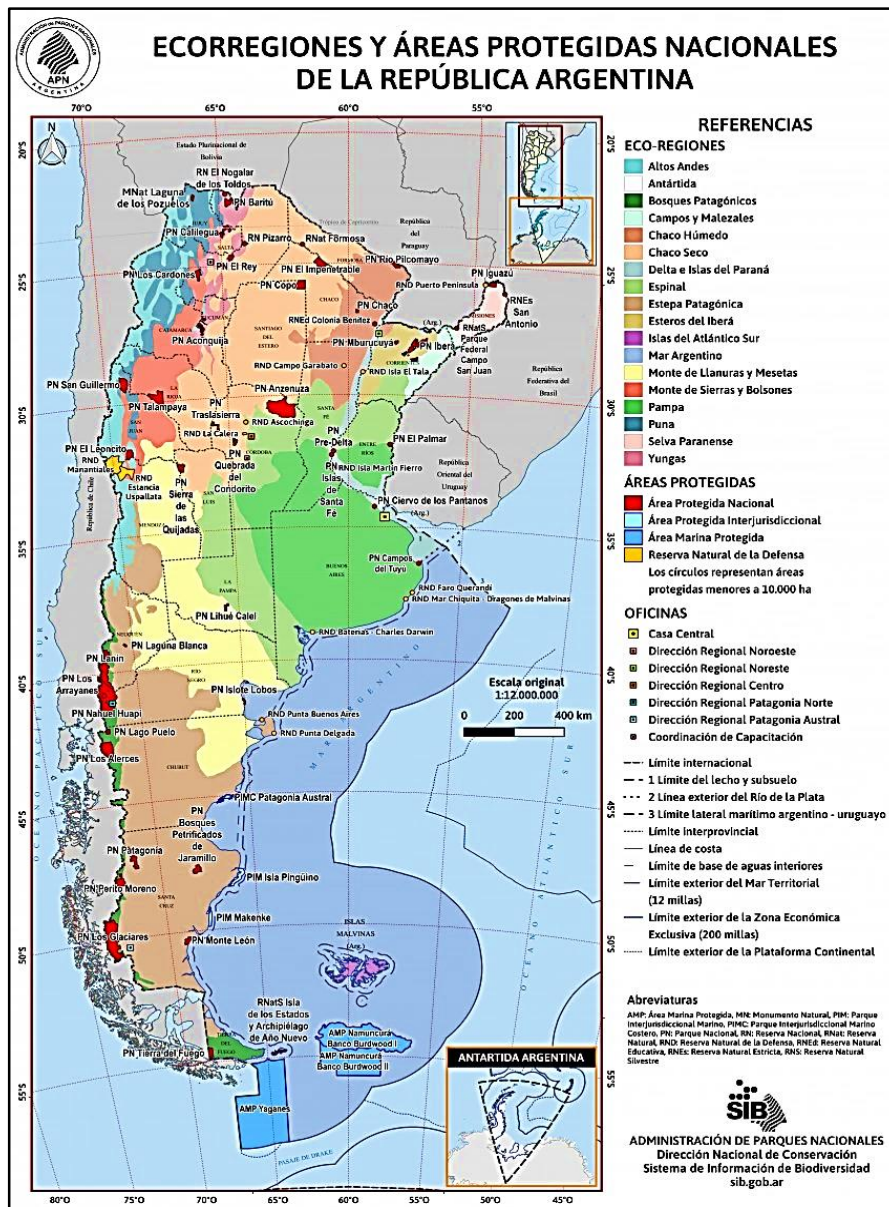


Figura 11 – Mapa contendo a divisão em dezoito ecorregiões na Argentina e o Pampa está posicionado quase totalmente sobre a província de Buenos Aires representado pela cor verde.

Fonte: Argentina (2023b).

Nas pradarias pampeanas, existem áreas de tamanhos variados formadas por pastagens naturais, denominadas de “Pastizales”. Desde 2002, há um projeto para identificar áreas valiosas de pastagens naturais, ou “Áreas Valiosas de Pastizal” (AVP), com o objetivo de elaborar o diagnóstico da condição e conservação dessas áreas (BILENCA; MIÑARRO, 2004; MIÑARRO; BEADEI; BILENCA, 2006).

Os denominados Pastizales del Rio de La Plata estendem-se por 70 milhões de hectares, do nordeste da Argentina, em todo o território do Uruguai e no Brasil ocupa a metade sul do estado do Rio Grande do Sul, sendo uma das áreas de pastagens mais extensas no mundo (BILENCA; MIÑARRO, 2004).

No Uruguai, o Pampa é denominado de bioma de Pradaria (Pradera), onde 83% do território (13,5 milhões de hectares) são cobertos por pastagens permanentes, das quais, no ano 2000, 10 milhões de hectares eram pastagens naturais (Pastizales), e o restante, “pastagens melhoradas” (ARRARTE, 2007).

Os Pastizales uruguaios abrigam 80% da diversidade de espécies de plantas e uma elevada riqueza de fauna associada. Esta é a sua biodiversidade.

A marca registrada do Pampa é o conjunto diversificado de paisagens naturais, onde ocorre, porém, a predominância de ecossistemas de campo. Por essa razão, historicamente, a pecuária é a principal atividade econômica praticada nesse ecossistema. Contudo, atualmente há projetos agrícolas do tipo silvicultura propostos para a região, que poderão causar, a médio e longo prazo, graves impactos ambientais (CHOMENKO, 2007; PEREIRA, 2012).

Dados estatísticos, obtidos nos órgãos governamentais federais, mostram que a área de estudo tem a seguinte distribuição populacional: Pampa brasileiro, com população estimada em 3.690.405 milhões habitantes distribuídos em 195 municípios (IBGE, 2022).

O Pampa Uruguaio está distribuído em todo o território federal, constituído de 19 departamentos com uma população aproximada de 3.543.026 habitantes, segundo o Instituto Nacional de Estadística (INE, 2022), sendo que a capital Montevideu (Departamento) tem 1.383.601 habitantes, e a densidade no país é de 20,2 hab/km².

Na Argentina o bioma Pampa estende-se por cinco províncias, dentre as quais a de Buenos Aires, onde ocorre em quase toda a superfície. Apenas dois departamentos ao sul do país ficam de fora dos limites do bioma. A população estimada da província de Buenos Aires é de 17.498.072 milhões de habitantes distribuídos em 307.571 quilômetros quadrados.

Nas províncias de Córdoba, Entre Rios, Santa Fé e La Pampa, o bioma Pampa ocorre em menores extensões, com população total estimada de 3.751.534 habitantes nessas porções territoriais. Segundo o censo realizado em 2022 pelo Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2022), a população total que habita o bioma Pampa

é de 21.249.606 habitantes distribuídos em uma área de 415.134 quilômetros quadrados.

A população total, baseada nos censos divulgados pelos três países, Argentina, Brasil e Uruguai, é de 28.483.037 de habitantes distribuídos em uma área de 734.930 quilômetros quadrados com uma densidade demográfica de 38,75 hab/km², sendo que as concentrações populacionais estão localizadas na grande Buenos Aires e no departamento de Montevidéu.

Tabela 9 – Distribuição populacional por país no Pampa.

PAÍS	POPULAÇÃO
BRASIL	3.690.405
URUGUAI	3.543.026
ARGENTINA	21.249.606
TOTAL	28.483.037
DENSIDADE DEMOGRÁFICA	38,75 hab/km²

Fonte: IBGE (2022), INE (2022) e INDEC (2022).

As atividades produtivas no bioma Pampa transfronteiriço estão baseadas na agricultura e pecuária. No caso da Argentina, 37% da produção nacional de bovinos ocorre nessa região, e a produção agrícola é baseada na cultura do trigo, soja, milho, cevada e girassol (INDEC, 2022).

O Uruguai mostra números de produção agrícola abaixo dos níveis da Argentina e da metade sul do Rio Grande do Sul o país produz arroz, soja, milho, cevada e trigo e manufaturados originados da silvicultura. A sua pecuária, que é a base econômica, coloca o país em 24º lugar em nível mundial de produção de carne bovina para exportação e criação de ovinos (INE, 2022).

O Brasil tem em sua metade sul do estado do Rio Grande do Sul uma produção agrícola de arroz, milho e soja e de áreas florestais plantadas como base de sua economia, e uma pecuária baseada na bovinocultura de corte, ovinocultura e equinocultura (IBGE, 2022).

QUADRO 4 – ATIVIDADES PRODUTIVAS AGRÍCOLAS E PECUÁRIAS NO PAMPA POR PAÍS.

PAÍS	ATIVIDADE PRODUTIVA AGRÍCOLA	ATIVIDADE PRODUTIVA PECUÁRIA
ARGENTINA	Trigo, soja, milho, cevada e girassol	Bovinocultura
URUGUAI	Arroz, soja, milho cevada e trigo e silvicultura	Bovinocultura, ovinocultura
BRASIL	Arroz, milho, soja e silvicultura	Bovinocultura, ovinocultura e equinocultura

Fonte: IBGE (2022), INE (2022) e INDEC (2022).

4.2 DINÂMICA CLIMÁTICA

O bioma Pampa ocorre na América do Sul devido ao clima predominante no quadrante geográfico em que se encontra, classificado de temperado do tipo subtropical, em que as principais características são: a grande variação sazonal, com a ocorrência de verões quentes e invernos rigorosos, níveis de precipitações bem distribuídas entre as estações, e a ocorrência das quatro estações climáticas bem definidas ao longo do ano solar.

O clima no sul da América do Sul é controlado pelo anticiclone do Atlântico Sul. Esse sistema de alta pressão, semipermanente, transporta massas de ar tropical úmido do oceano para o continente, em direções leste e nordeste, durante todo o ano. Adicionalmente, a variação anual da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) causa chuvas abundantes no sul do Brasil durante os meses de verão (outubro a março) e chuvas escassas, gerando períodos mais secos de abril a setembro. O encontro das frentes frias polares, oriundas da Antártica, com as massas de ar tropical produzem fortes chuvas.

Esse fenômeno ocorre, principalmente, nas regiões do sul do Brasil. Uma das consequências é que essas regiões possuem uma estação seca, curta ou não pronunciada (NIMER, 1989; HASTENRATH, 1991).

A temperatura média anual gira em torno de 17° e 24°C, com chuvas distribuídas ao longo do ano (NIMER, 1989). A temperatura média anual varia entre 12 °C e 18 °C. Noites frias de inverno podem atingir temperaturas de -4 °C até -8 °C na região mais alta da Serra Geral (NIMER, 1989).

Segundo *Alvares et al.* (2014), foram identificadas no bioma Pampa transfronteiriço duas classes climáticas (Figura 12), compartimentação baseada no sistema de classificação proposto por Köppen (1936).

A primeira é o clima temperado ou subtropical úmido, simbolizado pela sigla Cfa, que predomina em todo o bioma Pampa e tem como característica apresentar chuvas regulares o ano todo e verões quentes.

A segunda é o clima temperado ou oceânico temperado, simbolizado pela sigla Cfb, que ocorre nas regiões de Mar del Plata, na Argentina, e em Maldonado, no Uruguai, tipo climático que apresenta chuva o ano todo, sem diferenças entre as estações, e um verão fresco.

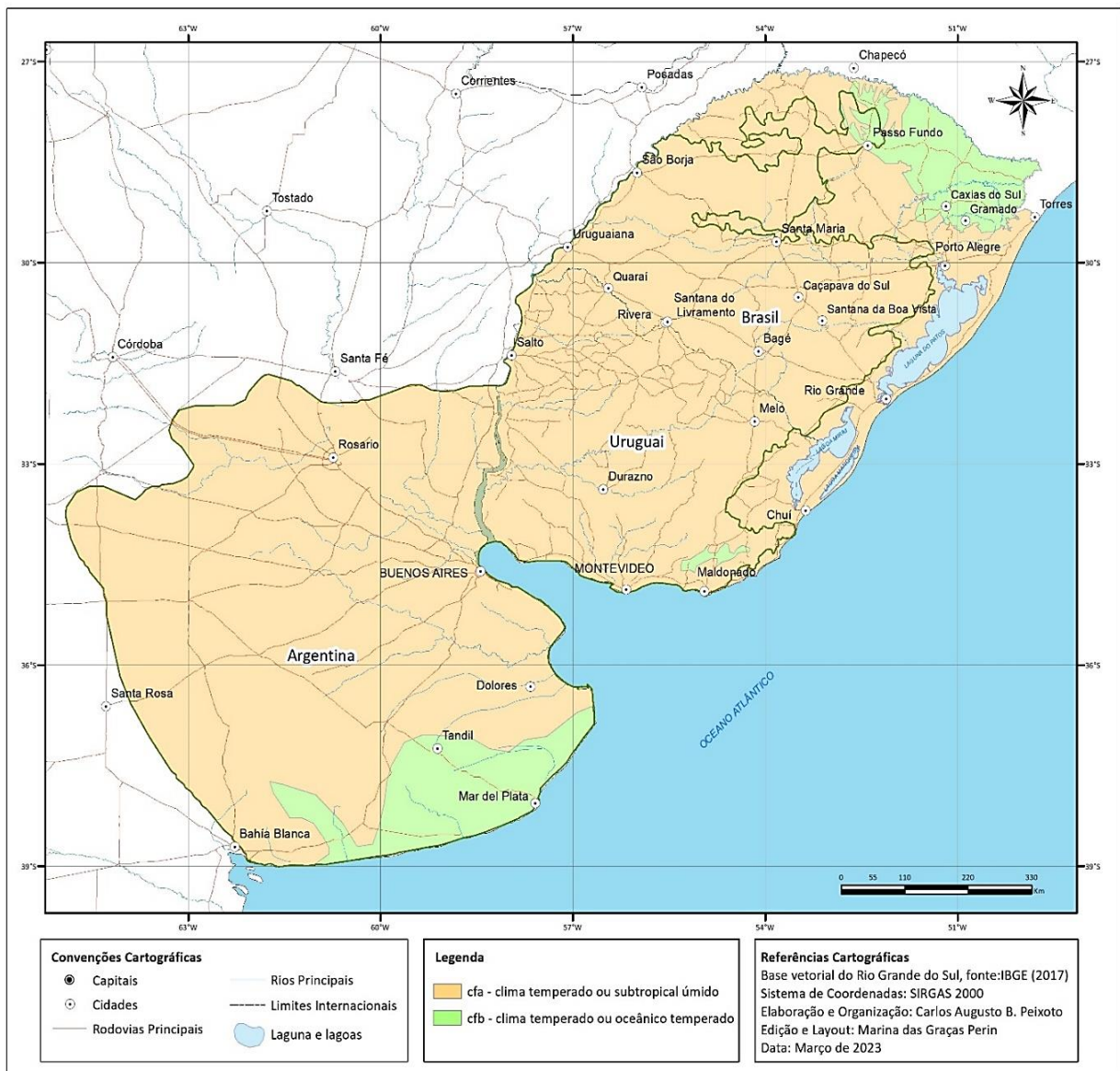


Figura 12 – Mapa das classes climáticas atuantes na área de estudo.
 Fonte: IBGE (2002) e Back *et al.* (2018).

4.3 RECURSOS HÍDRICOS

A região do Pampa transfronteiriço é drenada por três bacias hidrográficas: a do Prata, a do Atlântico Sul e a do Sistema Pampeano, como mostra a Figura 13.

A Bacia do Prata, geograficamente localizada entre os graus 14° e 37° de latitude Sul, e entre os graus 43° e 67° de longitude Oeste, é uma das mais extensas do mundo, com área de aproximadamente 3.257.141 milhões de quilômetros quadrados.

Ocupa o segundo lugar na América do Sul e o quinto na escala mundial. Ela abrange quase todo o centro-sul do Brasil, o sudeste da Bolívia, uma grande parte do Uruguai, todo o território do Paraguai e uma extensa região do centro e norte da Argentina. Cerca de 25% da área total dos cinco países corresponde à Bacia do Prata.

A Bacia do Prata é formada por três sistemas hídricos principais, rios Paraguai, Paraná e Uruguai, drenando aproximadamente um quinto do território do continente sul-americano. Os rios Paraná e Uruguai fazem parte do Rio da Prata, e este desemboca no Oceano Atlântico Sul.

A bacia hidrográfica Atlântico Sul possui área aproximada de 256.083 quilômetros quadrados e tem como destaque abrigar um expressivo contingente populacional, pelo desenvolvimento econômico e por sua importância para o turismo. A bacia inicia ao norte, em território brasileiro, próximo à divisa dos estados de São Paulo e Paraná, e estende-se até o Uruguai, na província de Trinta Y Três, porção nordeste, onde escoam os rios Cebollati e São Luis. Nessa região predominam os denominados Campos do Sul, sendo a vegetação original e predominante que tem sofrido intensa ação antrópica.

A terceira e menor bacia hidrográfica é a denominada Sistema Pampeano e localiza-se na porção do extremo sul do bioma Pampa, posicionada totalmente em terras argentinas, com área de aproximadamente 173.232 quilômetros quadrados.

A bacia Pampeana é formada por três sistemas: bacia do rio Quinto e arroios menores do São Luis, as drenagens superficiais de São Luis e a região das lagoas do sudoeste de Buenos Aires.

As bacias do Prata, Atlântico Sul e Sistema Pampeano têm as seguintes proporções de suas áreas dentro do bioma Pampa apresentadas no Quadro 4.

Quadro 5 – Valores percentuais totais e parciais das áreas das bacias hidrográficas no bioma Pampa Transfronteiriço.

Bacia Hidrográfica	Área total da bacia (km ²)	Área parcial da bacia no bioma Pampa Transfronteiriço (km ²)	Percentual da área total da bacia no bioma Pampa Transfronteiriço	Percentual da área parcial da bacia no bioma Pampa Transfronteiriço
Do Prata	3.257.141	554.194	17%	77,33%
Atlântico Sul	256.083	91.197	35,6%	12,72%
Sistema Pampeano	173.232	87.316	50,40%	12,16%

Fonte: Esri®ARcMAP™ (2019) e Linke *et al.* (2019).

As três bacias hidrográficas que drenam este bioma têm suas distribuições apresentadas na Figura 13.

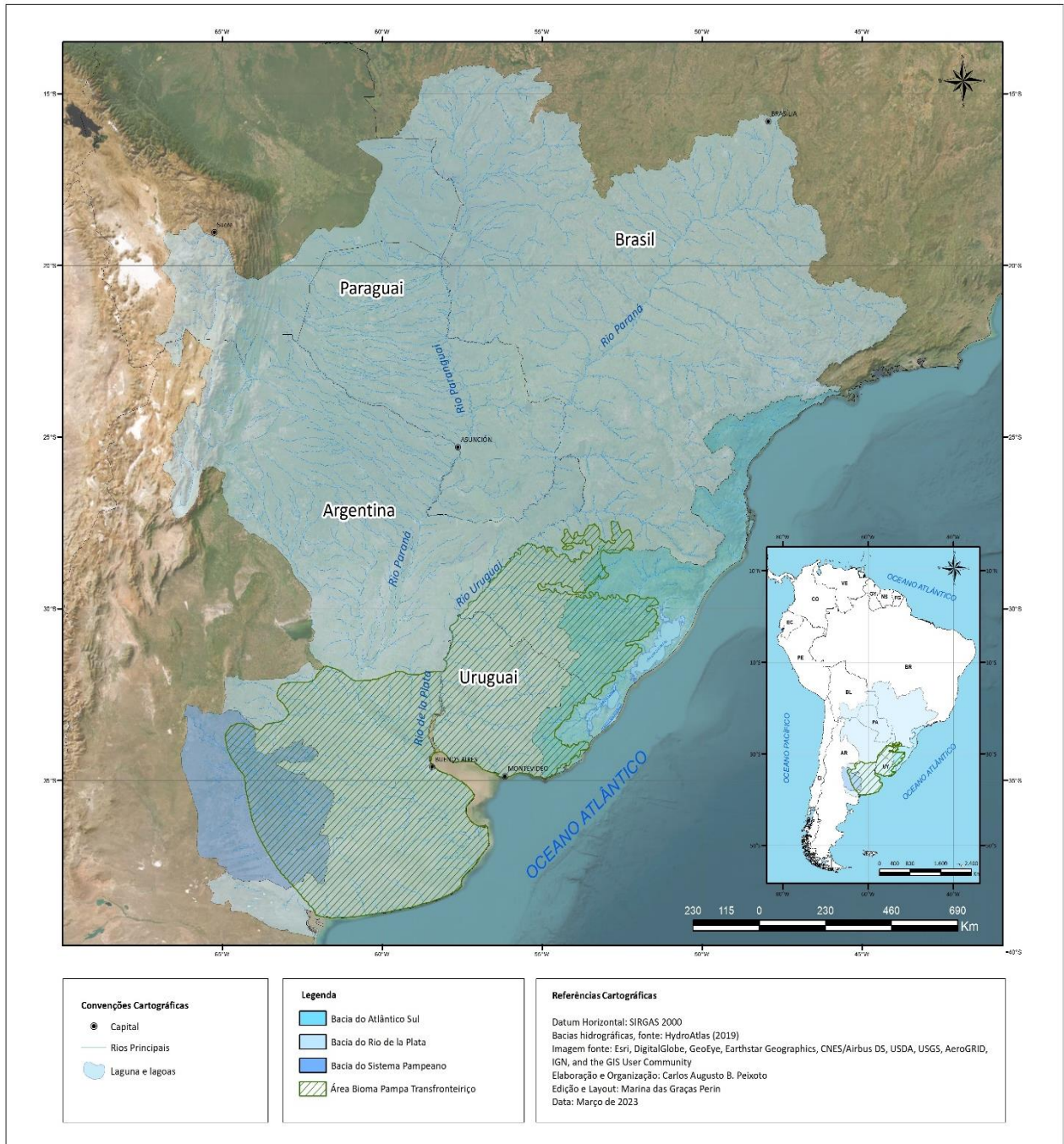


Figura 13 – Mapa com a distribuição das bacias hidrográficas situadas na área de estudo.
 Fonte: Esri®ARcMAP™ (2019) e Linke *et al.* (2019).

4.4 GEODIVERSIDADE: CARACTERIZAÇÃO DA GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O bioma Pampa possui grande extensão territorial, ocorrendo em três países: Brasil, Argentina e Uruguai. Como existem bases cartográficas em diferentes escalas, optou-se por utilizar o mapa geológico da América do Sul, que constitui uma síntese da geologia do continente e das áreas oceânicas adjacentes, na escala 1:5.000.000.

Esse mapa apresenta um sumário consistente das informações geológicas geradas nos últimos 30 anos, em especial pelos serviços geológicos e mineiros sul-americanos, e permite uma visão geral da área de estudo.

O geoposicionamento cartográfico do mapa foi calculado com precisão média de em torno de 1,4 quilômetros, sem verificação no terreno, segundo Gomes *et al.* (2022).

Com as informações contidas no mapa e com o auxílio de cartas geológicas de cada país, elaborou-se o mapa simplificado da geologia, contendo as unidades tectônicas, os tipos litológicos e as idades cronológicas correspondentes que afloram na superfície topográfica do bioma Pampa.

Esse mapa e as imagens de satélites foram as informações cartográficas que subsidiaram a definição dos novos limites do Pampa. Assim foram excluídas na íntegra a unidade compreendida pelas dunas móveis e fixas, além das formadas nos ambientes lagunar, paludal e marinho-costeiro.

Com o resultado dessas análises cartográficas, somado às interpretações das características climáticas, geológicas, geomorfológicas, solos e vegetação, e, ainda, utilizando-se as propostas do IBGE (2019) e de Burkart (2020), chegou-se aos limites do bioma Pampa.

Dessa forma, o mapa geológico mostra as unidades tectônicas e a posição dos sítios geológicos. Esse bioma possui uma geologia complexa, pois há formações litológicas com idades que começam no Paleoproterozoico Inferior (2500-2050 Ma), Estatérico-Paleoproterozoico Superior (1800-1600 Ma), Neoproterozoico Inferior (1000-540 Ma), Paleozoico Inferior e Superior (540-250 Ma), Jurássico-Cretáceo Inferior (200-100 Ma), Cenozoico (65-0 Ma) e Quaternário (~0 Ma).

Essa diversidade litológica, modelada por intensos processos tectônicos e erosivos nos últimos 2,5 milhões de anos (Ma), reflete-se na paisagem geológico-geomorfológica, formando cerros, coxilhas, colinas, serras, morros testemunhos, campo de blocos, cavernas, cachoeiras e um delta. A distribuição das unidades litológicas e a posição dos geossítios e sítios da geodiversidade estão espacializadas na Figura 14.

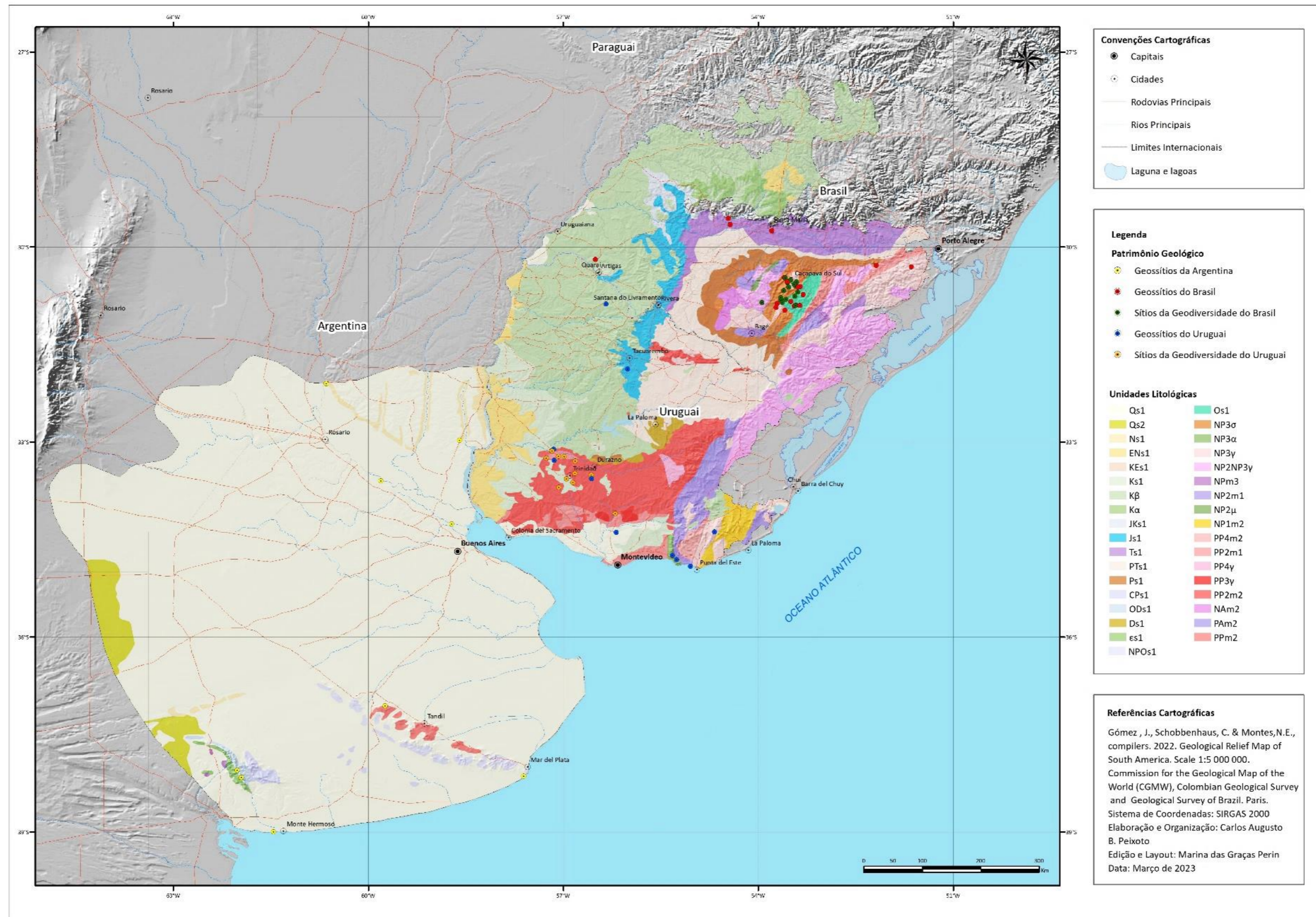


Figura 14 – Mapa Geológico da área de trabalho e posição dos geossítios e sítios da geodiversidade. Fonte: Gómez *et al.* (2022).

As unidades tectônicas, os litótipos/ambientes de sedimentação e a idade geológica em milhões de anos (Ma) estão apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Unidades geológicas, litótipos e os ambientes de sedimentação e tectônicos e a idade geológica em milhões de anos (Ma).

(continua)

Unidade geológica	Litotipos/Ambientes de sedimentação e tectônico	Idade geológica Milhões de anos (Ma)
Qs1	Areias, conglomerados, argilas, silte, limonitas, lodo, loess pampeano, matéria orgânica. Ambiente continental, fluvial, misto, deltaico e palustre, peridesértico.	Quaternário - Holoceno Atual a 0,0117 Ma
Qs2	Calcrete com cobertura eólica, limo. Ambiente continental, eólico, fluvial.	Quaternário - Pleistoceno 0,0117 a 2,588 Ma
Ns1	Silte, argila e areias. Ambiente continental, eólico e fluvial.	Neógeno - Plioceno – Mioceno 2,588 a 23,03 Ma
ENs1	Arenitos finos, loess, limos, argilas. Ambiente continental, fluvial e peridesértico.	Paleógeno - Oligoceno – Paleoceno 23,03 a 55,8 ±0,2 Ma
KEs1	Arenitos, limonitas e silcretos. Ambiente continental, eólico e fluvial.	Paleoceno – Cretáceo Superior 55,8 ±0,2 a 65,5 ±0,3 Ma
Ks1	Arenitos finos a médios com espessos níveis de conglomerados, argilas. Ocorrência de fósseis de insetos. Ambiente continental peridesértico e bacias de subsidências.	Cretáceo Superior – Santoniano 65,5 ±0,3 a 99,6 ±0,9 Ma
Kβ	Basalto toleíticos, intercalações de arenitos eólicos. Ambiente de Rift. Magmatismo de intraplaca continental.	Cretáceo Inferior – Albiano 99,6 ±0,9 a ~133,9 Ma
Kα	Riolito, rioclitos. Ambiente de Rift. Magmatismo de intraplaca continental.	Cretáceo Inferior – Hauteriviano ~133,9 a 145,5 ±4,0 Ma
JKs1	Arenito fino a grosso com grãos bem selecionados. Ambiente continental desértico, depósitos de dunas eólicas.	Jurássico Superior a Médio 145,5 ±4,0 a 175,6 ±2,0 Ma
Js1	Arenito fino a conglomeráticos níveis de pelitos. Contém pegadas de dinossauros. Ambiente continental desértico, depósitos de dunas eólicas associada com depósitos fluviais, eólicos e lacustres.	Jurássico Inferior 175,6±2,0 a 199,6 ±0,6 Ma
Ts1	Arenito, arenito conglomeráticos, pelito, siltito, argilito. Contém fósseis de tetrápodes e elementos de flora. Ambiente continental, fluvial planície inundação e lacustre.	Triássico Médio e Inferior ~ 228,7 a 251,0 ±0,4 Ma
PTs1	Arenito médio a fino com geometria lenticular e níveis de argilo-arenosos, lutitos, calcários. Ambiente continental, eólico com intercalações fluviais.	Permiano - Lopingiano 251,0 ±0,4 a 270,06 ±0,7 Ma

Quadro 6 – Unidades geológicas, litótipos e os ambientes de sedimentação e tectônicos e a idade geológica em milhões de anos (Ma).

(continua)

Unidade geológica	Litotipos/Ambientes de sedimentação e tectônico	Idade geológica Milhões de anos (Ma)
Ps1	Arcóseo, siltito arenoso, carbonoso, arenito fino, folhelho carbonoso, conglomerados. Ambiente marinho de costa-afora com influência de tempestades, flúvio-deltaico, litorâneo e marinho plataformar.	Permiano – Cisuraliano 270,6 ±0,7 a 299,0 ±0,8 Ma
CPs1	Arenitos, conglomerados e pelitos. Ambiente continental e marinho, fluvial, glacial.	Carbonífero Pensilvaniano a Mississippiano 299,0 ±0,8 a 359,2 ±2,5 Ma
ODs1	Arenitos, conglomerados. Ambiente misto, bacia de Rift continental.	Devoniano Superior a Médio 359,2 ±2,5 a 397,5 ±2,7 Ma
DS1	Arenito fino a médio, argilosos, lutitos e arenitos conglomeráticos e cascalhentos. Ambiente fluvial.	Devoniano Inferior 397,5 ±2,7 a 416,0 ±2,8 Ma
εs1	Arenitos, pelitos e conglomerados. Ambiente misto, Bacia de Rift continental.	Devoniano inferior – Siluriano 416,0 ±2,8 a 443,7 ±1,8 Ma
NPOs1	Arenitos, quartzitos, calcários, pelitos e dolomitos. Ambiente misto, plataforma siliciclásticas.	Ordoviciano Superior a Médio 443,7 ± 1,5 a 471,8 ±1,6 Ma
Os1	Conglomerado polimítico, arenito, pelito. Ambiente desértico com dunas eólicas, sistema fluvial.	Ordoviciano Médio a Inferior 471,8 ±1,6 a 488,3 ±1,7 Ma
NP3σ	Vulcanismo bimodal, derrames riolíticos alcalinos a peralcalinos, andesitos, traquitos, diques de sienitos e monzodiorito, depósitos de fluxo piroclásticos, brechas, tufos. Depósitos sedimentares vulcanogênicos. Ambiente Bacia do Camaquã.	Neoproterozoico – Ediacarano 542,0 a ~565,0 Ma
NP3α	Traquitos, riolitos, ignibritos, microssienitos e sienitos. Origem ígneo-subvulcânica e vulcânica. Ambiente Cinturão Dom Feliciano.	Neoproterozoico – Ediacarano ~565,0 a 568,0 Ma
NP3y	Suíte granítica contendo monzogranitos e granodiorito com xenólitos gnáissicos e foliações protomiloníticas. Sienogranitos formados por stocks. Ambiente Província Mantiqueira.	Neoproterozoico – Ediacarano 568,0 ±48 Ma
NP2NP3y	Suítes e complexos graníticos e granito-gnáissico, sienogranitos, metagranitoides foliados, monzogranitos, metagranitos e granitos orientados. Granitoides Pré e Sintectônicos. Ambiente Cinturão Dom Feliciano	Neoproterozoico – Ediacarano 568,0 ±48 a ~635,0 Ma
NPm3	Granitoides, granitos e granodioritos, magmatismo calcoalcalinos. Ambiente Arco Magmático continental.	Neoproterozoico Ediacarano – Criogeniano ~635,0 a 735,0 Ma
NP2m1	Xistos provenientes de metapelitos, quartzitos, grafita xisto, xistos magnesianos metarenitos, metamorfizados na fácies anfibolito médio inferior. Ambiente Província da Mantiqueira.	Neoproterozoico – Criogeniano ~735,0 a 745,0 Ma

Quadro 6 – Unidades geológicas, litótipos e os ambientes de sedimentação e tectônicos e a idade geológica em milhões de anos (Ma).

(conclusão)

Unidade geológica	Litotipos/Ambientes de sedimentação e tectônico	Idade geológica Milhões de anos (Ma)
NP2 μ	Gabros e ultramáficas, metagabro, ortoanfibolito, serpentinito. Ambiente Província da Mantiqueira.	Neoproterozoico – Criogeniano ~ 745,0 a 850,0 Ma
NP1m2	Gnaiss, migmatitos e granulitos com médio a alto grau de metamorfismo. Origem Igneo-metamórfico. Ambiente Cinturão Dom Feliciano	Neoproterozoico Criogeniano – Toniano ~850,0 a 1000 Ma
PP4m2	Ortognaisse, granitoides foliados, gnaiss migmatitos e ocasionalmente anfibolitos, com médio a alto grau metamórfico. Ambiente Cinturão Dom Feliciano.	Paleoproterozoico – Estateriano ~1.600 – 1.800 Ma
PP4y	Granitos e quartzo-sienitos, e nas fácies graníticas ocorre a presença de textura <i>rapakivi</i> . Ambiente Cráton Rio de La Plata.	Paleoproterozoico – Estateriano ~1.600 a 1.800 Ma
PPm2	Granitos, granodioritos, xistos, gneisses e migmatitos. Rochas plutônicas e metamórficas de alto e médio grau. Ambiente Margem Convergente.	Paleoproterozoico – Orosiriano ~1.800 – 2.050 Ma
PP3y	Granito calcoalcalinos e leucogranitos, granodioritos. Ambiente Cráton Rio de La Plata	Paleoproterozoico - Riaciano ~2.050 a 2.100 Ma
PP2m1	Ardósias, metarcoseos, quartzitos, filitos, com grau de metamorfismos de baixo a médio grau. Ambiente Craton Rio de La Plata.	Paleoproterozoico – Riaciano ~2.100 a 2.300 Ma
PP2m2	Gnaiss, anfibolitos, ortognaisse granulitos, migmatitos com intercalações de rochas graníticas e gnaiss oligoclássicos e metapiroxenitos com médio a alto grau metamórfico. Granitos anatóticos e orientados de origem ígnea intrusiva. Ambiente Cráton Rio de La Plata.	Paleoproterozoico Riaciano – Sideriano ~2.300 a 2.500 Ma
Nam2	Gnaiss bimodal, ortognaises quartzo-feldspático e máfico, sillimanita gnaiss, mármore metamorizadas a médio e alto grau. Ambiente Província da Mantiqueira.	Arqueano – Neoarqueano ~2.500 a 2.800 Ma
PAm2	Anfibolitos, gnaiss anfibólicos e graníticos, xistos micáceos com intercalações graníticas. Apresentam médio a alto grau metamórfico. Ambiente Cráton Rio de La Plata.	Arqueano – Paleoarqueano ~3.200 a 3.600 Ma

Fonte Adaptado de Gomes *et al.* (2022).

A importância de conhecer a geodiversidade do Pampa está em gerar informações do meio físico que subsidiarão ações de conservação, proteção e preservação de afloramentos geológicos, paisagens geomorfológicas, feições pedológicas e seus processos e sistemas fluviais, como banhados, lagoas e quedas d'águas.

O Pampa possui complexa geodiversidade, com suas combinações de paisagens, geologia, geomorfologia, solos e recursos hídricos. As bases das

informações, para o entendimento da geodiversidade estão fundamentadas na divisão do território em geossistemas ou domínios geológico-ambientais segundo a metodologia utilizada pelo Serviço geológico do Brasil (SILVA, 2008).

Esses domínios são subdivididos em unidades geológico-ambientais, as quais buscam reunir unidades litológicas, com características semelhantes frente ao uso e à ocupação dos terrenos. Para o entendimento geral, ocorrem 14 domínios geológico-ambientais dentro dos limites territoriais do bioma Pampa (VIERO; SILVA, 2010). A distribuição territorial da geodiversidade compartimentada em domínios geológico-ambientais está representada na Figura 15.

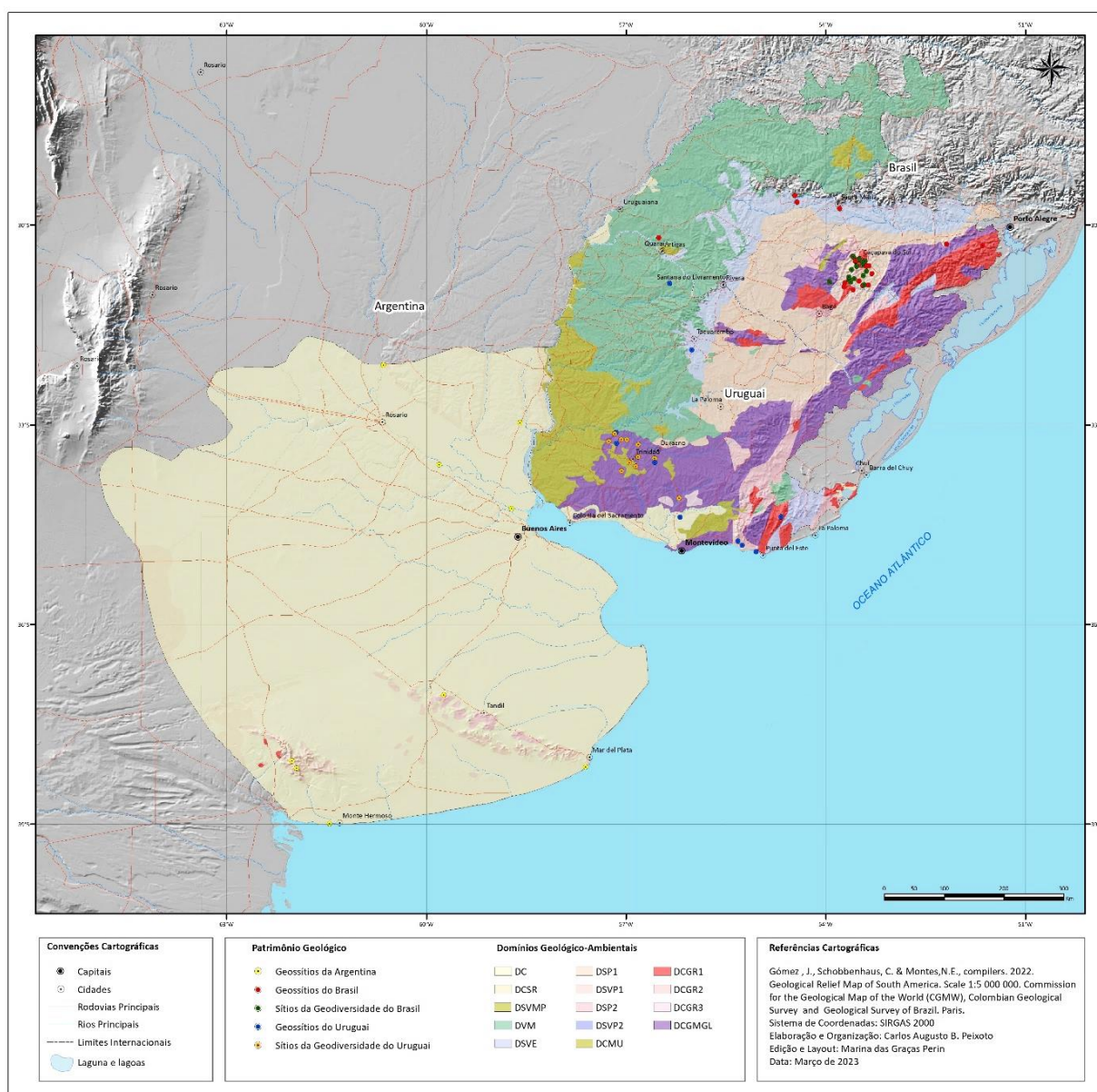


Figura 15 – Mapa da geodiversidade e posição dos geossítios e sítios da geodiversidade no Pampa. Fonte: Gómez *et al.* (2016).

Os 14 domínios geológicos ambientais, a descrição dos litótipos e dos ambientes de sedimentação e tectônicos, com a idade geológica apresentada em era, período, época e idade, estão apresentados em formato resumido no Quadro 7.

Quadro 7 – Domínio geológico-ambiental, litótipos e os ambientes de sedimentação e tectônicos e a idade geológica em era, período, época e idade.

Domínio Geológico-Ambiental	Litótipos/Ambientes de Sedimentação	Idade Geológica
DC	Planícies aluvionares recentes formados por cascalho, areia e argila.	Holocênico
DCSR	Sedimentos retrabalhados de outras rochas. Coberturas areno-conglomeráticas e/ou siltico-argilosas.	Neógeno (Plioceno – Mioceno) Paleogeno –(Oligoceno-Eoceno-Paleoceno)
DSVMP	Rochas sedimentares predominantemente depositadas em espessos pacotes.	Permiano a Cretáceo
DVM	Rochas basálticas, riolitos e riodacitos e arenito Botucatu.	Jurocretáceo
DSVE	Rochas sedimentares e vulcanossedimentares depositadas e preservadas em bacia sedimentar.	Eopaleozoico
DSP1	Rochas predominadas por sedimentos arenosos e conglomeráticos, com intercalações subordinadas de sedimentos siltico-argilosos. Estes ocorrem com intercalações de arenitos e grauvacas. Depositados no contexto da Bacia do Camaquã.	Neoproterozoico
DSVP1	Rochas resultantes de ciclos vulcânicos ácidos a intermediários, e vulcanismo básico.	Neoproterozoico
DSP2	Rochas sedimentares e vulcânicas associadas, metamorfizadas e dobradas de baixo a alto grau.	Proterozoico
DSVP2	Rochas sedimentares e vulcânicas associadas, metamorfizadas e dobradas de baixo a alto grau.	Proterozoico,
DCMU	Rocha da série máfico-ultramáfica dunito, peridotito e da série básica e ultrabásica gabro, anortosito.	Neoproterozoico
DCGR1	Rochas graníticas subalcalinas, granitoides peraluminosos shoshoníticos e das séries graníticas peralcalinas e alcalinas.	Ediacarano
DCGR2	Rochas das séries graníticas alcalina e granitoides peraluminosos.	Ediacarano
DCGR3	Rochas das séries graníticas subalcalinas.	Criogeniano
DCGMGL	Rochas tipo gnaisses paraderivados, gnaisse-granulítico ortoderivado e predomínio de gnaisses ortoderivados.	Paleoproterozoico e Neoarqueano

Fonte: Adaptado de Viero e Silva (2010).

A geodiversidade do Pampa mostra-se mais diversificada nas porções brasileira, onde fica a província geológica Escudo Sul-Rio-Grandense (CHEMALE Jr., 2000), e no Uruguai, na porção centro-sul e leste, no denominado Escudo Cristalino Uruguaio (PORTA et al., 1995).

O bioma Pampa, em sua concepção geomorfológica, apresenta seis macroformas esculpidas devido à ocorrência de processos geológicos e geomorfológicos de idade pós-godwânica sobre diferentes tipos litológicos. Nota-se que na porção sul, localizada na Argentina, o relevo é predominantemente do tipo plano a suave ondulado, enquanto nas porções uruguaia e brasileira, as litologias têm origens sedimentares, e as rochas formadoras do escudo apresentam relevo ondulado a forte ondulado e localmente montanhoso.

Para a compartimentação dos tipos de macroformas de relevo, de ocorrência nos limites da área de estudo, utilizou-se a classificação proposta por Ross (2016) e Ross et al. (2019). Segundo o autor, foi a partir da interpretação dos processos geológicos e geomorfológicos pós-gondwânicos, vinculados à abertura do oceano Atlântico, à formação da Cadeia Orogenética dos Andes, a processos tectônicos epirogênicos meso-cenozoicos que, associados às atividades climáticas, desencadearam efeitos morfogenéticos denudacionais, compartimentando as morfoestruturas de relevo.

Nos limites do bioma Pampa, ocorrem seis tipos de macroformas 1^o e 2^o táxon, que são as apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Sigla da unidade e a denominação dos tipos 1^o e 2^o táxon do relevo da área de trabalho.

Classe do Relevo	Tipos de Morfoestruturas e Morfoesculturas	Area Km ²
DCSAPCB3P	Morfoestrutura das Bacias Sedimentares Cenozoicas Morfoescultura: Depressão Central Sul-americana e Planícies e Colinas das Bacias do Paraguai-Paraná-Prata	400.806,137
PCBP	Morfoestrutura em Bacias Sedimentares Paleo-mesozoicas Morfoescultura: Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná	142.331,613
PUSRG	Morfoestrutura dos Cinturões Orogenéticos do Pré-Cambriano Morfoescultura: Planalto Uruguai-sul-rio-grandense	106.875,593
DPCGU	Morfoestrutura em Bacias Sedimentares Paleo-mesozoicas Morfoescultura: Depressão Periférica Central Gaúcha-Uruguaia	69.096,397
PFI	Morfoestrutura das Bacias Sedimentares Cenozoicas Morfoescultura: Planícies Fluviais Interiores	12.748,960
PCSMC	Morfoestrutura da Plataforma da Patagônia Morfoescultura: Planaltos em Coberturas Sedimentares Meso-cenozoicas	1.733,787

Fonte: Adaptado de Ross (2016) e Ross et al. (2019).

As seis macroformas de relevo identificadas na área de estudo estão apresentadas na Figura 16.

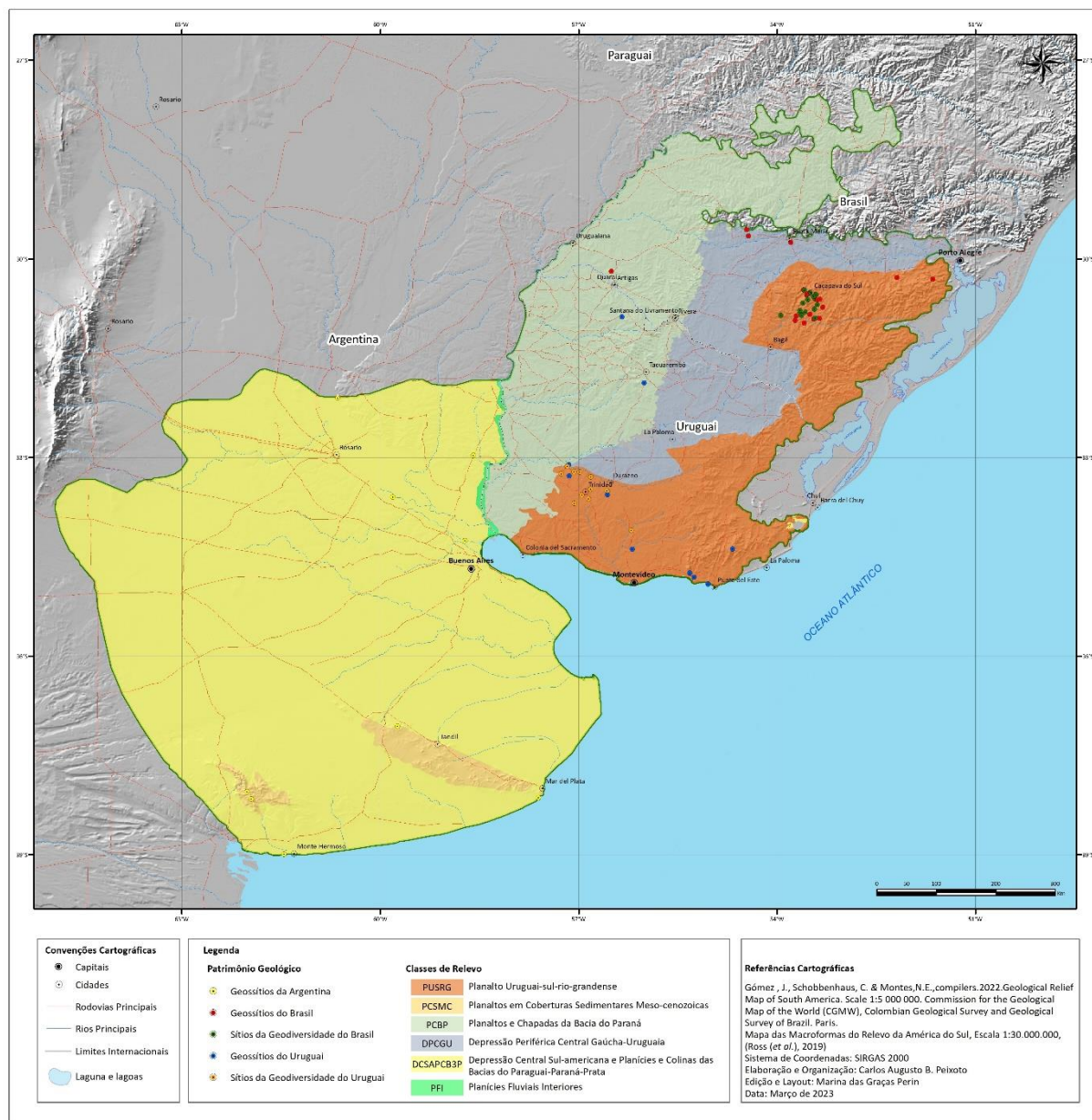


Figura 16 – Mapa das macroformas de relevo da área do estudo.
Fonte: Adaptada de Ross (2016) e Ross et al. (2019).

O bioma Pampa Transfronteiriço apresenta um padrão de relevo predominantemente plano na Argentina, passa de suave ondulado a ondulado no Uruguai e, na porção nordeste, região do entorno de Caçapava do Sul, no Brasil, mostra relevo localmente ondulado a forte ondulado.

Esse padrão com baixas altitudes é mostrado na Figura 17, com a apresentação do mapa hipsométrico da área do estudo, onde as altitudes predominam entre os intervalos de 10 a 30 metros.

Os pontos mais altos estão no Brasil, o morro do Andrade, na Serra do Segredo, com 394,00 metros. No Uruguai é o Cerro Catedral, na Serra Carapé, com 513,66 metros, e na Argentina, na região da província de Buenos Aires, fica o cerro Três Picos, com 1.239 metros, que pertence ao sistema das Serras da Ventania.

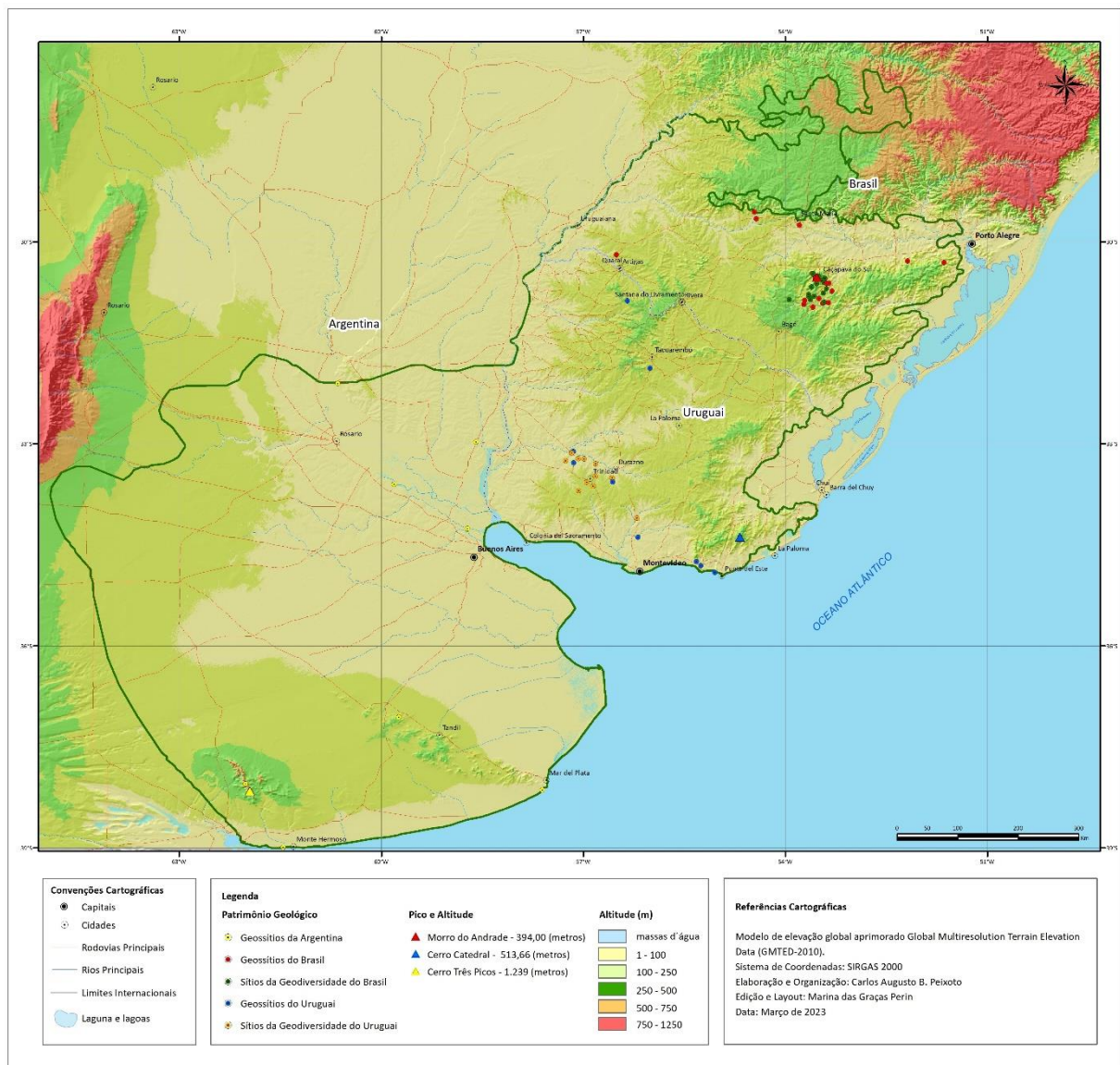


Figura 17 – Mapa hipsométrico ou de altitude da área do estudo.
Fonte: USGS (2010).

4.5 SOLOS: CARACTERIZAÇÃO GERAL

Na área de estudo, em virtude da ampla riqueza de condições geológicas e geomorfológicas, foram observadas 12 classes de solos em 1º e 2º níveis categóricos (EMBRAPA, 2023), cujas características podem variar muito em um distanciamento de poucos metros entre cada classe mapeada.

As classes de solos mapeadas na área de estudo em 1º e 2º níveis foram baseadas nos levantamentos de Dijkshoorn *et al.* (2005), Montanarella *et al.* (2015), IBGE (2015) e Santos *et al.* (2018) e são as seguintes: Argissolos, Chernossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, Nitossolos, Planossolos, Planossolos Nátricos, Plintossolos e Vertissolos.

Os Argissolos ocorrem em relevo que variam desde suave ondulado até forte ondulado e que são originados de diversos tipos litológicos, tais como basaltos, granitos, arenitos, argilitos e siltitos.

Estas grandes variações de rochas impactam na ampla diversidade de suas características físicas, como: cor, drenagem, textura, mudança textural abrupta, declividade; e nas características químicas, como: baixa fertilidade natural, forte acidez e alta saturação por alumínio, típica característica que limitam seu uso agrícola.

A mudança textural abrupta ou o contato lítico a pouca profundidade acentua as limitações na drenagem natural dos solos e, associado com a textura arenosa, aumenta a suscetibilidade à erosão.

Os Chernossolos são solos minerais ricos em matéria orgânica, característica que se reflete na sua coloração enegrecida e alta fertilidade.

Encontram-se, em grande parte, degradados pelo manejo agrícola inadequado, o que resultou na ocorrência de erosão do horizonte superficial, transformando-se em alguns casos em Cambissolos.

Os Gleissolos são solos minerais que apresentam o lençol freático permanente ou frequentemente próximo à superfície, característica que influencia diretamente na distribuição da vegetação pela aeração deficiente e má drenagem.

Os Latossolos são solos minerais profundos, em avançado estágio de intemperismo.

Encontram-se amplamente destinados à produção agrícola em virtude de sua estrutura e boa drenagem, por mais que sejam, em geral, fortemente ácidos,

característica facilmente revertida através da calagem com a aplicação de calcário ou outra fonte de cálcio.

Os Luvisolos são, geralmente, solos pouco profundos, bem a imperfeitamente drenados, originados de basalto, granitos ou gnaisses. Têm alta fertilidade química, mas, por ocorrerem em diversas condições de material de origem, clima e relevo, para o uso agrícola, as áreas que ocorrem devem ser avaliadas.

Os Neossolos são solos de formação muito recente, presentes nas mais distintas formas de relevo e drenagem.

Os Neossolos Litólicos apresentam contato com a rocha dentro de 50 cm da superfície, enquanto os Neossolos Quartzarênicos, de textura arenosa, são mais profundos e de maior fragilidade à erosão.

Nitossolos são solos em avançado estágio de intemperização (processo de ferralitização), geralmente profundos. São predominantemente argilosos ou muito argilosos, ácidos com CTC baixa (argila de atividade baixa) em decorrência do predomínio de caulinita e óxidos de ferro em sua constituição.

O material de origem desses solos compreende rochas efusivas básicas ou ácidas. Ocorrem em relevo suave ondulado a ondulado, e geralmente possuem boa aptidão agrícola após correção da fertilidade química.

Os Planossolos estão presentes em relevo plano a suave ondulado e possuem horizontes superficiais mais arenosos que os subsuperficiais, o que favorece o acúmulo de água nos primeiros 100 centímetros, podendo ser classificados como imperfeitamente ou mal drenados.

Devido à estagnação do solo com água e maior granulometria do solo, em geral seu horizonte superficial apresenta uma coloração enegrecida.

Encontram-se descaracterizados por serem amplamente utilizados para o cultivo de arroz irrigado.

Essas áreas são comumente drenadas para o emprego de tal prática, o que altera o regime hídrico local e contribui para a oxidação do carbono estocado na matéria orgânica do solo e a transferência desta para a atmosfera, contribuindo para o agravamento do aquecimento global.

Os Planossolos Nátricos possuem alta saturação por sódio, estrutura prismática ou colunar, e têm o gradiente textural elevado, conferindo-lhe grande suscetibilidade à erosão, também favorecida pela baixa permeabilidade do horizonte B, devido à alta concentração de sódio.

São de pouca expressão espacial, ocorrendo em regiões semiáridas e em áreas costeiras de clima seco, geralmente nos terraços de rios e riachos, em áreas de topografia suave.

A pecuária extensiva, na vegetação natural, constitui o principal aproveitamento desses solos. O caráter salino concomitantemente com a elevada saturação por sódio pode torná-los inaptos para a agricultura, sendo mais recomendados para pastagem (EMBRAPA, 2023).

Os Plintossolos são solos de drenagem moderada a imperfeita, e até mal drenados. Ocorrem em posições específicas da paisagem, ocupando áreas de baixada com relevo plano, bem como posições de transição entre várzeas e o início das coxilhas (sopé de coxilhas), em relevo plano a suave ondulado.

Essas posições de relevo normalmente determinam condições temporárias de saturação com a água do solo e com a oscilação do lençol freático. As limitações ao uso agrícola referem-se à saturação temporária com água nos períodos chuvosos ou por elevação do lençol freático. Podem ser usados com culturas anuais ou pastagens.

Os Vertissolos são solos minerais, presentes com frequência em relevo plano a suave-ondulado. Caracterizam-se por apresentarem argilas expansivas, que permitem a alteração do volume do solo com o aumento do seu teor de água e formação de rachaduras quando em época de estiagem.

As cores dos níveis do solo, como as vermelhas e vermelho-amarelas, indicam ambientes que apresentam boa drenagem, enquanto cores como bruno-acinzentadas e acinzentadas identificam drenagem moderada ou imperfeita, que mantém os solos saturados com água, criando um ambiente anaeróbico temporário prejudicial às plantas.

As informações resumidas contendo as 12 classes de solos, sigla e cor foram padronizadas segundo a norma da EMBRAPA e apresentadas nos Anexos C e D.

A caracterização geral e a extensão de cada classe em quilômetros quadrados constam no Quadro 9.

Quadro 9 – Dados gerais das classes de solo das ordens 1^o e 2^o identificadas na área de trabalho.

Sigla	SiBCS	Características gerais	Área Km ²
P	Argissolos	Moderada a extremamente ácidos, com subsolo rico em argila de baixa a alta capacidade de retenção em nutrientes, o que exige fertilização para aumentar a produtividade agrícola.	3.049,117
M	Chernossolos	Ligeiramente ácidos ou neutros; apresentam um horizonte mineral superficial espesso e escuro rico em húmus, sendo bem estruturados e permeáveis e são considerados férteis com ótimo potencial para a agricultura.	33.154,587
G	Gleissolos	Solos que ocorrem nas depressões topográficas em áreas úmidas e onde o lençol freático fica próximo à superfície topográfica; a água subterrânea ascende por capilaridade para esta posição no terreno.	1.356,717
L	Latosolos	Solos que ocorrem em terrenos terciários, sendo muito alterados; apresentam baixa capacidade de retenção de nutrientes. Ocorrem associados aos argissolos em regiões com chuvas intensas e ficam submetidos a acentuados processos de intemperismo.	833,725
T	Luvissolos	Solos ligeiramente ácidos com subsolo rico em argila, com alta capacidade de retenção de nutrientes e aptidão para uma grande variedade de usos.	12.077,189
RQ	Neossolos Quartzarênicos	Solos arenosos suscetíveis à erosão com baixa capacidade de retenção e nutrientes e com pouca água disponível, sendo utilizados para plantação de mandioca e milho e para pastagens extensivas de baixo rendimento. Esse tipo de solo é um dos mais extensos em nível mundial.	10,637
RL	Neossolos Litólicos	Solos pouco profundos sobre a rocha sã ou com elevada quantidade de cascalhos, pouca quantidade de terra fina, baixa capacidade de armazenar água comum em áreas montanhosas, desérticas ou com fortes processos erosivos, sendo utilizados para pecuária extensiva ou reflorestamentos.	31.707,998
N	Nitossolos	Solos avermelhados profundos com estrutura bem desenvolvida e agregados nuciformes ou em forma de noz. São solos profundos, bem drenados e são bem produtivos após correção da fertilidade química.	3.505,199
P	Planossolos	Solos com alteração abrupta de textura entre o horizonte superficial e o subsuperficial mais argiloso, o que ocasiona acumulação de água. Estão associados a extensos vales fluviais.	6.037,182
SN	Planossolos Nátricos	Solos alcalinos com elevado potencial hidrogeniônico (pH-ácido). Sofrem após secagem com dureza excessiva, limitando o trabalho agrícola de forma manual. Têm risco de erosão eólica e hídrica.	10.516,235
F	Plintossolos	Solos com acumulação de óxidos de ferro nodular ou reticular, pode endurecer devido ao processo repetitivo de secagem e umedecimento. Para evitar o endurecimento, as camadas superiores devem estar protegidas da erosão. São limitados para uso agrícola devido à saturação temporária por água ou elevação do lençol freático, e têm uso em culturas anuais ou pastagens.	9.465.131
V	Vertissolos	Solos ricos em argila que sofrem expansão e contração devido à alta proporção de argilas expansivas. Com a seca, sofrem com a formação de fendas largas e profundas. Ocorrem em posições mais baixas na paisagem, como em fundos de lagos secos, bacias fluviais e terraços inferiores de rios.	3.865,562

Fonte: Kampf e Streck (2010), Montanarella *et al.* (2015) e Santos *et al.* (2018).

As classes de solos identificadas na área de estudo estão apresentadas na Figura 18.

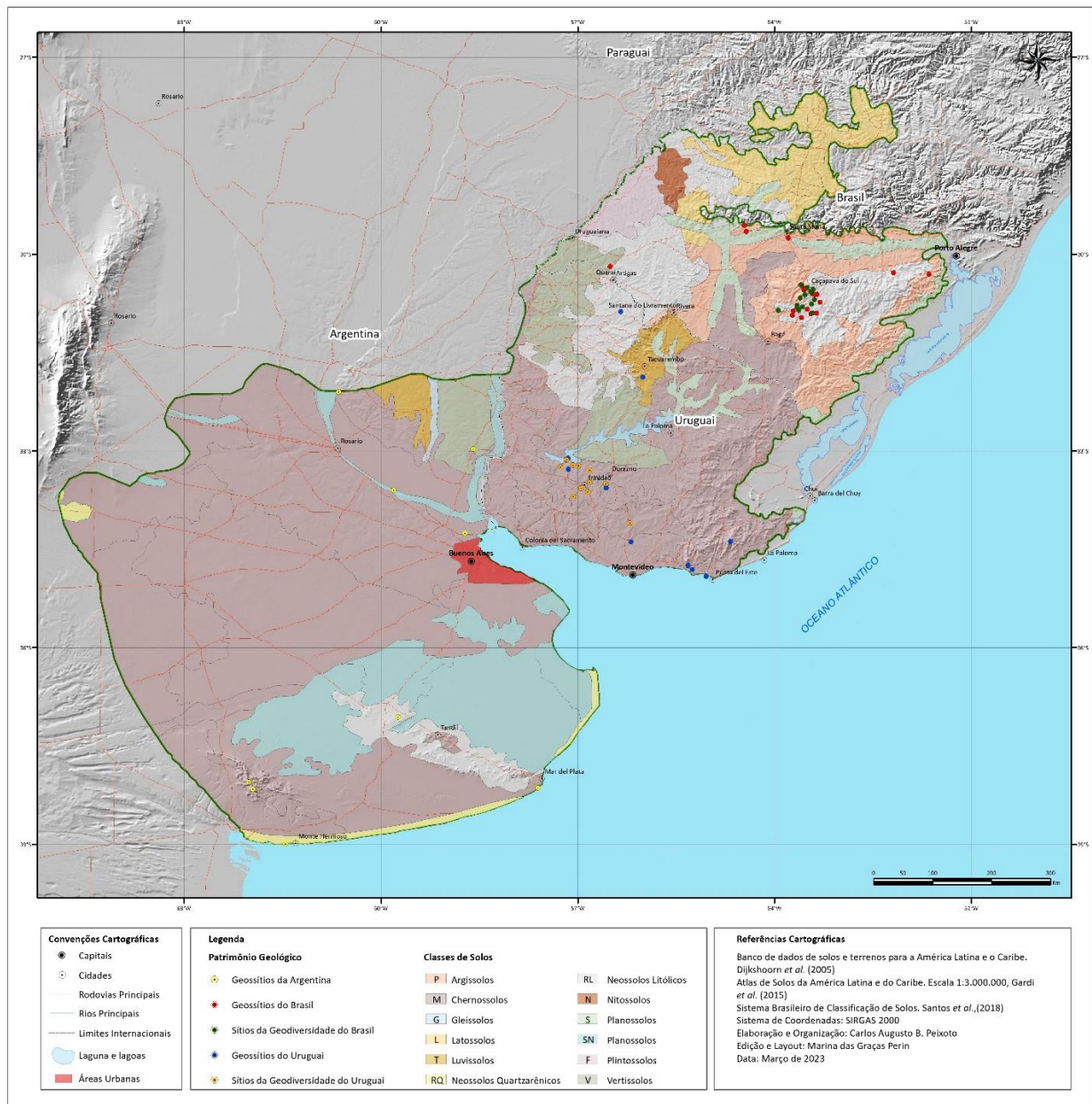


Figura 18 – Mapa de solos da área de trabalho.
Fonte: Adaptada de Dijkshoorn *et al.* (2005) e Montanarella *et al.* (2015).

4.6 USO DA TERRA: A COBERTURA VEGETAL E SUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A grande importância do entendimento dos solos, que compõem o meio abiótico e suportam a cobertura vegetal natural, é poder compatibilizar as potencialidades desses solos com suas fragilidades, para que seja possível a conservação e manutenção das suas funcionalidades ambientais, e para que a vegetação campestre nativa, associada à produção agropecuária e silvicultura, ocorra de forma a não causar impactos negativos na mais rica biodiversidade de gramíneas do mundo (BOLDRINI, 2009).

O sistema de classificação para a cobertura e o uso da terra é baseado no Manual técnico de uso da terra (IBGE, 2013). A legenda e a seleção das cores de mapeamento para a edição da Figura 14 estão contidas nas tabelas dos Anexos E e F.

Essas informações técnicas estão apresentadas, de forma resumida, no Quadro 10, com dados da evolução anual de cada classe de cobertura e uso da terra calculado em hectares (ha), segundo dados publicados no site do MAPBIOMAS SUDAMERICANO (BAEZA *et al.*, 2022), apresentados no infográfico Anexo G.

Quadro 10 – Classes da cobertura e do tipo de uso identificadas na área de trabalho.

Legenda	Classe	Descrição de classe/uso	Evolução anual da cobertura e uso da terra Fonte MAPBIOMAS (2022)			
			1985 (ha)	1985 (%)	2021 (ha)	2021 (%)
1	Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas urbanizadas	1.088.809	1,0	1.346.372	1,24
2	Áreas antrópicas agrícolas	Cultura temporária, cultura permanente, pastagem, silvicultura	44.618.706	40,96	51.455.541	47,24
3	Áreas de vegetação natural	Campestre e florestal	59.796.688	54,90	52.725.586	48,40
4	Água	Corpos d'água continental e costeiro	3.410.408	3,13	3.386.392	3,11
5	Outras áreas	Áreas descobertas	8.372	0,01	9.093	0,01

Fonte: Adaptado de IBGE (2013) e MAPBIOMAS (BAEZA *et al.*, 2022).

A região do Pampa tem sua economia baseada no setor primário tradicional – pecuária e agricultura intensiva – e tais atividades necessitam de extensos campos naturais, com o relevo predominantemente plano ou levemente ondulado, para alcançar bons níveis produtivos.

Há setores nessa área sendo utilizados para silvicultura. Nessas glebas e talhões existe uma grande extensão de reflorestamento, com espécies vegetais exóticas como o eucalipto e o pinus, cujas madeiras são utilizadas nas indústrias de celulose e moveleira.

A seguir, a Figura 19 mostra a cobertura e uso da terra dentro dos limites do território do bioma pampeano transfronteiriço.

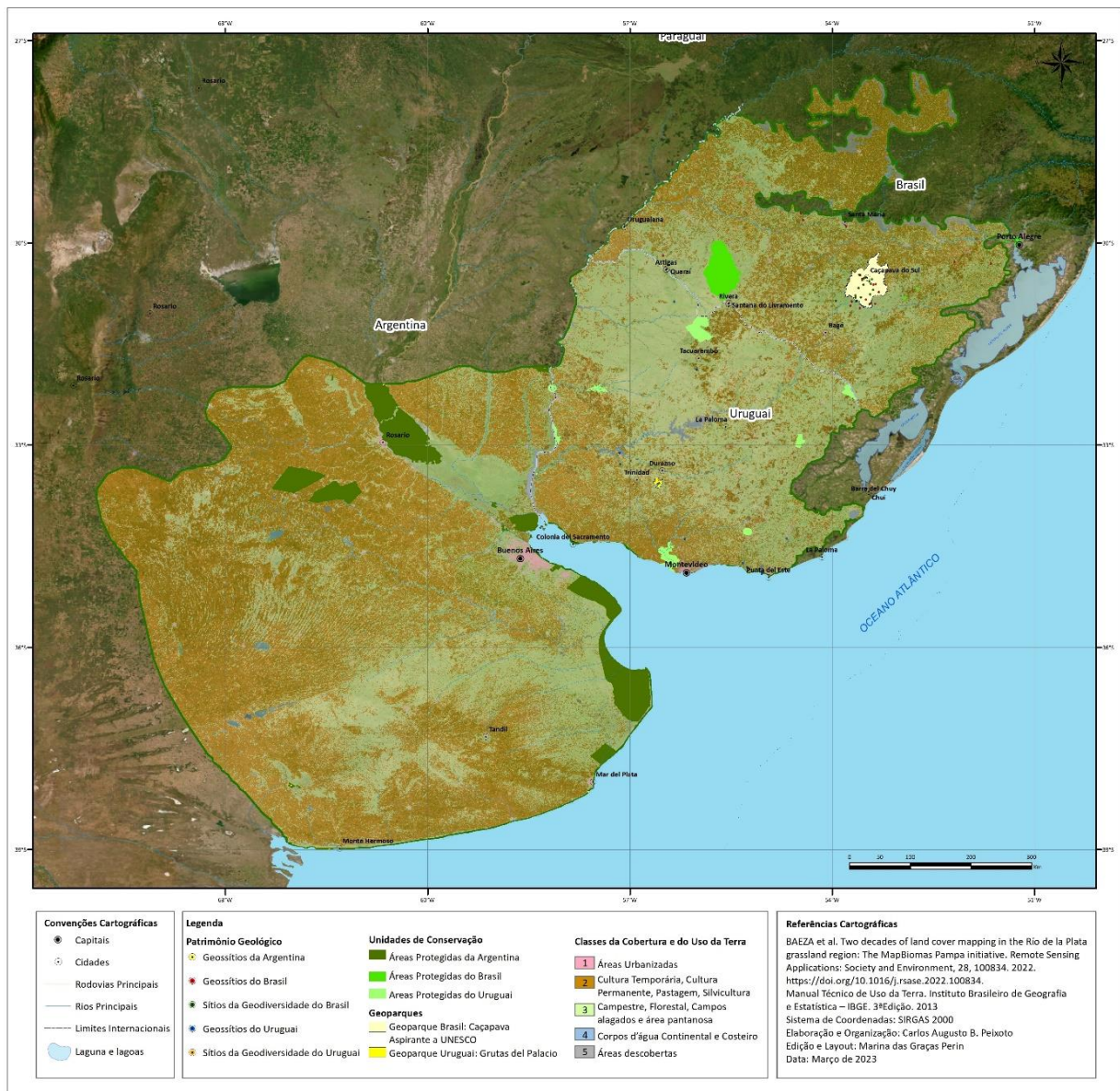


Figura 19 – Padrão do uso da terra e distribuição da cobertura vegetal no Pampa Transfronteiriço.
Fonte: IBGE (2013) e MAPBIOMAS (BAEZA *et al.*, 2022).

A edição do mapa revela que o bioma Pampa tem, dentro de seus limites, um conjunto de áreas de preservação ou unidades de conservação em cada país,

classificadas de acordo com suas respectivas legislações ambientais. Além disso, tem duas áreas de geoparques, uma no Uruguai e outra no Brasil.

Os Quadros 11, 12 e 13 apresentam a denominação de cada unidade de conservação, a categoria da unidade segundo a classificação e, respectivamente, SiFAP (Argentina), SNUC (Brasil) e SIAP (Uruguai), sua localização e área de extensão em hectares.

Quadro 11 – Unidades de conservação segundo SiFAP Argentina identificadas na área de trabalho.
(continua)

Unidade de Conservação	Dados Gerais	Área
Arroyo El Durazno	Área protegida, categoria reserva natural de objetivo definido educativo, localizada na província de Buenos Aires.	515 ha
Arroyo Los Gauchos	Área protegida, categoria reserva natural de usos múltiplos, localizado na província de Buenos Aires.	707 ha
Arroyo Zabala	Área protegida categoria, reserva natural de usos múltiplos, localizada na província de Buenos Aires.	2.820 ha
Barranca Norte	Área protegida categoria, reserva natural de objetivo definido botânico, localizada na província de Buenos Aires Buenos Aires.	51 ha
Isla Botija	Área protegida, categoria reserva natural de usos múltiplos, localizada na província de Buenos Aires.	730 ha
La Aurora del Palmar	Área protegida, categoria refúgio privado de vida silvestre, localizada na província de Entre Rios.	1.085 ha
Laguna Salada Grande	Área protegida, categoria reserva natural de usos múltiplos, localizado na província de Buenos Aires.	6.522 ha
MuseoGuardia del Juncal	Área protegida, categoria reserva natural de objetivo definido educativo, localizada na província de Buenos Aires	136 ha
Palmar Yatay	Área protegida, categoria sítio RAMSAR área úmida, localizada na província de Entre Rios	21.450 ha
Reserva Natural Municipal del Pilar	Área protegida na categoria Monumento Natural Municipal.	297 ha
Reserva Natural Bahía de Samborombón	Área protegida nas categorias sítio RAMSAR área úmida e reserva natural provincial integral e de objetivo definido, localizada na província de Buenos Aires	243.965 ha
Reserva Natural Rincón de Ajó	Área protegida, categoria reserva natural provincial integral e de objetivo definido, localizada na província de Buenos Aires.	9.500 ha
Campos del Tuyú	Área protegida, categoria parque nacional, localizada na província de Buenos Aires.	3.040 ha
Ciervo de los Pantanos	Área protegida, categoria parque nacional, localizada na província de Buenos Aires.	5.561 ha
Delta del Paraná	Área protegida, categoria reserva da biosfera, localizada na província Buenos Aires.	88.624 ha
Ernesto Tornquist – Sierra de la Ventania	Área protegida, categoria parque provincial, localizada na província de Buenos Aires.	6.114 ha
Humedales e Islas de Victoria	Área protegida, categoria reserva de usos múltiplos, localizada na província Entre Rios.	376.000 ha
Islas de Santa Fe	Área protegida, categoria parque nacional, localizada na província de Santa Fé.	4.096 ha
La Defensa Baterías – Charles Darwin	Área protegida, categoria Reserva Natural de Defesa, localizada na província de Buenos Aires.	1.000 ha

Quadro 11 – Unidades de Conservação segundo SIFAP Argentina identificadas na área de trabalho. (conclusão)

Unidade de Conservação	Dados Gerais	Área
La Defensa Campo Mar Chiquita – Dragones de Malvinas	Área protegida, categoria Reserva Natural de Defesa, localizada na província de Buenos Aires.	1.778 ha
Parque Atlântico Mar Chiquita	Área protegida, categoria reserva da biosfera, localizada na província Buenos Aires.	26.488 ha
Parque Costero del Sur	Área protegida, categoria reserva da biosfera, localizada na província Buenos Aires.	151.300 ha
Pehuen C6 – Monte Hermoso	Área protegida, categoria reserva natural de objetivos definidos geológico, paleontológico e arqueológico, localizada na província Buenos Aires.	2.542 ha
Pereyra Iraola	Área protegida, categoria reserva da biosfera, localizada na província Buenos Aires.	10.248 ha
Pre-Delta	Área protegida, categoria parque nacional, localizada na província de Entre Rios.	2.608 ha

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 12 – Unidades de Conservação segundo o SNUC Brasil identificadas na área de trabalho.

Unidade de Conservação	Dados Gerais	Área
RPPN Universidade de Passo Fundo	Unidade de Conservação, Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) localizada no município de Passo Fundo.	32,21 ha
RPPN Reserva Maragato	Unidade de Conservação, Reserva Particular do Patrimônio Natural localizada no município de Passo Fundo.	41,56 ha
Reserva Biológica São Donato	Unidade de Conservação de Proteção Integral nos municípios de Itaqui e Maçambará.	4.392 ha
Parque Estadual do Espinilho	Unidade Estadual de Proteção Integral no município de Barra do Quaraí.	1.617,144 ha
Reserva Biológica do Ibirapuitã	Unidade de Conservação de Proteção Integral localizada no município de Alegrete.	351,42 ha
Parque Natural Municipal do Pampa	Unidade de conservação, categoria parque, localizada no município de Bagé.	152,0199 ha
Reserva Biológica Biopampa	Unidade de conservação municipal de proteção integral localizada no município de Candiota.	1.044,05 ha
RPPN Boa Vista	Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Boa Vista, criada pela Portaria SEMA nº 126, de 14/09/2018. Localiza-se no município de Santana da Boa Vista.	243,28 ha
Parque Estadual Podocarpus	Unidade de Conservação de Proteção Integral no município de Encruzilhada do Sul.	3.645 ha
Parque Natural Municipal Pedra do Segredo	Parque foi instituído no ano de 1999, através da Lei Municipal nº 1.055 de 04 de maio 1999.	4,8157 ha
Parque Natural Municipal da Cascata do Salso	Unidade de Conservação de Proteção Integral localizada no município de Caçapava do Sul.	8,59 ha

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 13 – Unidades de Conservação segundo SIAP Uruguaí identificadas na área de trabalho.

Unidade de Conservação	Dados Gerais	Área
Localidad Rupestre Chamangá	Área natural protegida na categoria paisagem protegida, localizada no departamento de Flores.	12.000 ha
Rincon de Franquia	Área protegida na categoria área de manejo de habitat e/ou espécies localizada no departamento de Artigas.	1.150 ha
Valle del Lunarejo	Área protegida na categoria Paisagem Protegida localizada no departamento de Rivera.	30.000 ha
Paso Centurión y Sierra de Ríos	Área protegida na categoria paisagem protegida localizada no departamento de Cerro Largo.	37.251 ha
Montes del Queguay	Área protegida com recursos manejados localizada no departamento de Paysandú.	43.633 ha
Esteros de Farrapos e Islas del Rio Uruguay	Área natural protegida na categoria parque nacional localizada no departamento de Rio Negro.	6.327 ha
Paso Centurión y Sierra de Ríos	Área natural protegida na categoria de paisagem protegida localizada no departamento de Cerro Largo.	37.251 ha
Quebrada de los Cuervos y Sierras del Yerbál	Área natural protegida na categoria de paisagem protegida localizada no departamento de Treinta y Tres.	4.413 ha
Grutas del Palacio (Uruguay)	Área natural protegida na categoria monumento natural localizada no departamento de Flores.	0,7 ha
Humedales de Santa Lucía	Área protegida com recursos manejados localizada nos departamentos de Canelones, San José e Montevideo.	86.517 ha
Laureles-Cañas	Área natural protegida na categoria paisagem protegida localizada nos departamentos de Tacuarembó e Rivera.	62.500 ha
Parque Nacional Arequita	Em elaboração de estudo para ingresso no SINAP. Localizada no departamento de Lavalleja.	NA
Humedales e Islas del Hum	Em processo de ingresso no SINAP. Localizada nos departamentos de Rio Negro e Soriano.	NA

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No bioma Pampa, que tem uma área de 734.930 quilômetros quadrados ou 73.493.000 hectares, existem apenas 49 unidades de conservação segundo os órgãos gestores destas áreas de preservação de cada país.

Em extensão de área são 12.997,52 quilômetros quadrados ou 1.299.752 hectares protegidos, o que representa apenas 1,77% do total da área do Pampa transfronteiriço.

Atualmente o patrimônio geológico submetido a ações de proteção e conservação são os que estão situados dentro dos limites de unidades de conservação. No caso do bioma Pampa, apenas seis geossítios e um sítio da geodiversidade, totalizando sete sítios geológicos, enquadram-se nesta condição.

No Brasil, tratam-se do geossítio Pedra do Segredo e do sítio da geodiversidade Cascata do Salso; na Argentina são os geossítios Cerro Ventana, La Costa Entrerriana del Rio Paraná e Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co; e no Uruguai, são os geossítios Grutas del Palacio e Localidad Rupestre de Chamangá.

Quadro 14 – Número de unidades de conservação por país e bioma e valor da área em hectares e percentual em relação a área total do Pampa Transfronteiriço.

PAÍS	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	GEOSSÍTIOS E SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE DENTRO DOS LIMITES DA UC	ÁREA TOTAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (ha)	ÁREA TOTAL DO BIOMA POR PAÍS (ha)	PERCENTUAL EM RELAÇÃO A ÁREA TOTAL DO BIOMA PAMPA
ARGENTINA	25	03	967.177	41.513.800 (56,48%)	2,33%
BRASIL	11	02	11.532	15.527.000 (22,39%)	0,89%
URUGUAI	13	02	321.043	16.452.200 (21,13%)	1,95%
BIOMA PAMPA	49	07	1.299.752	73.493.000 (100%)	1,77%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

5 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO INVENTARIADO NO PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO

DESCRIÇÃO E ANÁLISE INTEGRADA

Neste capítulo são apresentados a denominação do sítio geológico, os dados geológicos, o tipo de relevo e de geomorfologia, as informações turísticas, a forma de acesso e a localização com as coordenadas decimais do ponto.

Após a descrição, um quadro mostra informações gerais e uma imagem de satélite com a posição do geossítio ou sítio da geodiversidade elaborada com o uso do aplicativo Google Earth e mais duas fotografias e/ou figuras representativas de cada geossítio e sítio da geodiversidade.

Estas descrições contêm na parte final, além dos dados históricos e ambientais dos sítios geológicos, a avaliação obtida com o uso do aplicativo Geossit.

A descrição do patrimônio geológico inventariado no bioma Pampa transfronteiriço será apresentada por país, começando pelo Brasil, seguido da Argentina e, por fim, do Uruguai. Apesar desta compartimentação os dados obtidos na avaliação serão analisados de forma integrada, mas as diferenças no arcabouço jurídico de cada país e uma forte barreira na aplicação dos programas de gestão do patrimônio geológico para o bioma como um território único sem as fronteiras internacionais.

5.1 APRESENTAÇÃO GERAL DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

O bioma Pampa, localizado ao sul da América do Sul, entre as latitudes 28°S e 39°S, e as longitudes 50°W e 63°W, apresenta extensão de 734.930 quilômetros quadrados e transcende limites territoriais entre os países Brasil, Argentina e Uruguai.

O Pampa tem a seguinte distribuição em extensão de área: na Argentina são 415.138 quilômetros quadrados, o que, em termos percentuais, representa 56,48% da área total do bioma; no Uruguai, são 164.522 quilômetros quadrados – em termos percentuais, 22,39% do Pampa –; e no Brasil, onde o bioma apresenta a menor extensão, são 155.270 quilômetros quadrados, ou seja, 21,13% do valor total.

A inventariação do patrimônio geológico no bioma identificou 68 sítios geológicos distribuídos nesta extensão de área do Pampa, dos quais foi o maior número – 36 sítios geológicos – está e na porção brasileira. Já na parcela uruguaia do bioma, foram inventariados 23 sítios geológicos, e na fração argentina, onde os campos Pastizales apresentam a maior extensão, foram identificados apenas nove geossítios.

Este resultado de ocorrência de maior número de sítios geológicos no Brasil e no Uruguai mostra que a complexa geologia que ocorre nestes dois países influencia em uma maior geodiversidade, e estas características do meio abiótico podem ser um indutor da maior ocorrência de lugares de interesse geológico e, conseqüentemente, do maior número de geossítios e sítios de geodiversidade, o que resulta também em um maior patrimônio geológico.

Na porção do bioma na Argentina foi encontrado um número bem menor de geossítios, e o mapa geológico e de geodiversidade mostram poucas unidades litológicas e, conseqüentemente, menos domínios geológicos.

Os números do inventário do patrimônio geológico do Pampa após o uso do Geossit para sua qualificação e avaliação quantitativa identificaram 32 sítios da geodiversidade e 36 geossítios, totalizando 68 sítios geológicos.

No Brasil são 19 sítios da geodiversidade e 17 geossítios; no Uruguai são 13 sítios da geodiversidade e 10 geossítios; e na Argentina são nove geossítios. A distribuição de todos os sítios geológicos na área do Pampa está apresentada na Figura 20. O gráfico 1 mostra o patrimônio geológico do Pampa e a distribuição percentual deste por país.

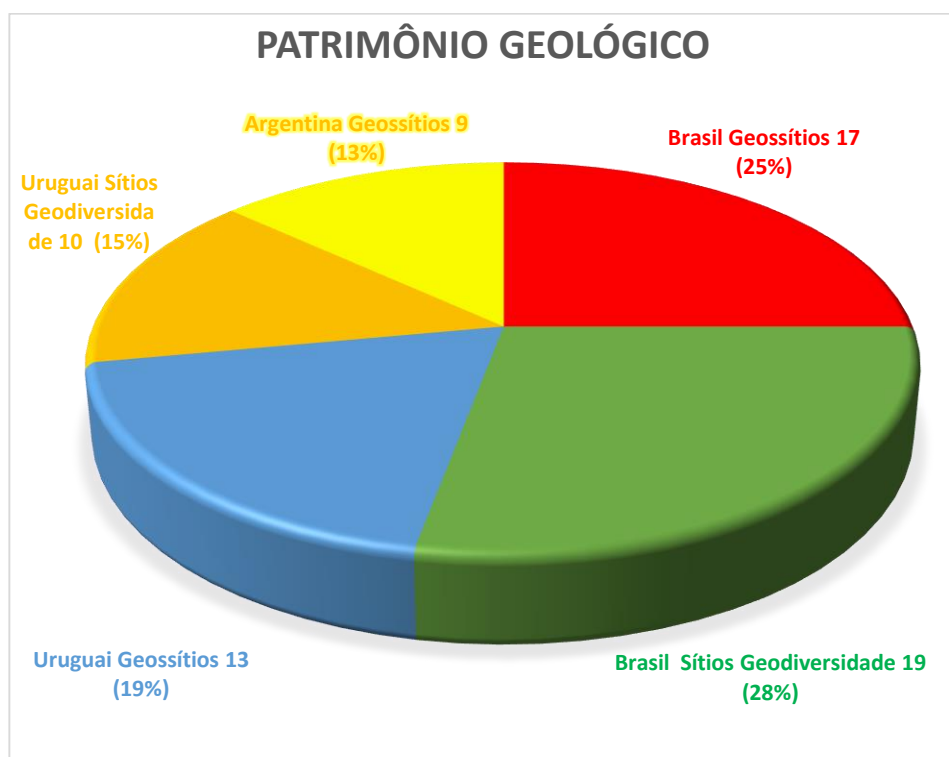


Gráfico 1 – Distribuição percentual por país do patrimônio geológico inventariado no Pampa Transfronteiriço.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No Quadro 15, consta a relação do patrimônio geológico inventariado no Pampa com os geossítios na coluna da esquerda e os sítios da geodiversidade na coluna da direita, ordenados de forma alfabética e por país segundo as cores da legenda apresentada no Gráfico 1.

Quadro 15 – Lista do Patrimônio Geológico do Pampa Transfronteiriço

Geossítios	Sítios da Geodiversidade
Afloramento Morro do Papaléo	Afloramentos Granja Don Augusto
Afloramento Quitéria	Belvedere Capão das Galinhas
Astroblema Cerro do Jarau	Caieiras Pedreiras de Calcário
Cerro da Angélica	Campo de Matacões Capela Santo Antônio
Cerro do Bugio	Campo de Matacões Lavras do Sul
Galpão de Pedra	Capão do Cedro
Gruta da Varzinha	Cascata do Pessegueiro
Minas do Camaquã - Cava Uruguai	Cascata do Salso
Passo das Tropas	Cerro Colorado
Pedra do Segredo	Cerro do Perau
Pedra Pintada	Lava em Corda Arroio Carajá
Pedras das Guaritas	Matacões Chácara do Forte
Rincão do Inferno	Mina do Andrade
Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata – São Pedro do Sul	Morro da Cruz
Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul	Pedra do Engenho
Toca das Carretas	Pedra do Leão
Toca do Sapateiro	Pedra Rincão da Guarda Velha
Cerro Tres Picos	Rincão da Tigra
Cerro Ventana	Tocas Fazenda São João
El Corredor Termal del Rio Uruguay	Balneário Don Ricardo
La Costa Entrerriana del Rio Paraná	Canteras de Rio Negro
Las Barrancas Bonaerenses del rio Paraná	Cerros Ojosmin
Los Acantilados de Chapadmalal	Dique Máfico
Rio de La Plata y Delta del Paraná	Falla Villasboas
Tandilia	Gabro Chamangá
Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co	Horblendita Marincho
Arenales de Paso del Palmar	Lagarto de Piedra - Parque Bartolomé Hidalgo
Cerro Batovi	Las Piedras Altas
Cerro Catedral	Paso de Lugo
Cerro de Las Animas	Piedras Blancas
Cerro Pan de Azúcar	San Martín del Yí
Grutas del Palácio	Sendero de Las Rocas Pérmicas - Parque Bartolomeu Hidalgo
Localidade Rupestre de Chamangá	
Los Catalanes Distrito Gemológico	
Paso del Cuello	
Punta Ballena	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

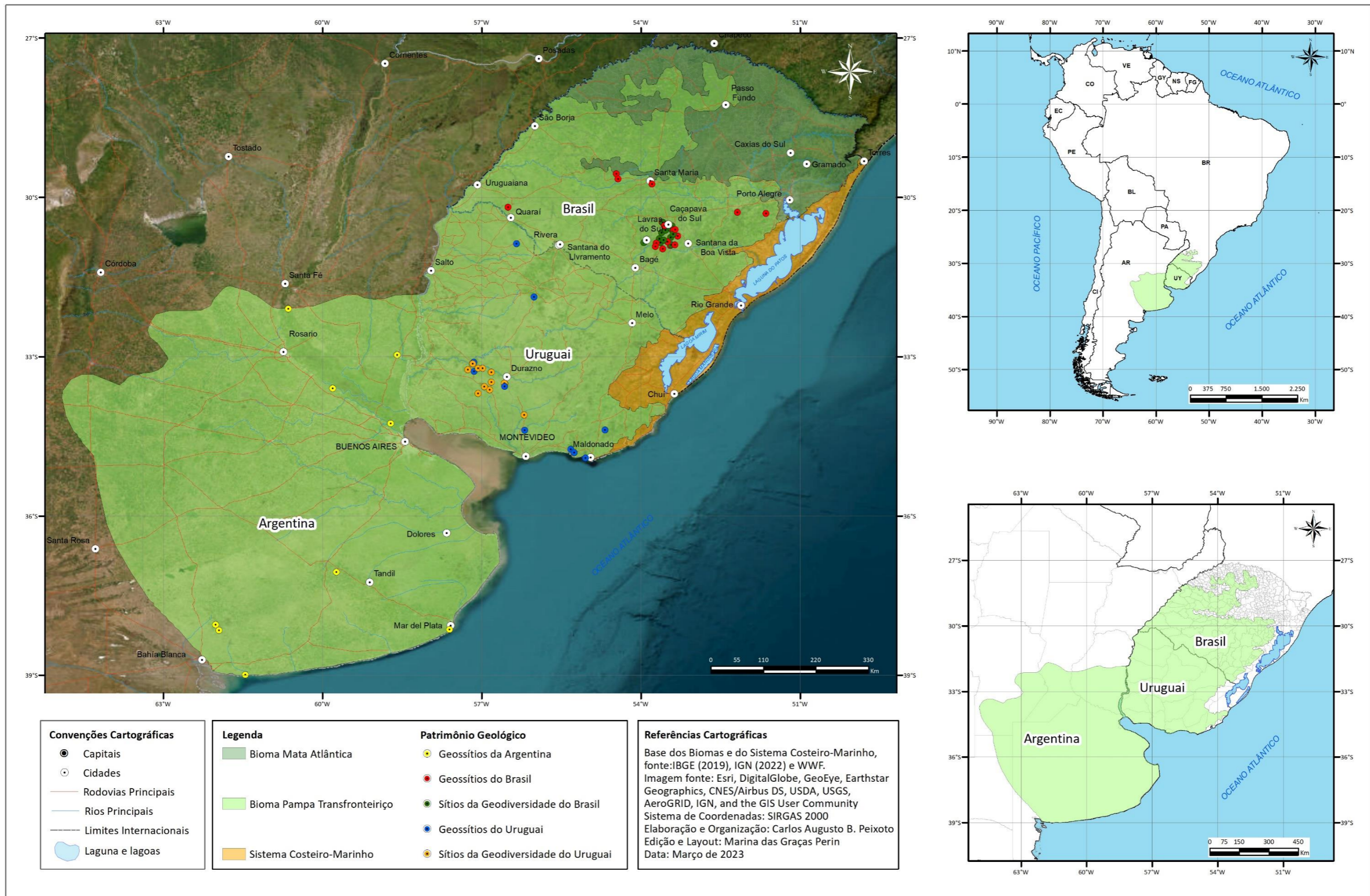


Figura 20 – Distribuição do patrimônio geológico no bioma Pampa Transfronteiriço.
 Fonte: IBGE (2022) e Esri®ARcMap™ (2019).

5.2 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BRASIL

O Brasil tem realizado o levantamento sistemático do patrimônio geológico nacional por meio do projeto do Inventário do Patrimônio Geológico do Brasil desde o ano de 2018, e este faz parte do escopo da Ação de Levantamento da Geodiversidade. Este levantamento é uma das ações em vigência no programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, que trabalha com o objetivo de “ampliar a participação do setor mineral na economia com sustentabilidade, governança, segurança jurídica, estabilidade regulatória e inovação” (SCHOBENHAUS, 2021).

A eficácia de qualquer modelo de uso e ocupação depende de um bom conhecimento da geodiversidade, especialmente em vista da grande diversidade litológica e morfológica existente no território brasileiro.

O levantamento da geodiversidade serve como insumo valioso porque indicam as limitações e adequabilidades dos diferentes tipos de terrenos frente a diversos tipos de uso (SCHOBENHAUS, 2018).

Assim a caracterização, reconhecimento e valorização do patrimônio geológico tem como objetivo uma gestão sustentável do território do Pampa, mas deve, em especial, dar apoio à implantação de políticas públicas de ordenamento territorial e desenvolvimento regional. O tipo de conhecimento geocientífico que o inventário do patrimônio geológico gera e a sua divulgação contribuem para a avaliação do potencial geoturístico.

O Projeto Geoparques do Brasil foi criado pelo Serviço Geológico do Brasil em 2006, e tem gerado e integrado um grande conhecimento sobre sítios de interesse geológico no país. Este banco de dados nacional, em conjunto com a plataforma Geosit, que é a base digital de dados para o cadastramento sistematizado do patrimônio geológico foi utilizado na etapa de inventariação do Pampa transfronteiriço.

No estado do Rio Grande do Sul, onde o bioma Pampa ocorre na metade sul, existem até o presente momento 36 sítios geológicos cadastrados pelo Projeto Patrimônio Geológico do Brasil (SGB, 2023).

O Brasil mostra ser, entre os três países que têm o Pampa em seus limites territoriais, o que tem mais geossítios e sítios da geodiversidade cadastrados. Isto aponta a ocorrência de uma diversificada e complexa geologia nesta região.

São 35 unidades litoestratigráficas cartografadas, um indicativo para a ocorrência de potenciais lugares de interesse geológico.

Ocorre na porção do Pampa brasileiro rochas que foram originadas a partir da era Paleoarqueana. Tratam-se de anfíbolitos, gnaisse anfibólicos, granitos e xistos micáceos com intercalações graníticas que mostram grau metamórfico variando entre médio a alto, com idades aproximadas entre 3.200 a 3.600 bilhões de anos, e posicionados na base da coluna estratigráfica.

Esta tem em seu topo formações sedimentares recentes da idade Holocênica e que apresentam idade aproximada de 11.770 mil anos.

A geologia reflete diretamente na geodiversidade da região, onde foram cartografados 14 domínios geológicos ambientais. Estas duas características abióticas do Pampa são geradoras de seis macroformas de relevo e 12 classes de solos, o que gera potenciais lugares de interesse geológico.

O inventário do Pampa do Brasil conta com os 30 geossítios e sítios da geodiversidade inventariados e disponíveis na plataforma Geossit e que estão descritos na Proposta do Geoparque: Guaritas – Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017). Esta proposta do SGB com novos limites apresentada no relatório técnico apresentado à UNESCO foi denominada de Geopark Caçapava.

Deste total de geossítios, 22 estão dentro dos limites territoriais da cidade de Caçapava do Sul. Este território tem o status de Aspirante a Geopark desde novembro de 2022 e, após reunião do Conselho Executivo da Unesco ocorrida no dia 24 de maio, teve sua solicitação homologada, tornando-se oficialmente filiado à Associação Internacional de Geoparks ou à Rede de Geoparques Globais – GGN.

Além disso, seis geossítios que fazem parte de propostas apresentadas nas publicações do Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP), volumes I, II e III, estão dentro dos limites do Pampa brasileiro.

A Figura 21 apresenta a distribuição espacial dos geossítios e sítios da geodiversidade no território brasileiro, cuja maior concentração fica dentro de duas áreas, na delimitada pelo Geoparque Caçapava, aspirante a patrimônio da UNESCO, e dentro da área proposta pelo Serviço Geológico do Brasil em publicação de 2017.

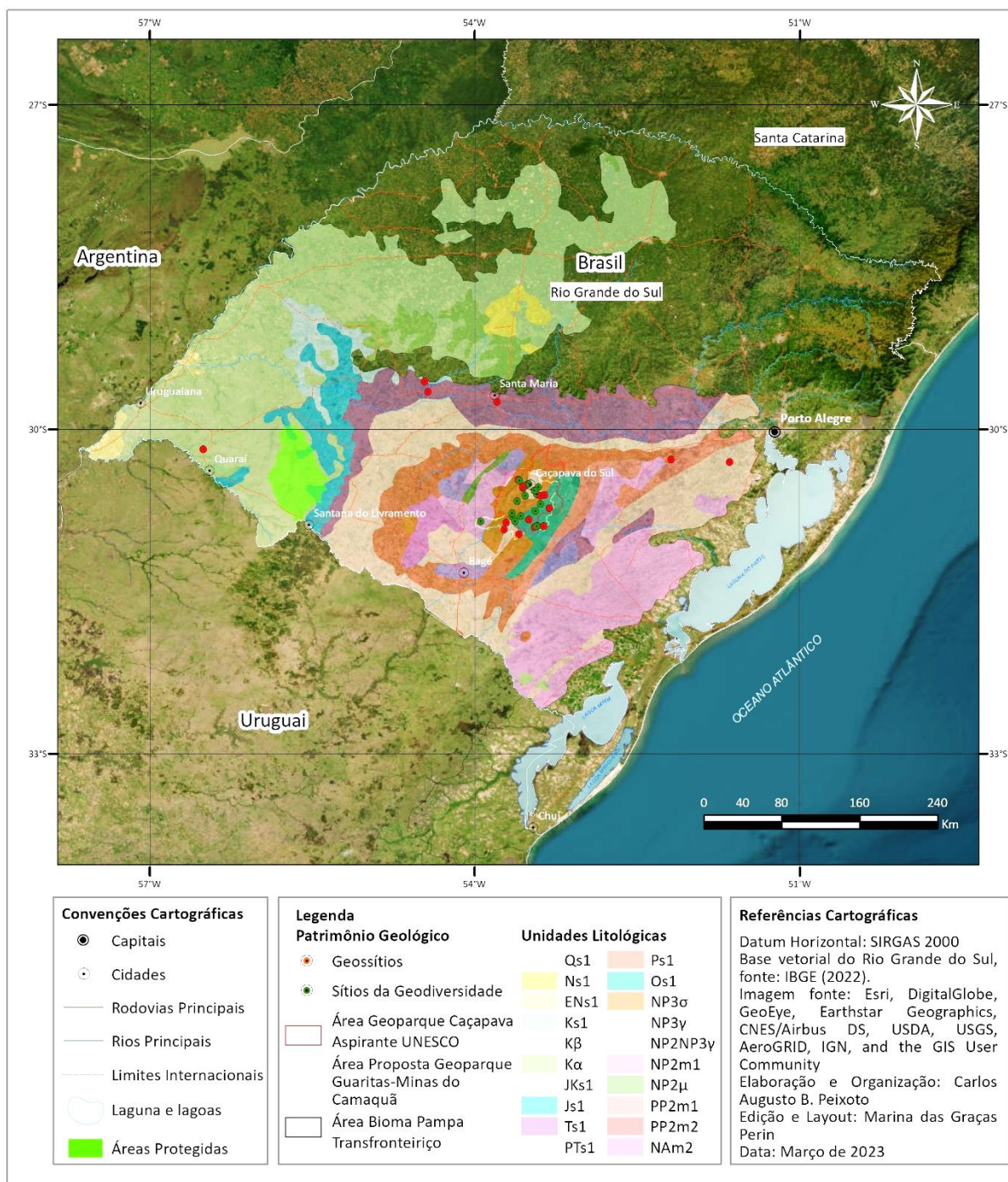


Figura 21 – Bioma Pampa Brasileiro e os geossítios e sítios da geodiversidade.
 Fonte: IBGE (2022) e Esri®ARCMAP™ (2019).

Os Quadros 15 e 16 apresentam a denominação, a medida de geoconservação, a localização, a latitude e a longitude em coordenadas decimais dos 19 sítios da geodiversidade e dos 17 geossítios que foram inventariados no Pampa brasileiro pelo autor desta tese no projeto Geoparques do Brasil na proposta Guaritas-Minas do Camaquã, e no projeto Patrimônio Geológico do Brasil em execução em número de 30, sendo que seis sítios geológicos foram publicados pela SIGEP.

Na existência de medida de geoconservação já implantada, será indicada seu tipo, localização em área de geoparque ou em área de proteção, definida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) ou, ainda, dentro da zona de amortecimento, com aceite pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos, e/ou publicadas no SIGEP – Volumes I, II ou III. Caso não exista medida de geoconservação, a informação fica descrita no campo não aplicável (NA).

Devido à extensão da área de estudo, a posição dos geossítios ou sítios da geodiversidade será informada por meio das coordenadas geográficas em formato de graus decimais, com seis casas decimais, refletindo melhor precisão, com menos de 1,1132 metros da linha do Equador.

A latitude negativa mostra que essa coordenada fica posicionada ao sul da Linha do Equador, e a longitude negativa mostra que essa coordenada fica posicionada a oeste do Meridiano de Greenwich.

Quadro 16 – Denominação, medida de geoconservação e localização dos sítios da geodiversidade brasileiros.

.....(continua)

Sítio da Geodiversidade	Geoparque ou Áreas Protegidas (SNUC) ou SIGEP	Coordenadas Decimais	
		Latitude	Longitude
Afloramentos Granja Don Augusto	Proposta Guarita–Minas do Camaquã	-30.668630°	-53.609889°
Belvedere Capão das Galinhas	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.617157°	-53.534736°
Caieiras Pedreiras de Calcário	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.537762°	-53.411524°
Campo de Matacões Capela Santo Antônio	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.603314°	-53.425880°
Campo de Matacões Lavras do Sul	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.853976°	-53.944172°
Capão do Cedro	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.757881°	-53.437655°
Cascata do Pessegueiro	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.477395°	-53.586349°
Cascata do Salso	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava e Parque Natural Municipal Cascata do Salso	-30.569400°	-53.448009°
Cerro Colorado	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.810813°	-53.654886°

Quadro 16 – Denominação, medida de geoconservação e localização dos sítios da geodiversidade brasileiros.

(conclusão)

Sítio da Geodiversidade	Geoparque ou Áreas Protegidas (SNUC) ou SIGEP	Coordenadas Decimais	
		Latitude	Longitude
Cerro do Perau	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.475173°	-53.586967°
Lava em Corda Arroio Carajá	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.776990°	-53.654541°
Matações Chácara do Forte	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.506590°	-53.501882°
Mina do Andrade	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.521852°	-53.529851°
Morro da Cruz	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.895978°	-53.422395°
Pedra do Engenho	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.897466°	-53.426261°
Pedra do Leão	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.546586°	-53.552856°
Pedra Rincão da Guarda Velha	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.693991°	-53.390342°
Rincão da Tigra	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.853810°	-53.629926°
Tocas Fazenda São João	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.804425°	-53.574591°

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 17 – Denominação, medida de geoconservação e localização dos geossítios brasileiros.

.....(continua)

Geossítio	Geoparque ou Áreas Protegidas (SNUC) ou SIGEP	Coordenadas Decimais	
		Latitude/	Longitude
Afloramento Morro do Papaléo	SIGEP 101 – Volume II	-30.305477°	-51.643908°
Afloramento Quitéria	SIGEP 008 – Volume II	-30.338027°	-52.170626°
Astroblema de Cerro do Jarau	Proposta de Criação de Unidade de Conservação (31/10/2013) SIGEP S. N.º	-30.189216°	-56.507078°
Cerro da Angélica	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.618602°	-53.387902°

Quadro 17 – Denominação, medida de conservação e localização dos geossítios brasileiros.
(conclusão)

Geossítio	Geoparque ou Áreas Protegidas (SNUC) ou SIGEP	Coordenadas Decimais	
		Latitude/	Longitude
Cerro do Bugio	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.469540°	-53.597636°
Galpão de Pedra	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.969882°	-53.589794°
Gruta da Varzinha	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.730393°	-53.307239°O
Minas do Camaquã - Cava Uruguai	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.907491°	-53.445164°
Passo das Tropas	SIGEP 084 – Volume III	-29.751377°	-53.790437°
Pedra do Segredo	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Parque Municipal Pedra do Segredo – Lei n° 1055 04/05/1999	-30.534764°	-53.554109°
Pedra Pintada	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.898757°	-53.359917°
Pedras das Guaritas	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.838224°	-53.500257°
Rincão do Inferno	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.866326°	-53.709568°
Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata – São Pedro do Sul	SIGEP 009 - Volume I	-29.557872°AM - 29.669638°SP S	-54.462223°AM - 54.208075°SP S
Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul	SIGEP 022 – Volume I	-29.655269°	-54.429986°
Toca das Carretas	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã e Geoparque Caçapava	-30.610763°	-53.352795°
Toca do Sapateiro	Proposta Guaritas–Minas do Camaquã	-30.928345°	-53.727229°

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A descrição começará com os sítios da geodiversidade seguidos dos geossítios, em ordem alfabética, com a localização e acesso ao sítio, tipo e padrão de relevo, descrição geológica, dados históricos, culturais e turísticos, bem como a avaliação obtida com o uso do *Geossít*. No formato de figura será apresentada a imagem de satélite com a posição e duas ou mais fotografias ou desenhos representativos do lugar de interesse geológico e seus componentes.

5.2.1 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE AFLORAMENTOS GRANJA DON AUGUSTO

O conjunto de afloramentos está distante aproximadamente 24 quilômetros do centro de Caçapava do Sul, percorrendo a rodovia RS-357 no sentido a Lavras do Sul, posicionado no lado direito da estrada, sendo de fácil observação junto à cerca da propriedade.

O geossítio pertence à proposta de geoparque Guaritas–Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2015; 2017).

Tratam-se de afloramentos que apresentam feições de superfície de aplainamento, indicando a resistência da rocha aos processos erosivos, que originaram um conjunto de cristas e lajeados que afloram na superfície do terreno e que se mostram alinhados.

O relevo, onde afloram as rochas areníticas conglomeráticas, mostra uma superfície suave ondulada a ondulada, pertencente ao domínio de morro e de serras baixas.

Os afloramentos são formados por rochas areníticas e conglomeráticas depositados em camadas tabulares da formação Serra dos Lanceiros, pertencentes ao Grupo Santa Bárbara, formadas na era Neoproterozoica, no período Ediacarano, com idade aproximada de 542 milhões de anos.

As rochas areníticas e conglomeráticas afloram no meio dos campos naturais ondulados e de vegetação rupestre, formando uma paisagem diferenciada.

Segundo o aplicativo *Geossít*, é classificado como sítio da geodiversidade com relevância regional/local.

O valor científico é 155, valor educativo, 180, valor turístico, 165, e sua avaliação de risco de degradação apresenta valor 200, sendo classificado como risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 367 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Afloramentos Granja Dom Augusto Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.668630°/Long.: -53.609889° A 24 km do centro de Caçapava do Sul sentido Lavras do Sul pela RS-357 no lado direito.</p>		
Geologia	Arenitos e conglomerados pertencentes à formação Serra dos Lanceiros, Grupo Santa Bárbara da era Neoproterozoica período Ediacarano Superior.		
Relevo	Superfície suave ondulada a ondulada, associada a superfícies de aplainamento.		
Temática	Geomorfologia e Estratigrafia		

Figura 22 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Afloramentos Granja Dom Augusto.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.2 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE BELVEDERE CAPÃO DAS GALINHAS

O sítio da geodiversidade Mirador Capão das Galinhas tem como classificação temática principal a geomorfologia. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas–Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017) e ao Caçapava Geoparque.

A sua localização é no município de Caçapava do Sul, no distrito Vila São José, distante 12 quilômetros do trevo de acesso sul, deslocando-se pela rodovia estadual RS-357, no sentido Lavras do Sul.

O mirante fica no lado direito, sendo este o melhor lugar para observar a paisagem do Vale dos Lanceiros e o quadrante sul da Serra do Segredo. A área de observação fica distante 13 quilômetros ao sul do centro de Caçapava do Sul, sobre a faixa de domínio da rodovia RS-357. Para o visitante observar a cênica da paisagem será necessário a implantação de belvedere/mirador e estacionamento.

O belvedere Capão das Galinhas mostra ao observador os diferentes tipos de relevo, a associação de morros e serras baixas com superfícies aplainadas. No primeiro plano, vê-se o vale do arroio dos Lanceiros, onde a paisagem mostra campos de pastagens, plantações e um conjunto de açudes, e, mais ao fundo, vê-se a porção sul, com as geoformas do tipo morros testemunhos que compõem a Serra dos Lanceiros e a Serra do Segredo.

Esta paisagem com grande valor cênico foi originada por diferentes fenômenos geológicos, como movimentações tectônicas e processos geomorfológicos que modelaram as rochas, gerando acidentes geográficos como serras e morros testemunhos, intercalados com terrenos planos.

O sítio mostra paisagem com diferenças de relevos. Os morros testemunhos são formados por rochas areníticas e conglomeráticas da formação Serra dos Lanceiros e Pedra do Segredo, pertencentes ao Grupo Santa Bárbara. Estas rochas sedimentares apresentam idade aproximada entre 573 a 542 milhões de anos e foram formadas no período Ediacarano Superior.

Segundo o aplicativo *Geossít*, é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local, apresenta valor científico 135, valor educativo 260, e valor turístico 255. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 566 é a curto prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Belvedere Capão das Galinhas Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.617157°/Long.: -53.534736° A 13 km ao sul do centro de Caçapava do Sul.		
Geologia	Areníticos e conglomerados com idade aproximada entre 573 a 542 milhões de anos formados no período Ediacarano Superior.		
Relevo	Morros e serras baixas associadas a superfícies aplainadas.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 23 – Imagem de satélite e fotografias do Sítio da Geodiversidade Mirador Capão das Galinhas.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.3 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAIEIRAS - PEDREIRAS DE CALCÁRIO

O sítio da geodiversidade Caieiras Pedreiras de Calcário tem como classificação temática principal a História da Mineração e, na classificação temática secundária, Geomineração. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas–Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A localização do sítio é no bairro Caieiras, que fica a 8 quilômetros no sentido sul do pórtico de entrada de Caçapava do Sul, deslocando-se pela rodovia federal BR-392. É um polígono de mineração de aproximadamente 16 quilômetros quadrados, onde estão situadas sete empresas de mineração que produzem calcário, caulim, cal e argamassa, produtos utilizados na agricultura para correção do solo e na construção civil, sendo considerado um importante distrito industrial de calcário da região central do Rio Grande do Sul. O relevo no entorno da área de mineração é predominado por uma topografia que varia de ondulada a forte ondulada, e pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos. As Caieiras é classificada como uma província geológica mineral formada por rochas de origem metamórfica da unidade Vulcânica-Sedimentar, pertencente ao Complexo Metamórfico Vacacaí, formada basicamente por calcários do tipo calcítico e dolomítico com idade aproximada de 753 ± 2 Ma U-Pb da era Neoproterozoica.

Esta grande área foi cadastrada como lugar de interesse geológico para propiciar ao geoturista visitar uma extensa província mineral de calcário dolomítico e calcítico, saber da história geológica evolutiva que originou esta rocha metamórfica de origem marinha, como se realizam a extração e o beneficiamento mineral e como fazem a recuperação ambiental das áreas mineradas. A visitação às áreas de mineração ocorre mediante agendamento com as empresas mineradoras, sendo acompanhada por técnico em mineração. O distrito industrial mineiro Caieiras, localizado em Caçapava do Sul, produziu, segundo o Anuário Mineral Estadual 2018, ano-base 2017, da Agência Nacional de Mineração, 67% do calcário comercializado no Rio Grande do Sul (DUARTE *et al.*, 2019.). Segundo o aplicativo *Geossit*, é classificado como sítio da geodiversidade com relevância regional/local, o valor científico é 175, o valor educativo, 215, e o valor turístico, 190. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 350, sendo classificado como de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 543 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Caieiras Pedreiras de Calcário Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.537762°/Long.: -53.411524° A 8 km sentido sul pela BR-392 partindo do pórtico de acesso a Caçapava do Sul.</p>		
Geologia	Calcários dolomíticos e calcíticos de idade aproximada de 753±2 Ma U-Pb da era Neoproterozoica.		
Relevo	Ondulada a forte ondulada. Pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.		
Temática	História da Mineração e Geomineração		

Figura 24 – Imagem de satélite e fotografias das margens do geossítio Caieiras Pedreiras de Calcário.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.4 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAMPO DE MATAÇÕES CAPELA SANTO ANTÔNIO

O sítio da geodiversidade Campo de Matações Capela Santo Antônio tem como classificação temática principal a geomorfologia. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A sua localização fica no 1º Distrito. O acesso é pela estrada do Salso, no sentido sudeste, a 15 quilômetros a partir do centro de Caçapava do Sul. Fica próximo à Igreja de Santo Antônio, no lado esquerdo da estrada. Em uma área de campo encontra-se o campo de matações de rocha granítica.

O relevo onde fica o campo de matações de rocha granítica é predominado por uma topografia que varia de forte ondulada a montanhosa, e pertence ao domínio de morros e serras baixas.

O sítio Matações Capela de Santo Antônio é uma feição geomorfológica do tipo campo de matações, que aflora na superfície topográfica, indicando o padrão de fraturamento e a resistência da rocha ao processo de esfoliação esferoidal, originando um conjunto de fragmentos rochosos autóctones que formam uma paisagem diferenciada nas encostas do morro.

A geologia apresenta rochas monzograníticas pertencentes à Suíte Granítica Caçapava do Sul. Trata-se de uma intrusão com formato irregular do tipo batólito e que apresenta contatos discordantes nas bordas. O granito Caçapava sofreu processos tectônicos como falhamentos e fraturamentos que, associados a processos geomorfológicos do tipo erosão e intemperismos físico e químico, resultaram na formação de um conjunto de blocos e matações com diferentes tamanhos, posições e com formas próximas do esférico. São monzogranitos de idade aproximada de 558 ± 3 Ma U-Pb do período Ediacarano da era Neoproterozoica.

A área onde o geossítio aflora fica em propriedade particular, de modo que é necessário contatar o proprietário para a visita. Neste ponto da estrada, devido à altitude de 391 metros, pode-se observar o cerro da Angélica, que fica posicionado no sentido sudeste. Segundo o aplicativo *Geossít*, é classificado como sítio da geodiversidade com relevância regional/local. O valor científico é 185, valor educativo, 180, e valor turístico, 180. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 135, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 317 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Campo de Matações Capela Santo Antônio Sítio da Geodiversidade</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.603314°/Long.: -53.425880° A 15 km do centro de Caçapava do Sul, no lado esquerdo da estrada do Salso, quase em frente da Capela de Santo Antônio.</p>		
Geologia	<p>Monzogranitos da era Neoproterozoica do período Ediacarano Inferior, com idade aproximada de 558±3Ma U-Pb.</p>		
Relevo	<p>Ondulado a montanhoso pertencente ao domínio de morros e serras baixas.</p>		
Temática	<p>Geomorfologia</p>		

Figura 25 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Campo de Matações Capela Santo Antônio.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.5 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAMPO DE MATAÇÕES LAVRAS DO SUL

O sítio da geodiversidade Campo de Matações Lavras do Sul tem como classificação temática principal a geomorfologia. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas–Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O acesso, a partir do centro da cidade de Lavras do Sul, é pela rua João Luchsinger Bulcão. Passa-se pela ponte sobre o arroio Lavras e dobra-se à direita na RS-357 (antiga estrada municipal Lavras-Bagé). O sítio fica na localidade do cerro do Mato Feio, distante aproximadamente 7 quilômetros desta ponte, no lado direito da estrada estadual RS-357.

O sítio é uma feição geomorfológica formada por extensos lajeados e grande quantidade de blocos de rocha que afloram na superfície, indicando o padrão de fraturamento e a resistência da rocha frente aos processos erosivos e de intemperismo que, depois de longo tempo, originou inúmeros fragmentos rochosos autóctones. Estes blocos rochosos compõem uma paisagem diferenciada nos topos e nas meias encostas dos cerros no entorno desta região.

A geologia da área é composta por rochas de origem ígnea da Suíte Shoshonítica Lavras do Sul. São intrusões agregadas do sistema vulcano-plutônico de subsidência, constituído por granitoides shoshoníticos, sendo que os matações são formados pela fácies Monzodiorito Arroio do Jaques, de idade aproximada 599 ± 7 MA U-Pb da era Neoproterozoica e período Ediacarano.

O Monzodiorito Arroio do Jaques sofreu processos tectônicos como falhamentos e fraturamentos associados a processos geomorfológicos do tipo esfoliação esferoidal e, depois de milhares de anos, resultou na formação de um conjunto de blocos e matações que apresentam diferentes tamanhos, posições e com formas próximas do esférico, distribuídos sobre o topo do cerro.

A paisagem formada pela exposição destes blocos de rocha associados à vegetação de campos e rupestre propiciam a prática de atividades como: hiking (caminhada de curta duração), trekking (caminhada com pernoite), boulder (escaladas em rocha) e pequenas escaladas para observação da cênica do lugar.

Segundo o aplicativo Geossit, é classificado como do sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 175, valor educativo 195 e valor turístico 175. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 120, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 302 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Campo de Matacões Lavras do Sul Sítio da geodiversidade</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.853976°/Long.: -53.944172° A 7 km do centro de Lavras do Sul acesso ao sul pela RS-357, antiga estrada municipal Lavras-Bagé.</p>		
Geologia	<p>Monzodiorito, Arroio dos Jaques, Complexo Intrusivo, Lavras do Sul Neoprotozoico Ediacarano Inferior.</p>		
Relevo	<p>Ondulado a montanhoso pertencente ao domínio de morros e serras baixas.</p>		
Temática	<p>Geomorfologia</p>		

Figura 26 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Campo de Matacões Lavras do Sul.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.6 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CAPÃO DO CEDRO

O sítio da geodiversidade Capão do Cedro tem como título representativo *Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico* (PAIM et al., 2013), e sua classificação temática principal é a geomorfologia. Está registrado no SIGEP com nº 076 desde 2010. O sítio geológico pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017) e ao polígono do sítio Guaritas do Camaquã, publicado no volume III do SIGEP (WINGE et al., 2013).

O acesso à área do sítio a partir do pórtico da entrada de Caçapava do Sul é pela BR-392, sentido sul. Depois, acessa-se a BR-153, percorrendo 40 quilômetros. No km-515, acessa-se a estrada RS-625, no sentido Vila Minas do Camaquã. Na RS-625, em leito natural, percorrem-se 6 quilômetros, e na bifurcação, acessa-se à esquerda uma estrada vicinal, onde se percorrem mais 11 quilômetros. A partir deste local na estrada, pode-se visualizar uma extensa área onde a paisagem apresenta conjunto de morros testemunhos com elevação média de 250 metros.

O conjunto de morros testemunhos é formado por rochas sedimentares conglomeráticas e areníticas de origem fluvial e eólica da formação Varzinha, pertencente ao grupo Guaritas, que foram depositadas na Bacia do Camaquã, em um processo ocorrido no período Ordoviciano Médio, há aproximadamente 488 Ma a 460 milhões de anos antes do presente.

A ação de processos geológicos e geomorfológicos, por meio de soerguimento, erosão e intemperismo, modelou ao longo do tempo geológico resultando em morros isolados e por vezes conectados na forma de ruínas – relevo ruiforme – e com faces escarpadas, vertentes verticais e topo plano (PAIM et al., 2013).

O padrão geomorfológico estende-se por uma extensa região onde morros são entrecortados por vales estreitos e profundos, preenchidos por densa cobertura vegetal formada por florestas de encostas, mata de galeria, campos rupestres e vassourais bem preservados.

Segundo o aplicativo *Geossít*, é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 175, valor educativo 190, e valor turístico 170. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 333 é a médio prazo.

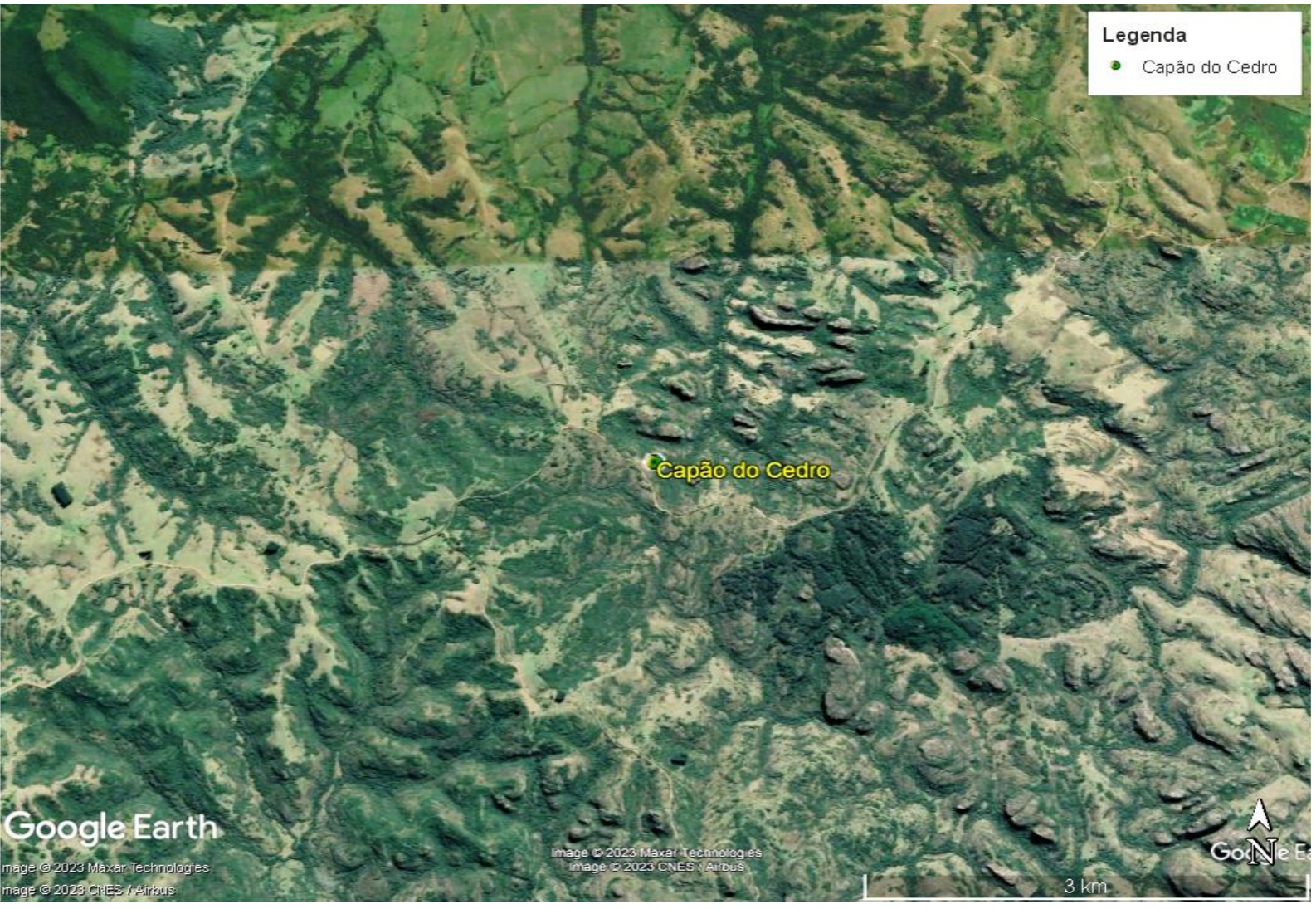

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Capão do Cedro Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.757881°/Long.: -53.437655° A 46 km do centro de Caçapva do Sul ou 16 km da Vila do Camaquã.		
Geologia	Arenitos e conglomerados polimíticos formados no Ordoviciano Médio com idade aproximada de 488 Ma a 460 Ma AP.		
Relevo	Morros testemunhos e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 27 – Imagem de satélite e fotografias sítio da geodiversidade Capão do Cedro.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.7 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CASCATAS DO PESSEGUEIRO

O sítio da geodiversidade Cascata do Pessegueiro tem como classificação temática principal a Tectônica, e como secundária a geomorfologia, e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017) e ao Caçapava Geoparque atualmente aspirante UNESCO.

Este sítio está localizado no 2º Distrito de Santa Bárbara, na localidade de Passo do Pessegueiro. O acesso é a partir do centro de Caçapava do Sul. Desloca-se pela avenida Pedro Anunciação por 1,5 quilômetro, dobra-se à esquerda no cemitério das Catacumbas, e percorrem-se mais 12 quilômetros, em estrada vicinal, em leito natural, até acessar o ponto junto à ponte sobre o arroio Pessegueiro.

Esta região tem o relevo predominantemente variando de ondulado a forte ondulado e, em alguns pontos, a montanhoso, estando dentro do domínio de morros e serras baixas.

As rochas riolíticas, originadas por derrames vulcânicos ocorridos a 573 ± 18 Ma U-Pb, apresentam estruturas de fluxo e dobras que, ao sofrerem processos tectônicos e erosivos, originaram uma extensa exposição rochosa associada a pequena queda d'água.

A cascata fica na localidade de Passo do Pessegueiro, distante 15 quilômetros da área central da cidade de Caçapava do Sul. No entorno da cascata, o cenário é propício para realizar atividades como hiking, trekking e pequenas escaladas para observação da cênica do lugar. O local tem potencial turístico e didático, sendo pouco divulgado na região de Caçapava do Sul.

O acesso é quase todo em estrada rural, com muitas pontes ao longo do trajeto. Para a visita à cascata são necessárias melhorias nas estradas e na sinalização.

Segundo o aplicativo *Geossit*, é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 170, valor educativo 195, e valor turístico 170. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 333 é a médio prazo.

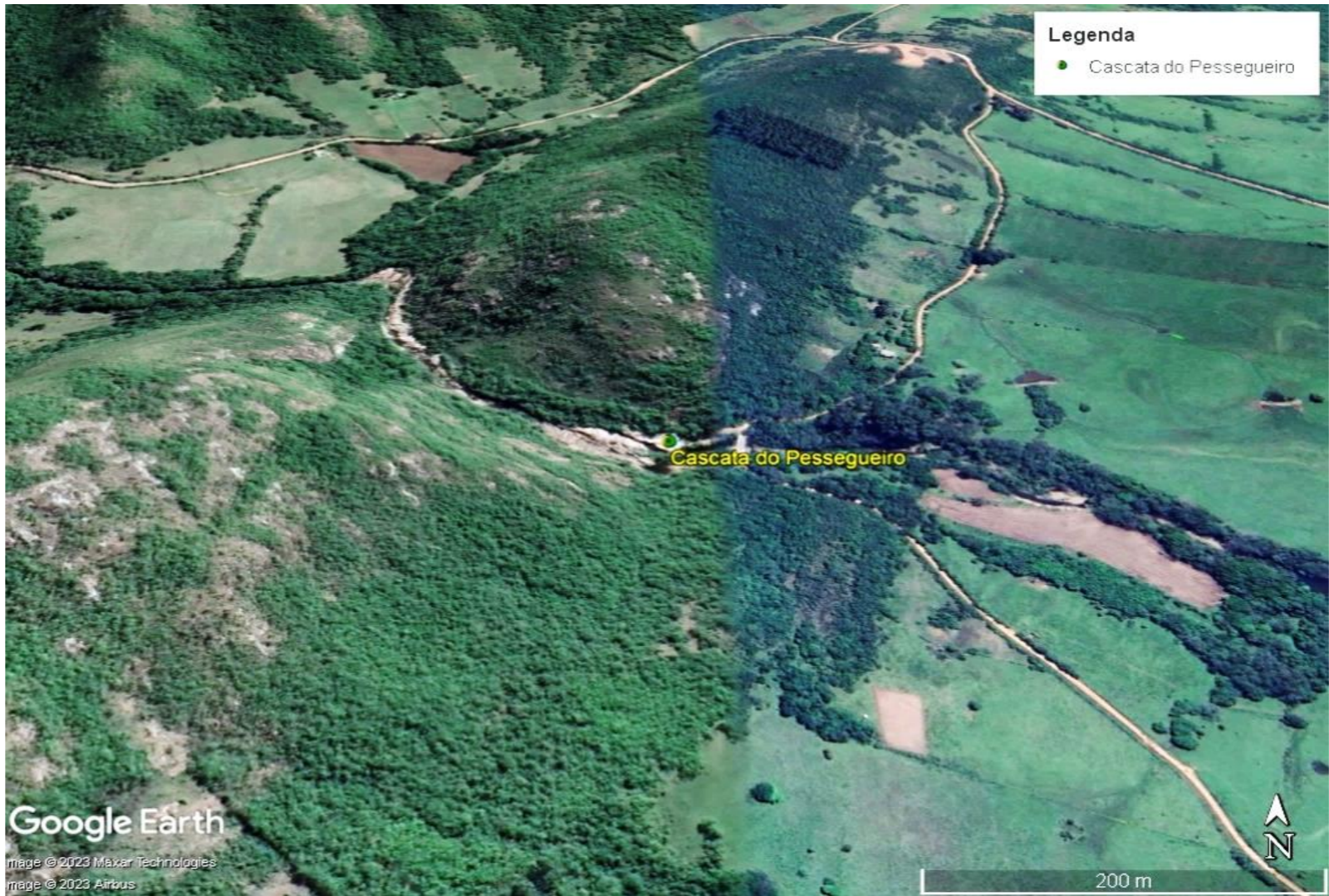

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cascata do Pessegueiro Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.477395°/Long.: -53.586349° A 15 km do centro de Caçapava do Sul.		
Geologia	Formação Acampamento Velho, grupo Cerro do Bugio do período Ediacarano Superior-Médio. Idade aproximada de 573±18 Ma U-Pb.		
Relevo	Morros e serras baixas.		
Temática	Tectônica e Geomorfologia		

Figura 28 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Cascata do Pessegueiro.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.8 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CASCATA DO SALSO

O sítio da geodiversidade Cascata do Salso tem como classificação temática principal a geomorfologia, e este pertence ao geoparque Caçapava – Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017). Desde o dia 30/03/2021, pertence ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) como Parque Natural Municipal da Cascata do Salso, com uma área de 85.905 metros quadrados.

A sua localização é no distrito Passo do Salso. O acesso é realizado pela avenida Santos Dumont. Contorna-se a pista e, na estrada do cemitério sentido sul, percorre-se 1,27 quilômetro, acessa-se a esquerda e percorre-se mais 1,3 quilômetro até a área do camping e balneário municipal. A Cascata do Salso fica distante 8 quilômetros do centro de Caçapava do Sul por vias urbanas. É uma queda d'água com aproximadamente 20 metros de altura localizada no curso médio do arroio do Salso.

À montante da queda d'água, existe a barragem em concreto da antiga hidrelétrica, e em frente temos as ruínas da casa de máquinas, estrutura que fornecia energia elétrica a Caçapava do Sul.

A cascata é uma forma de relevo originada por processos tectônicos do tipo falhas. É formada por rochas da suíte Granítica Caçapava do Sul com idade aproximada de 558 ± 3 MA U-PB e pertence ao período Ediacarano Inferior. Esta região tem o relevo predominantemente variando de ondulado a forte ondulado e, em alguns pontos, a montanhoso, e fica dentro do domínio de morros e serras baixas.

A área da cascata proporciona a prática de diversas modalidades do turismo de aventura, como o montanhismo, escaladas, caminhadas e trilhas. Atualmente a visitação à cascata é restrita devido à falta de infraestrutura e manutenção da estrada do Salso. Com grande potencial turístico, esta área já foi referência de lazer como balneário, mas deverão ser implantadas medidas para assegurar condições seguras aos usuários.

Esta área sofre pressão devido à expansão urbana, que vai ao sentido sudeste da cidade e do distrito mineral das Caieiras, localizada no quadrante nordeste. A paisagem diferenciada pela visão da queda d'água e o som originado da água escoando sobre as rochas são os atrativos para o visitante

Segundo o aplicativo *Geossit*, é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local, apresenta valor científico 170, valor educativo 200, e valor turístico 190. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 150, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 367 é a médio prazo.


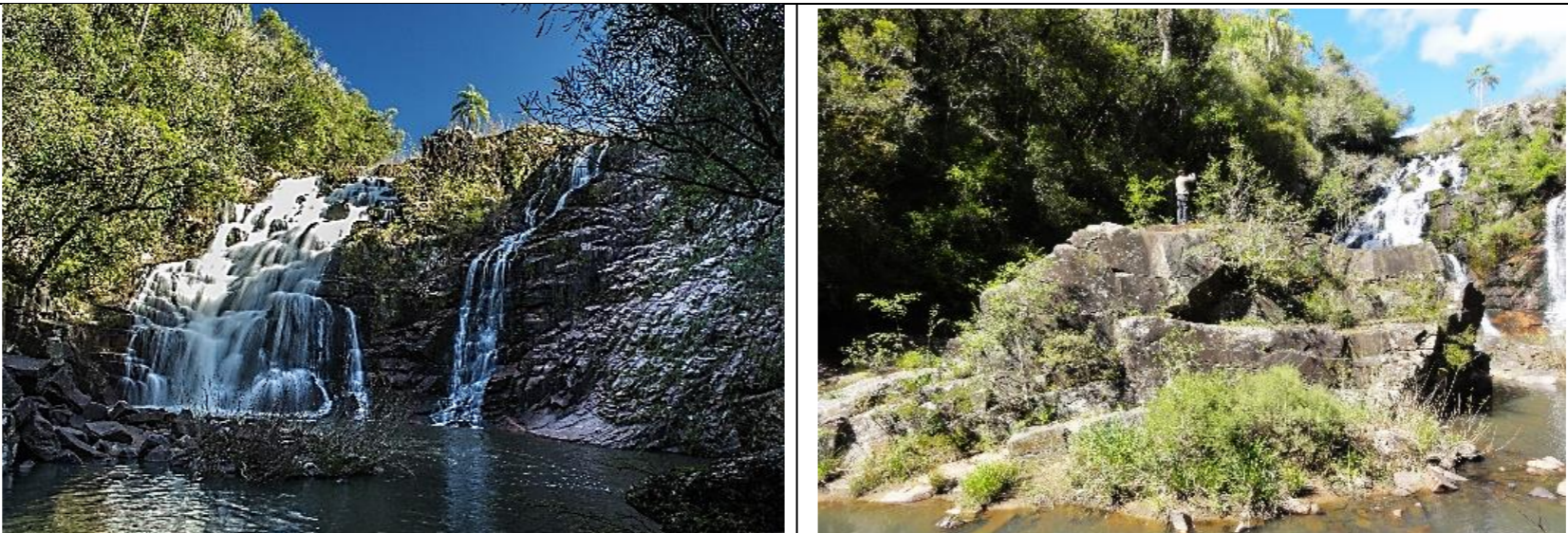
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cascata do Salso Sítio da Geodiversidade	 <p>Legenda ● Cascata do Salso</p> <p>80 m</p>	
Localização e Acesso	Lat.: -30.569400°/Long.: -53.448009° A 8 km do centro de Caçapava do Sul por via urbana.		
Geologia	Suíte Granítica formada por sienogranito, monzogranito e granodiorito, formada no período Ediacarano Inferior com idade aproximada de 558±3 MA U-PB.		
Relevo	Morros e serras baixas		
Temática	Geomorfologia		

Figura 29 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Cascata do Salso.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.9 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CERRO COLORADO

O sítio da geodiversidade Cerro Colorado tem como classificação temática principal a geomorfologia e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O sítio está distante aproximadamente 46 quilômetros do centro de Caçapava do Sul e fica dentro da Fazenda Colorado. A sua localização é no distrito de Seival-Carajá, o acesso é pela estrada estadual RS-357, no sentido Lavras do Sul. Percorrem-se 34 quilômetros, depois acessa-se a estrada rural por mais 12 quilômetros.

O Cerro Colorado é uma destacada elevação de cor avermelhada existente nesta região, com altura aproximada de 220 metros nesta região. O relevo varia de ondulado a forte ondulado e, em alguns pontos, a montanhoso. Fica dentro do domínio de morros e serras baixas.

A geologia da área apresenta afloramentos de rochas areníticas, com intensa cor avermelhada. Sua principal característica é o atributo que concede o nome ao cerro.

O substrato da região do cerro é composto de rochas areníticas e conglomeráticas, secundariamente pelíticas, formadas em ambiente desértico com predominância de dunas eólicas. São rochas de origem sedimentar originadas na bacia do Camaquã. Pertencem à formação Pedra Pintada, que compõe o Grupo Guaritas, com idade aproximada de 488 milhões de anos do período Ordoviciano Médio.

A visita ao sítio tem que ser agendada com o proprietário do Hotel Fazenda Cerro Colorado. Nesta propriedade são disponibilizados serviços de turismo rural, com hospedaria e refeições, e organização de passeios ecológicos atividades ligadas à rotina campeira que é historicamente praticada no Pampa Gaúcho.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro Colorado é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 185, valor educativo 195, e valor turístico 170. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 338 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro Colorado Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.810813°/Long.: -53.654886° A 46 km, sentido sul do centro de Caçapava do Sul pela estrada RS-357.		
Geologia	Formação Pedra Pintada, Grupo Guaritas do período Ordoviciano Médio. Idade ±488 Ma AP.		
Relevo	Cerros em domínios de morros e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 30 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Cerro Colorado.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.10 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CERRO DO PERAU

O sítio da geodiversidade Cerro de Perau tem como classificação temática principal a geomorfologia e pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A sua localização é no distrito do Passo do Pessegueiro e fica distante 15 quilômetros da área central de Caçapava do Sul.

O Cerro do Perau é um destacado morro com base alongada e com elevação aproximada de 305 metros. Existe uma depressão tipo sela por onde escoam o arroio Pessegueiro, gerado por falhamentos, que compartimenta o cerro na porção nordeste.

Esta forma de morro foi modelada por diferentes fenômenos geomorfológicos, como intemperismo e erosão diferenciada, em conjunto com processos geológicos, como reativação de falhas e vulcânicos associados. Na área do entorno do cerro, o relevo varia de ondulado a forte ondulado, esta elevação topográfica pertence ao domínio morros e serras baixas.

A geologia da área é formada por rochas riolíticas de origem vulcanogênica da fácies Coerente Ácida da Formação Acampamento Velho pertencente ao Grupo Cerro do Bugio.

Estas rochas riolíticas foram soerguidas e depois erodidas ao longo do tempo geológico, gerando este morro com topo côncavo e, em algumas porções, quase plano, com vertentes verticais e base alongada.

O topo do cerro do Perau é acessado por trilhas e caminhos. Nesta região, este conjunto de cerros pertence à Serra de Santa Bárbara, extensa unidade de relevo, com formato alongado e direção nordeste.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Cerro do Perau é classificado como sítio da geodiversidade com relevância nacional. Apresenta valor científico 185, valor educativo 245, e valor turístico 240. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 165, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 388 é a médio prazo.




Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro do Perau Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.475173°/Long.: -53.586967° A 15 km do centro de Caçapava do Sul. Fica no quadrante noroeste, por estradas vicinais, na localidade Passo do Pessegueiro.</p>		
Geologia	Riolitos da Acampamento Velho, Grupo Cerro do Bugio, do período Ediacarano Superior. Idade ± 573 Ma U-Pb.		
Relevo	Morros e serras baixas		
Temática	Geomorfologia		

Figura 31 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Cerro de Perau.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.11 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE LAVA EM CORDA ARROIO CARAJÁ

O sítio da geodiversidade Lava em Corda Arroio Carajá tem como classificação temática principal a petrologia, e classificação temática secundária o vulcanismo, e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017).

Sua localização é de aproximadamente 42,5 quilômetros do centro da cidade de Caçapava do Sul, acessando a RS-357, sentido Lavras do Sul. Após percorrer 34 quilômetros, acessa-se o sentido sudeste por uma estrada vicinal, onde se percorre mais 8,5 quilômetros para chegar ao afloramento que fica em frente da barragem Dotto, estendendo-se para o lado da estrada.

O afloramento Lava em Corda Arroio Carajá ocorre na saída da barragem do arroio Carajá, por onde a água escoar em cima de uma grande exposição de rochas de origem vulcânico-sedimentar na forma de corredeiras.

As rochas formadoras do sítio são de origem vulcano-sedimentar, pertencente à formação Rodeio Velho, do Grupo Guaritas. Segundo Petry (2006), são dois derrames vulcânicos de basalto alcalino do tipo pahoehoe, representadas por estruturas em corda e tubos de lavas intercalados com uma deposição de arenitos de origem eólica, marcado por falhas normais e transcorrentes

Estas rochas vulcânicas sedimentares foram geradas no período Ordoviciano Inferior, com idade entre 542 Ma - 488 Ma antes do presente.

Neste afloramento, observa-se a ocorrência de vesículas preenchidas com quartzo e/ou carbonato e estruturas vulcânicas do tipo lava em corda.

A área do sítio necessita ser sinalizada e cercada, minimizando a descaracterização do afloramento pela coleta de amostras e atividades agrícolas.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o afloramento Lava em Corda Arroio Carajá é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 170, valor educativo 175, e valor turístico 160. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 225, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 393 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Lava em Corda Arroio Carajá Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.776990°/Long.: -53.654541° A 42,5 km do centro de Caçapava do Sul.		
Geologia	Basalto alcalino e arenitos eólicos da formação Rodeio Velho do Grupo Guaritas, do período Ordoviciano Inferior, com idade aproximada entre 542 MA a 488 Ma AP.		
Relevo	Planície fluvial		
Temática	Petrologia e Vulcanismo		

Figura 32 – Imagem de satélite e fotografias do Sítio da Geodiversidade Lava em Corda Arroio Carajá.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.12 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MATAÇÕES CHÁCARA DO FORTE

O sítio da geodiversidade Matações Chácara do Forte tem como classificação temática principal a geomorfologia e pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017). A área onde ficam os afloramentos de matações e blocos graníticos está localizada próximo ao Forte Dom Pedro II, no final da Rua Wantuil Albarnas, e pertence à propriedade rural Chácara do Forte, que presta serviços de hospedagem rural e promove o turismo ecológico.

O sítio Matações Chácara do Forte é uma feição geomorfológica do tipo campo de matações. É um conjunto de blocos de rocha que aflora na superfície topográfica, formando uma paisagem diferenciada. Na área do entorno, o relevo varia de ondulado a forte ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio morros e serras baixas.

A geologia da área é formada por rochas ígneas pertencentes à Suíte Granítica Caçapava do Sul, uma intrusão com formato irregular do tipo batólito, e apresenta contatos discordantes e foliação protomilonítica ao longo das bordas. Esta intrusão é formada por sienogranitos contornando e intrudindo por monzogranitos. São rochas com idade aproximada de 558 ± 3 Ma U-PB da era Neoproterozoica (WILDNER; LOPES, 2010). O granito sofreu processos tectônicos, como falhamentos e fraturamentos, que, associados a processos geomorfológicos do tipo erosão e esfoliação esferoidal, que são ações intempéricas física e química, respectivamente, resultaram na formação deste conjunto de blocos e matações com diferentes tamanhos, formas e posições. A paisagem, com blocos e matações, associada à vegetação de campos naturais e rupestres, propicia a prática de atividades turísticas como caminhadas, cavalgadas e observação de pássaros. A propriedade rural presta serviço na área do turismo rural e ecológico, oferecendo infraestrutura completa de hotelaria e organizando passeios na área da chácara e pela região de Caçapava do Sul. Segundo o aplicativo *Geossít*, os Matações Chácara do Forte são classificados como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 175, valor educativo 280, e valor turístico 250. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 165, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 400 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Matações Chácara do Forte		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -53.654541°/Long.: -53.501882° A No final da rua Wantuil Albarnas dentro da área da pousada rural.</p>		
Geologia	Suíte GraníticaCaçapava do Sul Monzogranito intrudido por sienogranito da era Neoproterozoica. Idade 558 Ma AP.		
Relevo	Morros e serras baixas		
Temática	Geomorfologia		

Figura 33 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Matações Chácara do Forte.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.13 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MINA DO ANDRADE

O sítio da geodiversidade Mina do Andrade tem como classificação temática a História da Mineração/Geomineração, e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O acesso a este sítio se dá pela saída da área central, sentido oeste, pela avenida Coronel Coriolano de Castro, seguida do acesso à estrada em leito natural com razoável trafegabilidade. Percorre-se entre estes dois trechos uma distância aproximada de 6,5 quilômetros em estrada em leito natural até acessar o topo do morro.

O sítio Minas do Andrade fica localizado no morro de mesmo nome, cuja altura é de 394 metros. O morro do Andrade fica no extremo nordeste da Serra do Segredo, no quadrante sudoeste onde existe um conjunto de 13 geoformas, como a Pedra do Segredo e a Pedra do Leão. Para acessar a área do morro é necessário percorrer uma distância de 6,5 quilômetros do centro de Caçapava do Sul. Na área do entorno do morro, o relevo varia de ondulado a forte ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

A geologia da área é formada por rochas de origem vulcanossedimentar da unidade Metassedimentar, pertencente ao Complexo Metamórfico Vacacaí. Estas rochas metamorfizadas sofreram processos tectônicos e geomorfológicos, sendo soerguidas e erodidas, resultando nesse morro, que apresenta topo plano e com vertentes convexas. São metapelitos, grafita xisto, quartzitos e anfibolitos metamorfizados na fácies xisto verde superior a anfibolitos formados entre 850 e 630 milhões de anos antes do presente no período Criogeniano.

A área já foi minerada há 30 anos e tem sido alvo de trabalhos de prospecção mineral para avaliar possíveis depósitos de elementos metálicos, como cobre e zinco. No ponto onde foi realizado o cadastro, existe um poço de pesquisa e trincheira utilizada para prospecção mineral, de onde foram coletadas amostras de rochas. O topo do morro é excelente para observar a paisagem da região, formada por morros testemunhos e serras, e para mostrar ao visitante as técnicas de prospecção mineral. As geoformas que se visualizam no sentido oeste são, em primeiro plano, a Pedra da Abelha e a Serra do Segredo, e, em segundo plano, a Serra de Santa Bárbara. E no

lado leste, pode-se observar parte da cidade de Caçapava do Sul, que foi construída sobre o batólito granítico.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Mina do Andrade é classificada como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 170, valor educativo 190, e valor turístico 180. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 285, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 465 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Mina do Andrade Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.521852°/Long.: -53.529851° A 6,5 km do centro de Caçapava do Sul.		
Geologia	Metapelitos, grafita xisto, quartzitos e anfibolitos com idade entre 850 e 630 Ma AP do período Criogeniano.		
Relevo	Colinas dissecadas e morros baixos		
Temática	História da Mineração e Geominação		

Figura 34 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Mina do Andrade.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.14 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE MORRO DA CRUZ

O sítio da geodiversidade Morro da Cruz tem como título representativo *Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico* (PAIM *et al.*, 2013). Sua classificação temática principal é a geomorfologia, e secundária, a História da Mineração/Geomineração. Está registrado no SIGEP sob o nº 076 desde o ano de 2010. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017) e ao polígono do sítio Guaritas do Camaquã, publicado no volume III do SIGEP (WINGE *et al.*, 2013).

O acesso é realizado pela estrada estadual RS-625 não pavimentada, que, no entanto, tem boas condições de trafegabilidade. O sítio fica dentro da área de mineração e junto à Vila Minas do Camaquã. Na ponte sobre o arroio João Dias, pode-se ter uma ótima visão do Morro da Cruz.

O Morro da Cruz, também conhecido como Pedra da Cruz, é uma elevação com uma altitude de aproximadamente 215 metros de testemunho, formando um conjunto de quatro morros alinhados. O nome deve-se à cruz que foi colocada em seu topo como sinal de devoção e fé do dono da mina, Baby Pignatari, no ano de 1968, sendo vista em todas as aldeias construídas para os mineiros (NOGUEIRA, 2012). Na área do entorno do morro, o relevo varia de suave ondulado a ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

Nesta área, há uma grande exposição de conglomerados e rochas areníticas de origem sedimentar da formação Santa Fé, pertencentes ao grupo Cerro do Bugio. As ações dos processos geológicos e geomorfológicos alinharam e padronizaram o conjunto de colinas, dando a esta região uma peculiar beleza paisagística. Estas rochas foram formadas dentro da Bacia de Camaquã no período Ediacarano Superior com idade aproximada de $573 \pm$ Ma U-PB antes do presente.

No topo do Morro da Cruz é possível ter uma vista privilegiada de toda a vila mineira, do arroio João Dias e da paisagem em torno da área das minas. As características físicas do Morro da Cruz, como altura, formato, fraturas e rachaduras, propiciam a prática de montanhismo, escalada, trekking e caminhadas.

Na vila mineira há infraestrutura para turistas, como hotéis, pousadas, restaurantes e comércio. Este sítio fica próximo à Pedra do Engenho e à Cava Uruguay, e dentro do perímetro das Minas do Camaquã.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Morro da Cruz é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 170, valor educativo 275, e valor turístico 220. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 225, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 447 é a médio prazo.


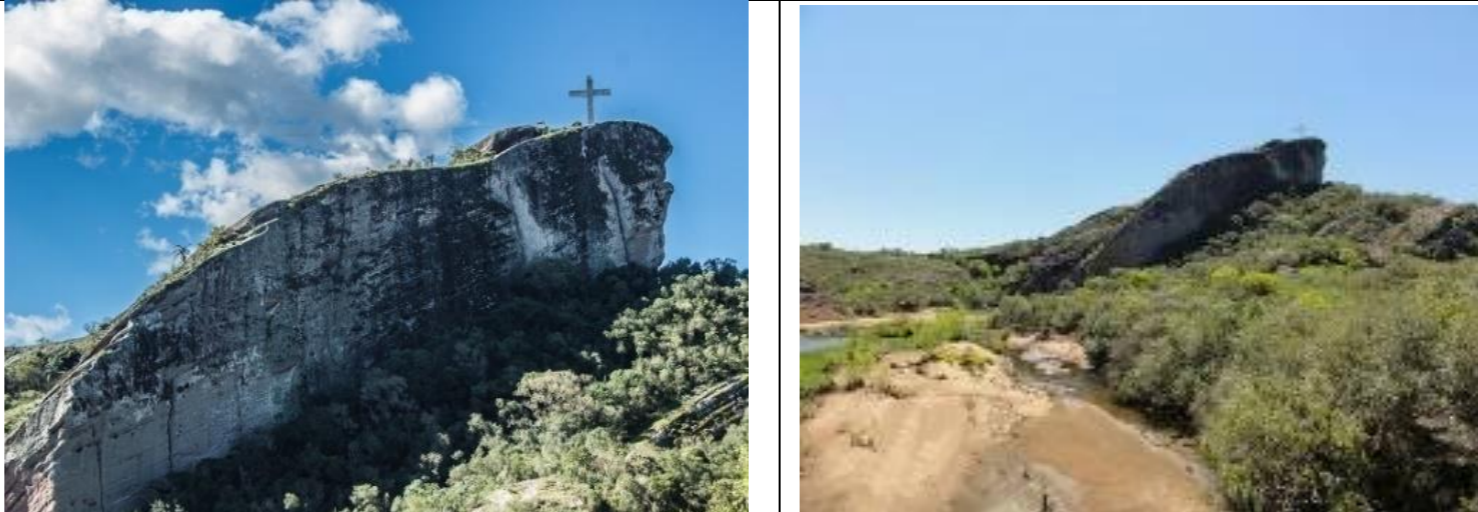
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Morro da Cruz "Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico" Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.895978°/Long.: -53.422395° Localizado no perímetro da Vila Minas do Camaquã acesso pela estrada RS-625 e BR 392, a aproximadamente 37 quilômetros aproximadamente do centro de Santana da Boa Vista.		
Geologia	Conglomerados aluviais e arenitos da formação Santa Fé, do Grupo Cerro do Bugido período Ediacarano Superior a Médio com idade 573± Ma U-PB AP.		
Relevo	Colinas dissecadas e morros baixos		
Temática	Geomorfologia e História da Mineração/Geomineração		

Figura 35 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Morro da Cruz.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.15 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA DO ENGENHO

O sítio da geodiversidade Pedra do Engenho tem como título representativo *Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico* (PAIM *et al.*, 2013). Sua classificação temática principal é a geomorfologia, e a secundária, a História da Mineração/Geomineração. Está registrado no SIGEP sob o nº 076 desde o ano de 2010. O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017) e ao polígono do sítio Guaritas do Camaquã, publicado no volume III do SIGEP (WINGE *et al.*, 2013).

O sítio fica distante 65 quilômetros da cidade de Caçapava do Sul, e o acesso é realizado pela estrada estadual RS-625, não pavimentada, mas com boas condições de trafegabilidade. A Pedra do Engenho fica junto à Vila Minas do Camaquã, próximo ao Hotel Bellamina, dentro da área de mineração e em frente à ponte sobre o arroio João Dias.

A Pedra do Engenho é um morro testemunho com elevação aproximada de 20 metros. A denominação deve-se à sua proximidade com a área industrial da mina onde fica o prédio do moinho em que era realizado o beneficiamento do cobre (usina de concentração de minério).

Nas proximidades do morro, existem a barragem antiga, a prainha do arroio João Dias e o Morro da Cruz. Na área do entorno do morro, o relevo varia de suave ondulado a ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

A geologia da área é formada por rochas de origem sedimentar pertencentes à formação Santa Fé, que compõe o Grupo Cerro do Bugio. São conglomerados aluviais ricos em clastos vulcânicos e plutônicos que gradam verticalmente para arenitos e ritmitos areno-pelíticos. Estas rochas foram formadas dentro da Bacia de Camaquã no período Ediacarano Superior com idade aproximada de $573 \pm$ Ma U-PB antes do presente.

O pequeno morro com topo quase plano e com vertentes inclinadas e verticalizadas tem esta forma devido ao conjunto de processos geomorfológicos que modelaram a superfície rochosa ao longo do tempo geológico. As características físicas, como altura, forma, fraturas e fendas, propiciam a prática de montanhismo e alpinismo para iniciantes.

Na vila existe infraestrutura para os turistas, como pequenos hotéis e pousadas, restaurante e comércio local.

Nas proximidades da Pedra do Engenho, podem-se visitar os geossítios Minas do Camaquã-Cava Uruguai e, a 13 quilômetros no sentido leste, a imponente Pedra Pintada.

Segundo o aplicativo *Geossít*, a Pedra do Engenho é classificada como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 185, valor educativo 230, e valor turístico 190. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 170, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 372 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Pedra do Engenho <i>“Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico”</i> Sítio da Geodiversidade</p>	 <p>Legenda ● Pedra do Engenho</p> <p>100 m</p>	
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.897466°/Long.: -53.426261° A 65 km de Caçapava do Sul, na Vila Minas do Camaquã, acesso pela RS-625.</p>		
Geologia	<p>Conglomerados aluviais e arenitos da formação Santa Fé do Grupo Cerro do Bugio do período Ediacarano Superior a médio com idade 573± Ma U-PB AP.</p>		
Relevo	<p>Morro testemunho inserido no domínio de colinas dissecadas e morros baixos.</p>		
Temática	<p>Geomorfologia e História da Mineração/Geomineração</p>		

Figura 36 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Pedra do Engenho.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.16 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA DO LEÃO

O sítio da geodiversidade Pedra do Leão tem como classificação temática principal a geomorfologia, e pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O sítio fica situado na Vila do Segredo, na localidade de Passo do Lanceiro. O acesso é pela rodovia estadual RS-357, a aproximadamente 8 quilômetros do centro de Caçapava do Sul. Após sair da rodovia João Francisco da Cunha Franco (RS-357), acessa-se a estrada Pedra do Segredo e percorrem-se aproximadamente 4 quilômetros por estrada em terreno natural, com boas condições de trafegabilidade.

A Pedra do Leão é um morro testemunho com elevação aproximada de 325 metros. A denominação é baseada no formato de cabeça de Leão que esta formação rochosa apresenta. Em seu entorno, existe um conjunto de morrotes e pequenas elevações e blocos rochosos expostos.

O morro testemunho tem sua elevação e forma originadas por diferentes fenômenos geológicos, como movimentações tectônicas e processos geomorfológicos que modelaram a superfície rochosa. As características geomorfológicas do morro, como altura, forma e as fraturas e fendas, propiciam a prática de diversas modalidades de montanhismo e de alpinismo.

Nesta área existe uma grande exposição de rochas de origem sedimentar. São arenitos finos no topo e conglomerados de origem fluvial na base, pertencente à formação Pedra do Segredo, Grupo Santa Bárbara. São rochas sedimentares formadas no período Ediacarano Superior com idade aproximada de 542 milhões de anos antes do presente.

A visitação à Pedra do Leão necessita de agendamento na área do Camping Galpão de Pedra. Existem outros morros para escalada, como a Pedra do Navio, Valecito, Paredão Teixeira e a Pedra da Chaminé. Esta propriedade oferece infraestrutura para camping e conta com cozinha para realizar refeições e lanches.

Segundo o aplicativo *Geossít*, a Pedra do Leão é classificada como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 145, valor educativo 250, e valor turístico 260. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 220, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 438 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Pedra do Leão Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.546586°/Long.: -53.552856° A 8 km do centro de Caçapava do Sul. Acesso pela RS-357.		
Geologia	Arenitos finos e conglomerados pertencentes à formação Pedra do Segredo, Grupo Santa Bárbara. Formados no período Ediacarano Superior, idade aproximada de 542 Ma AP.		
Relevo	Morro testemunho inseridos no domínio morros e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 37 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Pedra do Leão.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.17 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PEDRA RINCÃO DA GUARDA VELHA

O sítio da geodiversidade Pedra Rincão da Guarda Velha tem como classificação temática principal a geomorfologia, e secundária, a estratigrafia. Pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O sítio fica no 3º Distrito Cerro do Martim, na localidade Passo da Guarda Velha. Para acessá-lo a partir do pórtico da entrada da cidade de Caçapava do Sul, percorre-se a BR-392 por 13 quilômetros, depois acessa no sentido sul a BR-153 e anda-se mais 11 quilômetros. No km 528, acessa-se à esquerda a estrada vicinal em leito natural, percorrendo-se 6 quilômetros até chegar ao Piquete Rincão da Guarda Velha. A localidade do Rincão da Guarda Velha fica distante 30 quilômetros da cidade de Caçapava do Sul.

A Pedra Rincão da Guarda Velha é um conjunto de pequenos morros testemunhos alinhados no sentido noroeste, cuja altura não ultrapassa os 10 metros. A denominação do sítio é baseada no nome da localidade e do arroio. Os morrotes, com topos quase planos e vertentes verticais, apresentam estas características devido a processos geológicos e geomorfológicos que modelaram a rocha arenítica e conglomerática ao longo do tempo geológico. As características deste morro, como altura, formato e vertentes, propiciam a prática de escaladas e boulder.

Os pequenos morros testemunhos são formados por rochas areníticas e conglomeráticas secundariamente da formação Varzinha, pertencente ao grupo Guaritas, e formadas no contexto da Bacia do Camaquã da era Ordoviciano Média com idade entre 488 Ma e 460 Ma AP.

A paisagem composta pela exposição dos morros testemunhos, de formatos diferenciados, associados à vegetação de campos e rupestre, é um ambiente com potencial turístico para os visitantes observarem a cênica do lugar e praticar atividades como caminhadas e cavalgadas.

As áreas onde ficam os morrotes têm acesso livre, porém, devem-se contatar os gestores do piquete para saber sobre as regras de uso e visitação da sede campestre. Este espaço é propício para atividades campeiras, e conta com balneário com casas e área para camping.

No estacionamento dentro do piquete existe o marco histórico, recordando a assinatura do Tratado de Santo Idelfonso, que delimitou nesta região a fronteira entre os domínios portugueses e espanhóis no ano de 1777.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Pedra Rincão da Guarda Velha é classificada como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 205, valor educativo 260, e valor turístico 210. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 140, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 412 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Pedra Rincão da Guarda Velha Sítio da Geodiversidade	 <p>Legenda ● Pedra do Leão</p> <p>Pedra Rincão da Guarda Velha</p> <p>Google Earth image © 2023 CNES / Airbus</p> <p>200 m</p>	
Localização e Acesso	Lat.: -30.693991°/Long.: -53.390342° A 30 km de Caçapava do Sul, situado na localidade Rincão da Guarda Velha.		
Geologia	Conglomerados polimíticos, arenitos e pelitos da Fm Varzinha, grupo Guaritas, do período Paleozoico da era Ordoviciano Média, e idade entre 488 Ma a 460 Ma AP.		
Relevo	Morros testemunhos inseridos no domínio de morros e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia e Estratigrafia		

Figura 38 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Pedra Rincão da Guarda Velha.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.18 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE RINCÃO DA TIGRA

O sítio da geodiversidade tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como classificação temática secundária o metamorfismo. Pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017). Localiza-se no distrito Rincão da Tigra, distante 57 quilômetros do centro de Caçapava do Sul, sentido sul. O acesso é pela rodovia federal BR-392, por onde se percorrem aproximadamente 43,5 quilômetros, para depois acessar a BR-153, sentido Bagé, no km 558. Percorrem-se mais 2,7 quilômetros por estrada vicinal em leito natural até chegar ao topo do morro. No topo do morro, fica localizada a crista rochosa, e deste ponto podem-se observar, a leste, a paisagem formada pelas Guaritas e, a sul, parte do leito do rio Camaquã.

O morro Rincão da Tigra tem elevação aproximada de 260 metros. Localiza-se em região formada por um conjunto de cerros entrecortado por vales fluviais. Na área do entorno do morro, o relevo varia de ondulado a forte ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio de morros e serras baixas. O sítio tem em sua crista um afloramento formado por rochas de origem metamórfica pertencente à Litofácies Arroio Marmeleiro Paraderivada Psamítica, que são metarenitos e quartzitos na fácies xisto verde, formadora do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro e formada no Criogeniano com idades aproximada entre 850 MA e 635 Ma AP. Os tipos litológicos, após estudos petrográficos e correlacionais, mostraram que estas rochas teriam sido geradas em um ambiente sem atividade extensional, o que colabora em parte para entender a complexa evolução tectônica da Bacia do Camaquã (PAIM *et al.*, 2014). Na área, existe um conjunto de cerros próximos, onde afloram – na forma de cristas, no topo, e em blocos, nas encostas – as rochas da litofácies Arroio Marmeleiro. Os cerros ou morrotes baixos do entorno são formados por litologias da formação Guaritas. No topo deste morro, a visão da região é ampla: consegue-se avistar, no sentido nordeste, as Pedras das Guaritas, e, no sentido sul, o leito do rio Camaquã. Segundo o aplicativo *Geossít*, o Rincão da Tigra é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 170, valor educativo 195, e valor turístico 150. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 225, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 397 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Rincão da Tigra Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -30.853810°/Long.: -53.629926° A 56,5 km do centro de Caçapava do Sul, sentido sul pela BR-153. Distante 2,6 km do acesso no km 558.		
Geologia	Metarenitos e quartzito na fácies xisto verde do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro formados no período Criogeniano, com idades entre 850 e 635 Ma AP.		
Relevo	Ondulado a forte ondulado. Inserido no domínio de morros e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia e Metamorfismo		

Figura 39 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Rincão da Tigra.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.19 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE TOCAS FAZENDA SÃO JOÃO

O sítio da geodiversidade Tocás Fazenda São João tem como classificação temática principal espeleologia e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A Fazenda São João fica distante aproximadamente 47 quilômetros do pórtico de entrada de Caçapava do Sul. Para acessá-lo, percorrem-se 13 quilômetros pela BR-392 e depois acessa-se a rodovia BR-153 no sentido a Bagé, percorrendo-se mais 34 quilômetros até acessar a Fazenda no km 521,4.

As denominadas tocas são um conjunto de pequenas cavernas existentes no interior de um morro testemunho com elevação aproximada de 220 metros. A sua elevação e forma ruiforme foram originadas por processos geomorfológicos que modelaram a sua superfície.

O topo do morro é plano, e as vertentes variam entre o convexo-côncavo e vertical. As pequenas cavernas estão localizadas na face sul onde o talude rochoso é verticalizado, sendo originadas por processos erosivos e ação do intemperismo.

A geologia do morro é formada por rochas conglomeráticas e areníticas de origem fluvial e eólica, da formação Varzinha, pertencente ao grupo Guaritas, formadas no contexto da Bacia do Camaquã da era Ordoviciano Média, com idade entre 488 Ma e 460 Ma AP.

As rochas foram soerguidas e depois erodidas ao longo do tempo geológico, gerando este morro testemunho. O conjunto de pequenas cavernas, as “tocas” como dizem no linguajar popular, tem sua ocorrência na base do morro.

A fazenda São João trabalha com turismo rural, oferece roteiros programados e serviço de hotelaria, proporcionando ao turista a visita das belezas naturais, paisagens, flora e fauna típica do Pampa, bem como mostras do modo como é a rotina campeira da propriedade durante um dia.

Segundo o aplicativo *Geossit*, as Tocás Fazenda São João são classificadas como sítio da geodiversidade, com relevância nacional. Apresenta valor científico 180, valor educativo 205, e valor turístico 180.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 150, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Tocas Fazenda São João Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.804425°/Long.: -53.574591° A 47 km do centro de Caçapava do Sul. Acesso pela BR-153 km 521,4, acesso a sede da Fazenda São João.</p>		
Geologia	<p>Conglomerados polimíticos, arenitos e pelitos da formação Varzinha, grupo Guaritas do período Paleozoico da era Orodoviciania Média. Idade entre 488 Ma e 460 Ma AP.</p>		
Relevo	Morros e serras baixas		
Temática	Espeleologia		

Figura 40 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Tocas Fazenda São João.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.20 GEOSSÍTIO AFLORAMENTO MORRO DO PAPALÉO

O geossítio Afloramento Morro do Papaléo tem como título representativo *Registro ímpar da sucessão sedimentar e florística pós-glacial do Paleozoico da Bacia do Paraná*. Sua classificação temática principal é a paleontologia, e a secundária, a estratigrafia. O sítio tem registro no SIGEP com o nº 101, que está publicado no SIGEP volume II (WINGE *et al.*, 2009), e não pertence a um geoparque ou proposta de geoparque.

O acesso ao afloramento é realizado pela rodovia RS-711. Percorrem-se 4,5 quilômetros até o sítio da Prainha, dobra-se a direita em uma estrada rural antes da entrada ao sítio, seguindo no sentido noroeste por mais 3,5 quilômetros. Acessa-se então a estrada Mina do Papaléo. A cava de mineração de caulim fica distante aproximadamente a mil metros deste ponto.

O relevo no entorno da área de mineração é predominado por uma topografia que varia de ondulada a forte ondulada, e pertence ao domínio de colinas amplas e suaves.

O afloramento Morro do Papaléo é considerado uma importante fonte de fósseis vegetais preservados na forma de impressões encontrados nos depósitos sedimentares do Subgrupo Itararé e da Formação Rio Bonito, do período Permiano Inferior. Tem idade aproximada de 299 milhões de anos antes do presente.

Pode-se observar estratigraficamente, nos taludes escavados pelas atividades de mineração, o limite entre as formações Itararé e Rio Bonito. Trata-se de uma discordância bem conhecida representada por uma superfície erosiva de amplitude regional, segundo Iannuzzi *et al.* (2009).

Ocorrem, neste perfil estratigráfico, camadas de ritmitos síltico-argilosos intercalados com níveis de pelitos carbonosos que apresentam estruturas sedimentares do tipo estratificações cruzadas cavalgantes, feições de fluidização, e laminações onduladas do tipo wavy-linsen. Sobrepostos a estas camadas basais, ocorrem arenitos finos a grossos, paraconglomerados e conglomerados recobertos por paleossolos. Ocorrem fósseis do tipo palinomorfos e megaflorísticos em todos os estratos identificados no afloramento (HOLZ, 2003).

O afloramento dentro da Bacia do Paraná é considerado ímpar para estudos bioestratigráficos por apresentar a sucessão de três fitozonas, pois permite entender o significado e o controle estratigráfico destas fitozonas, bem como realizar interpretações regionais da evolução paleogeográfica e paleoambiental ocorrida no paleovale Mariana Pimentel no final do Carbonífero e início do Permiano, na porção sul da Bacia do Paraná (IANNUZZI *et al.*, 2009).

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Afloramento Morro do Papaléo é classificado como geossítio com relevância nacional. O valor científico é 270, valor educativo, 170, e valor turístico, 140. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 325, sendo classificado como em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 518 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Afloramento Morro do Papaléo "Registro ímpar da sucessão sedimentar e florística pós-glacial do Paleozoico da Bacia do Paraná" Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.305477°/Long.: -51.643908° A 9 km a noroeste do centro de Mariana Pimentel.		
Geologia	Argilitos, ritmitos, siltitos, pelitos, arenitos finos e grossos, paraconglomerados, conglomerados e paleossolos depositado no período Permiano Inferior.		
Relevo	Ondulado a forte ondulado, associado ao domínio de colinas amplas e suaves.		
Temática	Paleontologia e Estratigrafia		

Figura 41 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Afloramento Morro do Papaléo.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Carlos Augusto B. Peixoto (2023).

5.2.21 GEOSSÍTIO AFLORAMENTO QUITÉRIA

O Afloramento Quitéria tem como título representativo *Sedimentos lagunares com singular associação fitofossilífera da Formação Rio Bonito*. Sua classificação temática principal é a paleontologia, e a secundária, a paleoambiental. O sítio tem registro na Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), e publicado no SIGEP volume II (WINGE *et al.*, 2009) com o nº 008 e não pertence ao geoparque ou proposta de geoparque.

A área de exposição das rochas sedimentares da formação Rio Bonito, fica localizada no município de Rio Pardo, localidade Cerro do Roque. O acesso ao afloramento é realizado pela rodovia BR-290. No quilômetro 197, acesso a esquerda uma estrada secundária Cerro do Roque, e percorrem-se aproximadamente 23 quilômetros no sentido sul. A área do sítio geológico está posicionada no lado esquerdo desta estrada, dentro dos limites de uma fazenda, têm uma placa indicativa do geossítio e passando a porteira tem um acesso que leva até casa, no lado direito deste caminho consegue-se observar o afloramento em um talude de corte existente na encosta de um cerro baixo. O relevo no entorno do afloramento é ondulado a forte ondulado, e fica em uma região com predomínio de morros e serras baixas. É utilizada para criação extensiva de gado e já foi, na década de 1990, uma mineração a céu aberto de caulim. O afloramento Quitéria é um importante sítio paleontológico, com registros fitofossilíferos únicos de grande importância para a compreensão dos processos paleoecológicos ocorridos nos ambientes formadores de turfeiras do Gondwana. Apresenta idade Paleozoica Superior (JASPER *et al.*, 2009).

O afloramento é dividido em dois níveis bastante distintos, um inferior, com grande acúmulo de matéria orgânica, e outro superior, clástico e com rico registro de megaflores fósseis (JASPER *et al.*, 2008). Ele abriga os bem preservados primeiros registros de carvão do Paleozoico Superior da Bacia do Paraná no período Permiano, que apresentam idades entre 299 a 251 Ma antes do presente (AP) (Costa, 2013). Segundo o aplicativo *Geossít*, o Afloramento Quitéria é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 210, valor educativo 175, e valor turístico 155. Apresenta risco de degradação com valor de 330, sendo classificado como em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 510 é a médio prazo.

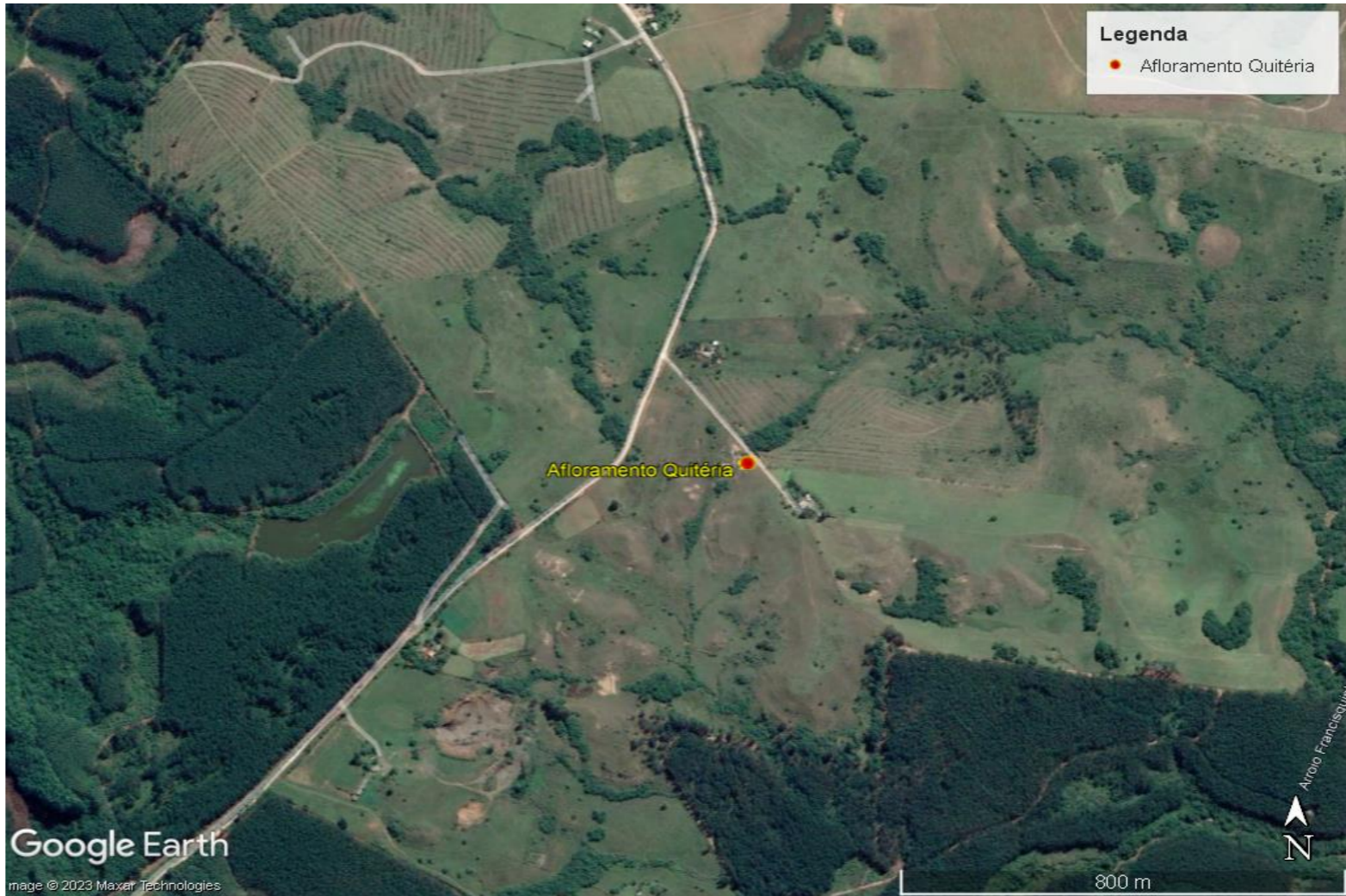

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Afloramento Quitéria <i>Sedimentos lagunares com singular associação fitofossilífera da Formação Rio Bonito</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.338027°/Long.: -52.170626° Situado em Rio Pardo - Distrito Cerro do Roque. Acesso no quilômetro 198 da BR-290, segue sentido a sul, percorre aproximadamente 17,4 km, pela estrada secundária Cerro do Roque, fica situado na margem esquerda.		
Geologia	Arenito, siltito e folhelho de idade Paleozoica Superior pertencente a formação Rio Bonito.		
Relevo	Suave ondulado a ondulado		
Temática	Paleontologia e Paleoambiental		

Figura 42 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Afloramento Quitéria.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Carlos Augusto B. Peixoto (2023).

5.2.22 GEOSSÍTIO ASTROBLEMA CERRO DO JARAU

O geossítio Astroblema Cerro do Jarau tem como título representativo *A Salamanca do Jarau – Lenda da Teiniaguá*. Sua classificação temática principal é Astroblema, sendo sua indicação como sítio geológico de relevância científica aceita pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP) e está apresentada na lista contida no capítulo 8, na página 317, da publicação SIGEP, no Volume III (WINGE *et al.*, 2013).

O Cerro do Jarau está a aproximadamente 22 quilômetros do centro da cidade de Quaraí, deslocando-se pela RS-377, no sentido norte.

A feição circular do Cerro do Jarau, situada próxima à divisa com o Uruguai, revelou características diagnósticas de fenômenos de impacto meteorítico, passando assim a ser a sexta estrutura de impacto em território brasileiro.

Trata-se de uma estrutura em avançado estado de erosão com diâmetro de cerca de 13 quilômetros, formada sobre rochas basálticas e areníticas jurocretácicas. Além dos aspectos geológicos peculiares, Cerro do Jarau é também um local de destacada importância na tradição folclórica e histórica do Rio Grande do Sul (LOURENÇO; CRÓSTA, 2011).

A origem da estrutura circular anômala do Cerro do Jarau vem sendo pesquisada desde a década de 1960. Por se tratar de uma feição topograficamente elevada em plena planície do Pampa Gaúcho, essa notável feição geomorfológica é associada a lendas folclóricas e passagens históricas regionais (SÁNCHEZ, 2014; GARCIA, 2013).

As cristas do Cerro do Jarau, formadas por arenito silicificado, serviram também como ponto estratégico de observação e refúgio durante a Guerra dos Farrapos, dada sua condição topográfica favorável com elevações locais de mais de 200 metros.

A estrutura se insere no contexto geológico da Bacia do Paraná, tendo se formado sobre rochas das formações Guará, Botucatu e Serra Geral. A exposição dos arenitos da Formação Guará e Botucatu constituem uma janela estratigráfica/estrutural, pois toda a região oeste do Rio Grande do Sul encontra-se coberta pelos derrames basálticos.

Além dessas rochas, são encontrados corpos discordantes de brechas de arenito, principalmente no centro da estrutura, e de basaltos nas regiões de topo e base de derrames. Os arenitos da Formação Botucatu encontram-se intensamente silicificados e condicionados por falhas que formam um padrão radial e anelar.

O acamamento original dessas rochas mergulha preferencialmente em direção ao centro da estrutura. Foram também observados possíveis cones de estilhaçamento, os “shatter cones”.

O conjunto de feições encontradas nas rochas e imagens de satélites indica que a origem se deve ao impacto de corpo celeste, gerando a estrutura circular Cerro do Jarau, o que torna esta estrutura a sexta cratera de impacto identificada no Brasil, e possivelmente a 175ª na Terra (SÁNCHEZ, 2014).

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Astroblema Cerro do Jarau é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 330, valor educativo 205, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 402 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Astroblema Cerro do Jarau <i>A Salamanca do Jarau - Lenda da Teiniaguá</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.189216°/Long.: -56.507078° A aproximadamente 25 quilômetros do centro de Quaraí, sentido noroeste, via estrada estadual RS-377.		
Geologia	Arenitos da formação Guará e os basaltos da formação Serra Geral formados no Mesozoico entre o período Jurocretáceo.		
Relevo	Suave ondulado a forte ondulado com predomínio de morros baixos e colinas dissecadas, e localmente serras baixas.		
Temática	Astroblema		

Figura 43 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Astroblema Cerro do Jarau.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022), Sánchez (2014) e Rio Grande do Sul (2013).

5.2.23 GEOSSÍTIO CERRO DA ANGÉLICA

O geossítio Cerro da Angélica tem como classificação temática principal a geomorfologia, e pertence ao geoparque Caçapava – Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A localização do cerro é privilegiada, com acesso fácil pela BR-153 nas proximidades do km 493, e distante 20 quilômetros do centro de Caçapava do Sul. Deste ponto até o topo do Cerro da Angélica, a estrada é em leito natural, sendo necessária a autorização do proprietário para transitar na área.

O Cerro da Angélica é um destacado morro de base alongada. Com elevação aproximada de 335 metros, esta denominação “cerro” é um termo espanhol muito utilizado na região do Pampa, servindo para denominar relevos do tipo morro e colina.

Na área do entorno do cerro, o padrão de relevo varia de plano a suave ondulado, chegando em alguns setores a ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

O cerro é formado por rochas de origem vulcanogênica da Formação Hilário, Fácies Particulada, pertencentes ao Grupo Bom Jardim, que foram soerguidas e erodidas ao longo do tempo geológico, gerando este imponente morro de topo plano, com vertentes variando de côncavas a convexas, localmente retilíneas.

O Cerro, por sua altitude, posição geográfica e padrão de ventos predominantes na região, é utilizado para prática de voos livres. Entre as modalidades praticadas, a de Cross Country (Voo de distância) é a preferida dos esportistas.

Os campos nativos existentes no entorno do cerro são considerados locais ideais para pouso de asa delta e parapente. Há registro de que o recorde brasileiro de distância percorrida deu-se na região, com a marca de 495 quilômetros, alcançada devido às características da área, como padrão dos ventos e a não existência de obstáculos, tais como redes de alta tensão.

A visita ao cerro da Angélica necessita ser agendada, e existe estrutura para hospedagem dos praticantes do voo livre e turistas na chácara onde está localizado o sítio.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro da Angélica é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 230, valor educativo 240, e valor turístico 230.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 165, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 398 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro da Angélica Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.618602°/Long.: -53.387902° A 20 km do centro de Caçapava do Sul, pela BR-153 no km 493.</p>		
Geologia	Depósitos vulcanogênicos e sedimentares da formação Hilário – Fácies Particuladas, Grupo Bom Jardim, do período Ediacarano Superior-Médio.		
Relevo	Colinas dissecadas e morros baixos		
Temática	Geomorfologia		

Figura 44 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro da Angélica.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.24 GEOSSÍTIO CERRO DO BUGIO

O geossítio Cerro do Bugio tem como classificação temática principal a geomorfologia, e pertence ao geoparque Caçapava – Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A sua localização fica no quadrante nordeste do centro de Caçapava do Sul, a aproximadamente 15 quilômetros na localidade do Passo do Pessegueiro. O deslocamento é realizado pela Avenida Pedro Anunciação, e depois, passando o cemitério das Catacumbas, dobra-se à esquerda, acessando a estrada Passo do Pessegueiro. Percorrem-se então aproximadamente 11 quilômetros até se chegar ao Cerro do Bugio. O Cerro do Bugio é um destacado morro com elevação aproximada de 390 metros e base alongada, localizado na porção noroeste da área do geoparque. Esta forma de relevo é originada por diferentes fenômenos geológicos, como a reativação de falhas ou processos tectônicos associados a vulcanismo, e a ação de processos geomorfológicos, como erosão e intemperismo. Na área do entorno do cerro, o relevo varia de ondulado a forte ondulado. Esta elevação topográfica pertence ao domínio morros e serras baixas.

O cerro é formado por rochas riolíticas de origem vulcanogênica da Fácies Coerente Ácida da Formação Acampamento Velho, pertencente ao Grupo Cerro do Bugio, originada no período Ediacarano Superior. Estas rochas, ao longo do tempo geológico, foram soerguidas e erodidas, gerando esta elevação, que apresenta topo plano, vertentes verticais e base alongada com sentido nordeste (NE).

O cerro fica na localidade do Passo do Pessegueiro, distante 15 quilômetros da área central da cidade, e quase todo o percurso dá-se em estrada municipal com razoável trafegabilidade e que conta com muitas pontes para se chegar à base do cerro. O acesso ao topo é por trilhas. Nesta região, existe um conjunto de cerros pertencentes à serra de Santa Bárbara, unidade de relevo com grande extensão e direção nordeste.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro do Bugio é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 290, valor educativo 285, e valor turístico 295. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 445 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro do Bugio Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: - 30.469540°/Long.: -53.597636° A 15 km do centro de Caçapava do Sul. Fica no quadrante noroeste. Acesso por estradas vicinais na localidade Passo do Pessegueiro.</p>		
Geologia	Riolitos da Acampamento Velho, Grupo Cerro do Bugio, do período Ediacarano Superior. Idade ± 573 Ma U-Pb.		
Relevo	Morros e serras baixas		
Temática	Geomorfologia		

Figura 45 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro do Bugio.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.25 GEOSSÍTIO GALPÃO DE PEDRA

O geossítio Galpão de Pedra tem como classificação temática principal a espeleologia, e pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O geossítio fica a 84 quilômetros de Caçapava do Sul. Percorre-se a rodovia federal BR-392 por 13 quilômetros, depois, rumo a Bagé, pela estrada BR-153, mais 61 quilômetros. No lado esquerdo, entra-se em estrada vicinal em leito natural e, depois de 10 quilômetros, e passando por porteiras, chega-se ao Galpão de Pedra.

O Galpão de Pedra é conhecido pelos moradores da região de Palmas/Bagé como Casa de Pedra. É classificado na espeleologia como um abrigo sob rocha existente no conjunto de morros testemunhos denominados de complexo Pico do Morcego.

A geologia da região é formada por rochas de origem sedimentar da formação Santa Fé, pertencente ao Grupo Cerro do Bugio, do período Ediacarano da era Proterozoica Superior. Apresentam idade aproximada entre 635 e 542 Ma AP. São conglomerados aluviais ricos em clastos vulcânicos e plutônicos, e gradados verticalmente para arenito, ritmitos areno-pelítico e rochas sedimentares de ambientes aluviais e deltaicos formadas no contexto da Bacia do Camaquã.

O abrigo sob rocha tem sua origem devido à ação de processos tectônicos do tipo falhas e fraturas, que, em conjunto com fenômenos geomorfológicos, resultaram no tombamento de um grande bloco de rocha conglomerática. A altura deste bloco tombado é de aproximadamente 309 metros, formando um salão principal amplo e baixo.

A visitação ao Galpão de Pedra não necessita de agendamento, mesmo estando localizado em área particular. As características do relevo nesta área proporcionam aos visitantes a prática de escaladas nas paredes dos morros e de caminhadas nos campos existentes no entorno.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Galpão de Pedra é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 215, valor educativo 220, e valor turístico 195. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 155, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 400 é a médio prazo.

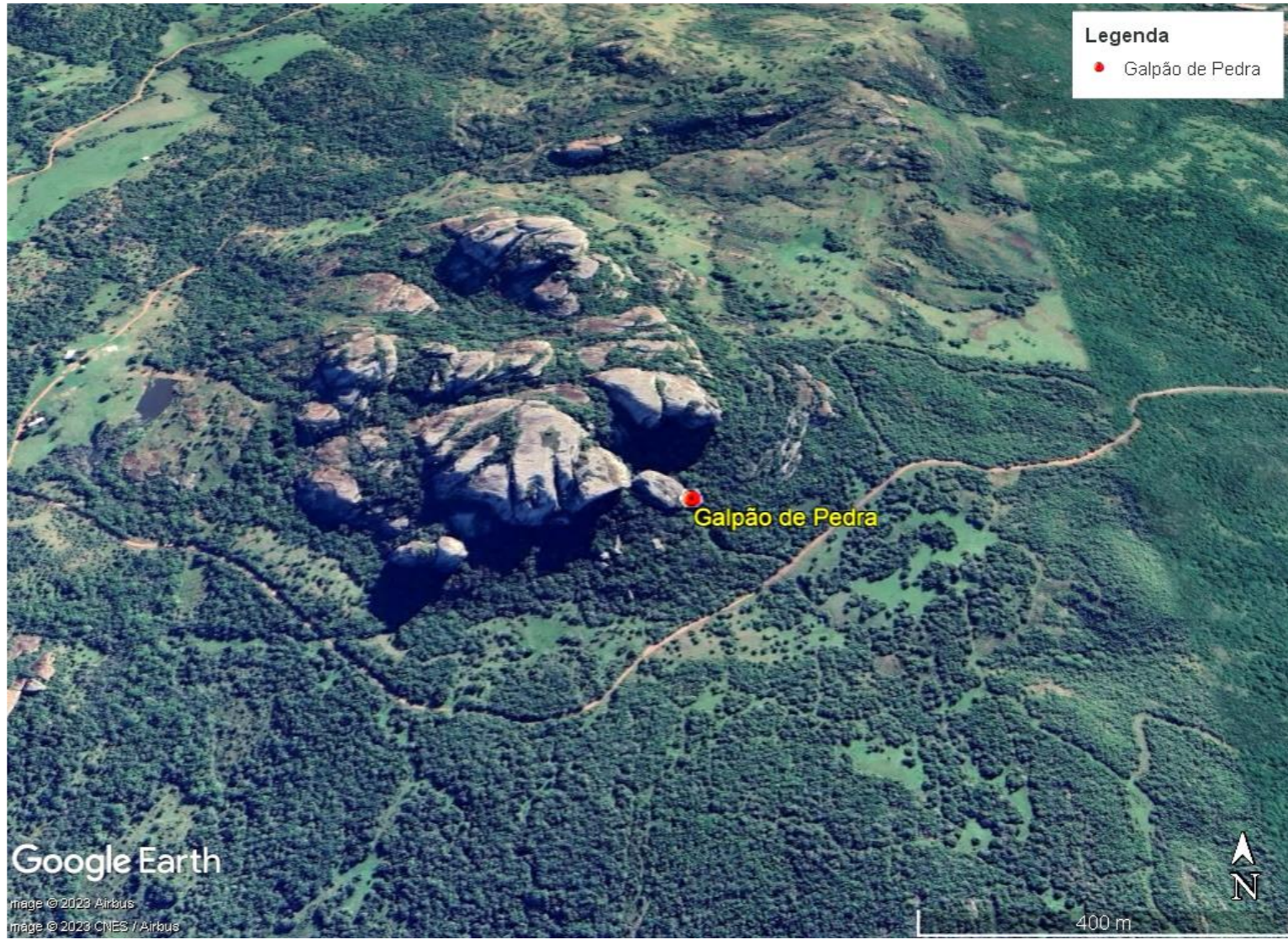

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Galpão de Pedra Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.969882°/Long.: -53.589794° A 62,5 km do centro de Bagé pela BR-153.		
Geologia	Conglomerados aluviais gradados verticalmente para arenito, ritmitos arenopelítico do período Ediacarano. Idade ≈635 a 542 Ma AP.		
Relevo	Ondulado a forte ondulado, inserido no domínio de morros e serras baixas.		
Temática	Espeleologia		

Figura 46 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Galpão de Pedra.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.26 GEOSSÍTIO GRUTA DA VARZINHA

O geossítio Gruta da Varzinha tem como classificação temática principal a espeleologia, e pertence ao Geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O acesso é pela estrada da Varzinha, em leito natural e trilha. Percorrem-se 12 quilômetros até a chegada à área de acesso à gruta. A formação espeleológica está distante aproximadamente 44 quilômetros do centro de Caçapava do Sul, sendo o acesso realizado pela BR-392. Ao sair da BR-392, entra-se em uma estrada em leito natural, percorrendo-se 10 quilômetros até a entrada da fazenda. Depois desta porteira, caminha-se por mais 2 quilômetros de trilha para chegar ao acesso à gruta.

A gruta da Varzinha é uma caverna extensa e pouco profunda, localizada na base do talude. Foi originada por processos erosivos que formaram a cavidade, e as infiltrações nas fraturas das rochas sedimentares originaram um conjunto de espeleotemas.

A Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) divide a gruta da Varzinha em três partes (I, II, III), que juntas têm 233 metros de extensão. A gruta da Varzinha é formada por rochas de origem sedimentar da formação Varzinha, pertencente ao grupo Guaritas.

Estas rochas foram erodidas ao longo do tempo geológico, gerando esta extensa cavidade onde se observa uma grande quantidade de espeleotemas, como estalactites, estalagmites e colunas.

A visita à Gruta da Varzinha tem que ser agendada, por estar em área particular. Por ter acesso difícil e pouco sinalizado, é necessário um guia para conduzir até o local de descida do talude que leva à trilha principal, que percorre longitudinalmente à gruta. As características físicas do terreno e a forma da gruta oferecem ao visitante um ótimo lugar para as práticas de caminhadas e escaladas.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Gruta da Varzinha é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico, valor educativo e valor turístico. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 505 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Gruta da Varzinha Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.730393°/Long.: -53.307239° A 44 km a sudeste do centro de Caçapava do Sul.		
Geologia	Formação Varzinha, Grupo Guaritas Ordoviciano Médio.		
Relevo	Cavernas		
Temática	Espeleologia		

Figura 47 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Gruta da Varzinha.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.27 GEOSSÍTIO MINAS DO CAMAQUÃ - CAVA URUGUAI

O geossítio Minas do Camaquã – Cava Uruguai tem como título representativo *Marco da história da mineração de cobre no Brasil* (PAIM, 2002). Sua classificação temática principal é a História da Mineração e Geomineração. Está registrado no SIGEP sob o nº 064, tendo sido aprovado pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos em 2002.

O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017) e ao polígono do sítio Guaritas do Camaquã, publicado no volume III do SIGEP (WINGE *et al.*, 2013).

As Minas do Camaquã ficam distante 65 quilômetros da cidade de Caçapava do Sul. O acesso dá-se pela estrada estadual RS-625, não pavimentada, porém, com boas condições de trafegabilidade.

A Cava Uruguai é uma lavra a céu aberto que formou um grande lago artificial com águas com cor característica. Esta mina desativada fica posicionada na altitude de 215 metros e seu acesso é na entrada da Vila Minas do Camaquã é necessária permissão para acessar o complexo industrial da mina.

É um importante distrito mineiro do sul do Brasil, onde foi pesquisado e extraído cobre por mais de 100 anos. As operações das minas foram encerradas no ano de 1996.

Na área de mineração existem dois setores lavrados e exauridos: a mina São Luiz, galeria subterrânea, e a mina Uruguai, que é formada pela lavra subterrânea e a céu aberto. Nesta cava, devido às águas da chuva acumuladas ao longo dos anos, e pela estabilização do nível do lençol freático, formou-se um grande lago de cor azul intenso.

Nos taludes em rocha gerados pelas bancadas construídas no entorno da cava, podem se observar feições sedimentares e aspectos das mineralizações de cobre (PAIM, 2002).

A geologia da área é formada por conglomerados de origem aluvial ricas em clastos vulcânicos e plutônicos que gradam verticalmente para arenitos e ritmitos areno-pelítico, compondo a formação Santa Fé, pertencente ao Grupo Cerro do Bugio.

As instalações industriais da Companhia Brasileira de Cobre (CBC) mantêm-se preservadas. Assim, o visitante poderá perceber a dimensão do processo de extração e beneficiamento mineral que era utilizado para extrair das rochas conglomeráticas o cobre e os minerais metálicos associados, como zinco e chumbo, e os secundários, ouro e prata.

As características do lugar possibilitam a prática de montanhismo, escaladas, trekking, hiking e canoagem. Na vila mineira, existe infraestrutura para os turistas como hotéis, pousadas, restaurantes e comércio.

Este geossítio fica próximo à Pedra do Engenho e ao Morro da Cruz, todos dentro da área das Minas do Camaquã.

Segundo o aplicativo *Geossit*, Minas do Camaquã – Cava Uruguai é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 350, valor educativo 240, e valor turístico 215.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 320, sendo classificado como um geossítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 588 é a curto prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Minas de Camaquã - Cava Uruguai Marco da história da mineração de cobre no Brasil Geossítio</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.907491°/Long.: -53.445164° A 65 km de Caçapava do Sul, na Vila Minas do Camaquã. Acesso pela RS-625.</p>		
Geologia	<p>Conglomerados aluviais e arenitos da formação Santa Fé do Grupo Cerro do Bugio do período Ediacarano Superior a Médio, com idade 573± Ma U-PB AP.</p>		
Relevo	<p>Morro testemunho inserido no domínio de colinas dissecadas e morros baixos.</p>		
Temática	<p>História da Mineração e Geomineração</p>		

Figura 48 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Minas de Camaquã – Cava Uruguai.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.28 GEOSSÍTIO PASSO DAS TROPAS

O afloramento Passo das Tropas tem como título representativo *Marco bioestratigráfico Triássico na evolução paleoflorística do Gondwana na Bacia do Paraná*. A sua classificação temática principal é a Paleontologia, e a classificação temática secundária, a Paleoambiental. Está registrado no SIGEP com o número 084 e foi publicado no SIGEP Volume III (WINGE *et. al.*, 2013).

O geossítio está localizado no distrito Passo das Tropas, na cidade de Santa Maria, e fica distante 9,5 quilômetros ao sul do acesso principal, a 200 metros da ponte do arroio Passo das Tropas, no lado esquerdo da rodovia federal BR-392.

O relevo junto ao arroio Passo das Tropas é de planície aluvionar. No entorno do afloramento, predomina uma topografia que varia de plano a suave ondulado. Esta região pertence ao domínio de colinas dissecadas e morros baixos.

O afloramento Passo das Tropas fica localizado na região central do Rio Grande do Sul, e contém uma associação fitoflorística identificada como Flora *Dicroidium*, representando um marco bioestratigráfico na sucessão paleoflorística da Bacia do Paraná, correlacionável a outras floras gondwânicas do Triássico.

A tafoflora é composta por impressões de frondes, folhas, estruturas reprodutivas e sementes, com predominância de diferentes espécies do gênero *Dicroidium*. Com base na distribuição estratigráfica das diferentes espécies deste gênero, foi definido um intervalo estratigráfico designado como "Flora *Dicroidium* odontopteroides", correspondente à porção intermediária do período Triássico Médio de idade Anisiano a Ladiniano (≈ 245 Ma – 228 Ma AP).

A composição da paleoflora correlaciona-se a uma floresta desenvolvida em ambiente higrófilo e mesoxerófilo, vinculados a um extenso sistema fluviolacustre. Levando-se em consideração a distribuição biogeográfica da vegetação global durante o Mesotriássico, a Flora *Dicroidium* procedente do afloramento Passo das Tropas, no sul da Bacia do Paraná, situava-se, paleobiogeograficamente, no limite entre os biomas tropical e temperado cálido.

Estudos recentes confirmam que o gênero *Dicroidium* não corresponde a uma forma estritamente gondwânica, tendo se originado no Neopermiano, nos paleotrópicos, segundo DA ROSA *et al.* (2013).

Segundo o aplicativo *Geossit*, o afloramento Passo das Tropas é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 225, valor educativo 230, e valor turístico 230.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 335, sendo classificado como em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 553 é a curto prazo.




Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Passo das Tropas Marco bioestratigráfico Triássico na evolução paleoflorística do Gondwana na Bacia do Paraná Geossítio</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: - 29.751377°/Long.: -53.790437° Localizado no Distrito Passo das Tropas/Santa Maria, na margem esquerda da BR-392, a 200 m da ponte sobre o Arroio Passo das Tropas.</p>		
Geologia	<p>Arenitos conglomeráticos do período Triássico Médio, de idade Anisiano a Ladiniano (≈245 Ma – 228 Ma AP).</p>		
Relevo	<p>Transição entre planície aluvionar recente e colinas dissecadas e morros baixos</p>		
Temática	<p>Paleontologia e Paleoambiental</p>		

Figura 49 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Passo das Tropas.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Da Rosa *et al.* (2013).

5.2.29 GEOSSÍTIO PEDRAS DAS GUARITAS

O geossítio Pedras das Guaritas tem como título representativo *Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico* (PAIM *et al.*, 2013). Sua classificação temática principal é a geomorfologia, e a secundária, a estratigrafia. Está registrado no SIGEP sob o nº 076 desde o ano de 2010.

O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017) e ao polígono do sítio Guaritas do Camaquã publicado no volume III do SIGEP (WINGE *et al.*, 2013).

A localização é privilegiada, junto à estrada estadual RS-625, que não é pavimentada, e distante 12 quilômetros do centro da Vila Minas do Camaquã. O acesso, saindo de Caçapava do Sul, é pela rodovia federal BR-392, sentido sul, até a BR-153.

Percorrem-se, então, 40 quilômetros. No km 515 da BR-153, chega-se ao trevo de acesso à estrada estadual RS-625. Percorrem-se mais 20 quilômetros, no sentido a Vila Minas do Camaquã, e chega-se ao geossítio Pedras das Guaritas. Tratam-se de formações rochosas sedimentares do tipo morro testemunho que estão posicionadas nos dois lados da estrada.

As Pedras das Guaritas são um imponente conjunto de morros testemunhos, cuja elevação média fica acima dos 200 metros. Seu nome é utilizado para denominar esta região. Trata-se de uma importante área de visitação para pesquisadores, estudantes e para turistas em geral.

As Guaritas são formadas por rochas sedimentares areníticas com tonalidade avermelhada pertencentes à Formação Varzinha, que foram, ao longo do tempo geológico, sendo erodidas pela ação das chuvas e secundariamente pela ação dos ventos, gerando formas com o aspecto ruiforme e escarpadas (PAIM *et al.*, 2013).

As rochas sedimentares ocorrem expostas em uma grande extensão nesta região. Nas áreas planas, ocorrem formações campestres e rasteiras típicas do bioma Pampa. Nos morros e em suas vertentes, ocorre vegetação nativa de porte arbóreo e arbustivo, e, nas margens das drenagens, mata ciliar.

No entorno do geossítio observa-se a boa conservação ambiental. Existem campos com criação de gado, ovinos e cabritos associada ao cultivo de pequenos pomares.

Há poucas áreas de reflorestamento no entorno da região das Guaritas. A visitação a este conjunto de morros testemunhos deve ser controlada e monitorada para evitar excesso de carga nas trilhas e coleta ilegal de espécies vegetais nativas como as do tipo cactáceas.

Segundo o aplicativo Geossit, Pedra das Guaritas é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 360, valor educativo 245, e valor turístico 235.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 300, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 580 é a curto prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Pedra das Guaritas <i>Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico</i> Geossítio</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.838224°/Long.: - 53.500257° A 65 km de Caçapava do Sul, na Vila Minas do Camaquã, acesso pela RS-625.</p>		
Geologia	<p>Conglomerados polimíticos, arenitos e pelitos da formação Varzinha, grupo Guaritas do período Paleozoico da era Orodoviciânica Médio. Idade variando entre 488 Ma e 460 Ma AP.</p>		
Relevo	<p>Morros testemunhos inseridos no domínio de morros e serras baixas.</p>		
Temática	<p>Geomorfologia e Estratigrafia</p>		

Figura 50 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Pedra das Guaritas.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.30 GEOSSÍTIO PEDRA DO SEGREDO

O geossítio Pedra do Segredo tem como classificação temática principal a geomorfologia e pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O sítio fica situado na Vila do Segredo, na localidade de Passo do Lanceiro. O acesso é pela estrada estadual RS-357, com localização privilegiada, distante aproximadamente 10 quilômetros do centro da cidade de Caçapava do Sul.

Após sair da rodovia João Francisco da Cunha Franco (RS-357), acessa-se a estrada rural à direita, que tem aproximadamente 5 quilômetros de extensão em terreno natural, apresentando condições razoáveis de trafegabilidade. Ao passar o Camping Galpão de Pedra, área onde fica o geossítio Pedra do Leão, percorre-se 1,5 quilômetro até se chegar ao Parque Municipal Pedra do Segredo.

A região é conhecida como Serras do Sudeste. A oeste de Caçapava do Sul, fica a Serra do Segredo, formada por um conjunto de morros testemunhos com formas singulares, onde se localizam a Pedra do Segredo e, a norte, a Pedra da Abelha e a Pedra do Índio.

A Pedra do Segredo é um morro testemunho ou cerro, termo regional muito utilizado no Pampa para referir-se a morros baixos, que apresenta altitude aproximada de 235 metros. Sua denominação é baseada em lendas que contam a existência de tesouros escondidos nas cavernas e cavidades ou no seu entorno. Na face sul, existem três cavidades naturais que são a Caverna da Escuridão, o Salão das Estalactites e a Caverna Percival Antunes.

O formato do morro testemunho foi originado por diferentes fenômenos geológicos, como movimentações tectônicas associadas a processos geomorfológicos, como erosão e intemperismo, que, por milhares de anos, modelaram a superfície rochosa, delineando-a em formato arredondado, com o topo côncavo e paredões verticalizados.

As características geomorfológicas do morro, como altura, forma e as fraturas e fendas, são propícias à prática de diversas modalidades de montanhismo e alpinismo.

Nesta área existe uma grande exposição de rochas de origem sedimentar. São arenitos finos no topo e conglomerados de origem fluvial na base, pertencentes à formação Pedra do Segredo, Grupo Santa Bárbara.

São rochas sedimentares formadas no Ediacarano Superior, com idade aproximada de 542 milhões de anos antes do presente.

A visitação à Pedra do Segredo tem que ser agendada, cobra taxa e disponibiliza guias. A área tem infraestrutura, como portaria e guarita, setor de camping, estacionamento, churrasqueiras e banheiros. O Parque Municipal Pedra do Segredo é uma unidade de conservação municipal.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Pedra do Segredo é classificada como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 325, valor educativo 285, e valor turístico 255.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 220, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 508 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Pedra do Segredo Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.534764°/Long.: -53.554109° A 10 km do centro de Caçapava do Sul no Parque Natural Municipal Pedra do Segredo. Acesso pela RS-357.</p>		
Geologia	Arenitos finos e conglomerados pertencentes à formação Pedra do Segredo, Grupo Santa Bárbara, formadas no período Ediacarano Superior. Idade aproximada de 542 Ma AP.		
Relevo	Morros testemunhos inseridos no domínio morros e serras baixas.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 51 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Pedra do Segredo.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.31 GEOSSÍTIO PEDRA PINTADA

O geossítio Pedra Pintada tem como título representativo *Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico* (PAIM *et al.*, 2013). Sua classificação temática principal é a geomorfologia, e a secundária é a estratigrafia. Encontra-se registrado no SIGEP, sob o nº 076, desde o ano de 2010.

O sítio pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã (PEIXOTO, 2017), e esta dentro dos limites do polígono do sítio Guaritas do Camaquã publicado no volume III do SIGEP (WINGE *et al.*, 2013).

O acesso se dá a partir da Vila das Minas do Camaquã, sentido Santana da Boa Vista. Percorrem-se 12 quilômetros até acessar a entrada da propriedade no lado esquerdo, onde, em um caminho razoavelmente transitável, anda-se mais 2 quilômetros para acessar o ponto.

A Pedra Pintada é um morro testemunho com altura aproximada de 225 metros. O geossítio fica distante 38 km da Vila Minas do Camaquã, percorrendo-se a RS-625 no sentido Santa da Boa Vista.

O morro testemunho é formado por rochas areníticas de origem eólica da formação Pedra Pintada, pertencente ao Grupo Guaritas. Seriam antigas dunas formadas em ambiente desértico. São arenitos formados no contexto da bacia do Camaquã, do período Ordoviciano Inferior a Médio, com idade aproximada entre 488,3 a 460,9 Ma AP.

A denominação Pedra Pintada é baseada nas variações das cores creme, bege e avermelhada, que se observam na face leste e que marcam as estruturas sedimentares, que são estratificações cruzadas de grande porte (Paim *et al.*, 2013).

O cerro tem sua elevação e forma originadas por diferentes fenômenos geológicos, como movimentações tectônicas e processos geomorfológicos que modelaram o topo com a forma arredondada e suas vertentes, que variam de verticais a côncavas.

As características físicas do cerro propiciam a prática de escaladas e caminhadas. A área onde está a Pedra Pintada é particular, razão por que se deve contatar o proprietário para informar sobre a visita.

Segundo o aplicativo *Geossit* a Pedra Pintada é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 290, valor educativo 215, e valor turístico 195.

Na avaliação de risco de degradação obteve, o valor 225, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio. e a urgência na prioridade de proteção com valor 458 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>Pedra Pintada <i>Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico</i> Geossítio</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.898757°/Long.: -53.359917° A 12 km da Vila Minas do Camaquã pela ERS-625, no sentido a Santana da Boa Vista.</p>		
Geologia	<p>Arenitos, arenitos conglomeráticos e pelitos de origem eólica Fm. Pedra Pintada, Grupo Guaritas do período Ordoviciano Inferior a Médio. Idade entre 488,3 a 460,9 Ma AP.</p>		
Relevo	<p>Morros testemunhos inserido no domínio de morros e serras baixas.</p>		
Temática	<p>Geomorfologia e Estratigrafia</p>		

Figura 52 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Pedra Pintada.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.32 GEOSSÍTIO RINCÃO DO INFERNO

O geossítio Rincão do Inferno tem como classificação temática principal a geomorfologia, e, como secundária, a tectônica. Pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

O Rincão do Inferno fica distante 62 quilômetros do centro de Caçapava do Sul. Para acessá-lo, percorrem-se as rodovias federais BR-392 e a BR-153, sentido sudoeste a cidade de Bagé, onde este sítio fica localizado. Após passar 2 km da ponte sobre o rio Camaquã, acessa-se à direita uma estrada rural, em leito natural. Percorrem-se, então, 16 quilômetros, até se chegar à porteira de acesso à trilha que leva ao setor sudeste do Rincão do Inferno.

A área do sítio é formada por um grande maciço rochoso sedimentar, com elevação aproximada de 245 metros. A geomorfologia da área do sítio mostra uma paisagem ruiforme composta por morros testemunhos, paredões verticalizados e inclinados, extensos lajeados, blocos e matacões. Este maciço é separado por um cânion que foi originado por uma falha geológica, tectonismo regional associado a longos processos erosivos. No fundo deste vale encaixado escoo o arroio Camaquã Chico, afluente do rio Camaquã.

A geologia desta área é formada por rochas sedimentares conglomeráticas e areníticas da formação Serra dos Lanceiros, pertencente ao grupo Santa Bárbara, do período Ediacarano Superior e de idade aproximada entre 635 a 542 Ma AP. Estas rochas sedimentares depositadas na bacia do Camaquã foram soerguidas e erodidas, gerando a impressionante paisagem com aspecto ruiforme. Por ser extenso afloramento rochoso, sem solo e com vegetação esparsa, foi batizado de Rincão do Inferno.

O conjunto rochoso, somado ao arroio Camaquã Chico, proporciona um ambiente para prática de diversas modalidades de turismo de aventura como: montanhismo, escaladas, trekking (caminhada com pernoite), hiking (caminhada de curta duração) e canoagem. A região, por pertencer à comunidade Quilombo de Palmas, tem potencial para o turismo cultural, em que o viajante poderá vivenciar com os residentes locais sua tradição, cultura e as relações seculares construídas com a natureza inóspita do Rincão do Inferno.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Rincão do Inferno é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 295, valor educativo 185, e valor turístico 210.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 195, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 425 é a médio prazo.


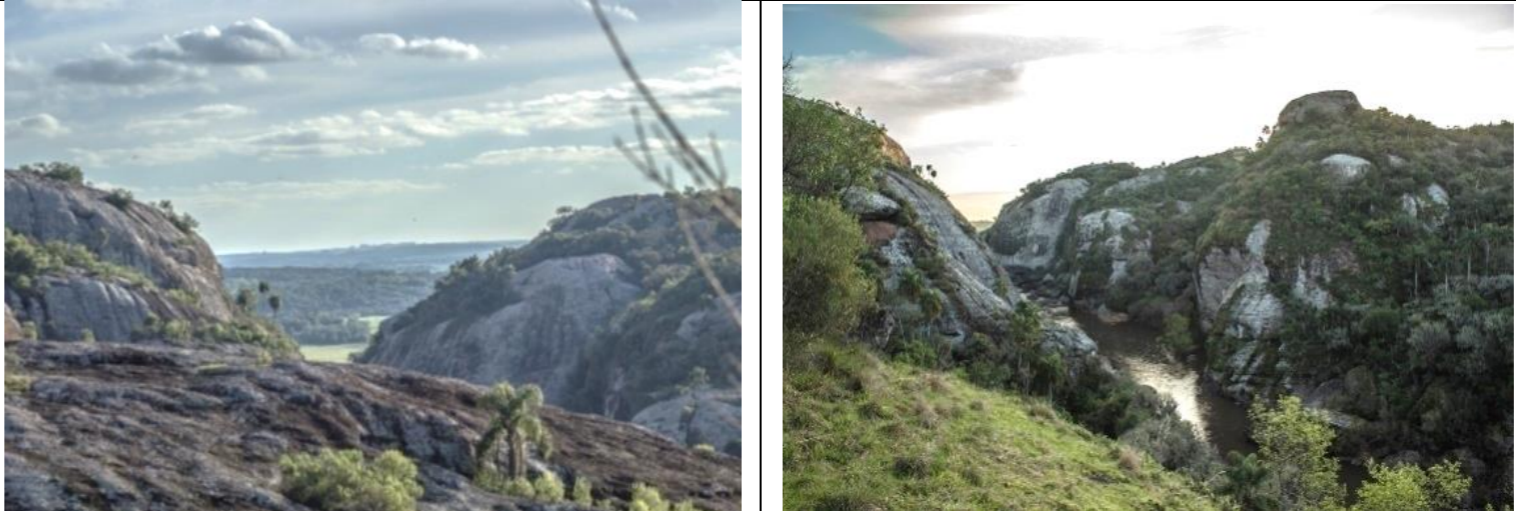
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Rincão do Inferno Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.866326°/Long.: --53.709568° A 62 km do centro de Caçapava do Sul. Acesso pela BR-153 16 km até a porteira principal da propriedade rural.</p>		
Geologia	Arenito e conglomerados e ritmito arenopelítico tabulares pertencentes à formação Serra dos Lanceiros, Grupo Santa Bárbara, Ediacarano Superior. Idade 635 a 542 Ma AP.		
Relevo	Suave ondulado a ondulado inserido no domínio de colinas dissecadas e morros baixos. Localmente tem pequeno cânion gerado por tectonismo associado a longo período geológico de erosão do arroio Camaquã Chico.		
Temática	Geomorfologia e Tectônica		

Figura 53 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Rincão do Inferno.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.33 GEOSSÍTIO SÍTIOS PALEOBOTÂNICOS DO ARENITO MATA

O geossítio Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata tem como título representativo *Uma das mais importantes “florestas petrificadas” do planeta*. A sua classificação temática principal é a paleontologia, e a secundária, a história da paleontologia. Está registrado no SIGEP, sob o nº 9, desde o ano de 2002 e está publicado no SIGEP – Volume I (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002).

No sentido leste pela rodovia BR-287, a aproximadamente 80 quilômetros, existe o geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, cuja temática são os geossítios fossilíferos.

A área de estudo é um polígono e fica localizada na região central do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Mata e São Pedro do Sul. Compõe alguns dos mais importantes sítios paleobotânicos da América do Sul de idade Triássica (SOMMER; SCHERER, 2002). Neste polígono que abrange estes dois sítios paleobotânicos, o relevo varia de plano a suave ondulado, e está inserido no domínio de colinas amplas e suaves

Os sítios paleobotânicos existentes nos municípios de Mata e São Pedro do Sul (RS) contêm alguns dos mais importantes registros de lenhos fósseis silicificados do planeta.

O afloramento ao ar livre fica na área urbana no Jardim Paleobotânico de Mata, na rua Castelo Branco, e o Sítio Paleobotânico Água Boa fica em São Pedro do Sul, no lado direito no Km 5 da avenida Governador Walter Jobim, sentido sul, em direção a Dilermando de Aguiar.

Nos afloramentos existentes na cidade de Mata, os fósseis ocorrem inclusos no arenito Mata, relacionado a um sistema fluvial entrelaçado, ou encontram-se rolados sobre sedimentos de diferentes idades, na forma de fragmentos de pequeno a grande porte. São arenitos, conglomerados, siltito areno-argiloso e folhelhos pertencente à formação Caturrita, que compõe o Grupo Rosário do Sul do Triássico Superior, com idade de 228 a 199 Ma AP.

Os afloramentos encontrados em São Pedro do Sul são rochas sedimentares do tipo arenito e arenito conglomeráticos com pelitos subordinados da formação Santa Maria, que compõem o grupo Rosário do sul do Triássico médio, com idade entre 245 a 228 Ma AP.

Os lenhos fósseis encontrados nestes sedimentos consistem em formas gimnospérmicas, relacionadas a coníferas, representando provavelmente uma flora mesofítica, originada por mudanças climáticas iniciadas na passagem Meso-Neotriássico (SOMMER; SCHERER, 2002).

Estes inúmeros registros paleobotânicos constituem-se em um importante patrimônio científico e cultural e devem ser protegidos. Desse modo, é urgente a necessidade de serem implementadas medidas de geoconservação dos sítios paleontológicos, como a implantação do Geoparque Quarta Colônia.

Segundo o aplicativo *Geossit*, os Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata são classificados como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 255, valor educativo 275, e valor turístico 260.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 315, sendo classificado como em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 578 é a curto prazo.





Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata <i>Uma das mais importantes "florestas petrificadas" do planeta</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -29.557872°AM °/Long.: -54.462223°AM Mata - Jardim Paleobotânico Lat.: -29.669361°SPS/ Long.: -54.207763°SPS São Pedro do Sul- Água Boa		
Geologia	Formação Caturrita e Santa Maria Triássico Médio e Superior. Idade 245 a 199 Ma AP.		
Relevo	Suave ondulado a ondulado		
Temática	Paleontologia e História da Paleontologia		

Figura 54 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata (Jardim Paleobotânico) e São Pedro do Sul (Sítio Paleobotânico Água Boa).

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Prefeitura de Mata e Borin Produções (2022).

5.2.34 GEOSSÍTIO TETRÁPODES TRIÁSSICOS DO RIO GRANDE DO SUL

O geossítio Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul tem como título representativo *Vertebrados fósseis de fama mundial* (BARBERENA *et al.*, 2002). Sua classificação temática principal é a paleontologia, e a classificação temática secundária, a história da paleontologia. Está registrado no SIGEP, sob o nº 022, desde o ano de 2002 e está publicado no SIGEP - Volume I (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002).

A área de estudo é um extenso polígono localizado na região central do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Mata, Santa Maria e Faxinal do Soturno, sendo o único lugar no Brasil onde paleontólogos em trabalhos de campo sistemáticos têm realizado descobertas importantes, uma vez que encontraram grande número de exemplares da paleofauna triássica. No sentido leste, pela rodovia BR-287, a aproximadamente 110 quilômetros, existe o geoparque Quarta Colônia Aspirante UNESCO, cuja temática são os geossítios fossilíferos.

A localização de um dos afloramentos descritos por Barberena *et al.* (2002) fica dentro dos limites territoriais da cidade de São Pedro do Sul, no distrito de Chiniquá. O acesso é pela estrada federal BR-287 e fica a aproximadamente 4 quilômetros antes de acessar a ponte do rio Toropi no lado direito, no sentido a Santa Maria, ao lado do Armazém Félix. No entorno da área, o relevo varia de plano a suave ondulado, e pertence ao domínio de colinas amplas e suaves.

Os fósseis dos tetrápodes e de troncos de coníferas estão contidos em sedimentos das formações geológicas Sanga do Cabral do Eotriássico (formado por siltitos), Santa Maria do Neo-Ansiano Carniano (formada por arenito conglomeráticos com pelitos subordinados) e Caturrita do Neo-Carniano a Eo-Noriano (formada por arenitos, conglomerados, siltitos areno-argiloso e folhelhos).

Estes sedimentos pertencem ao contexto das unidades geológicas Paleozoicas-Mesozoicas depositadas na bacia do Paraná, e os fósseis são do período Triássico e possuem idade aproximada entre 251 a 199 milhões de anos antes do presente.

Nos estudos realizados, busca-se explicar as implicações estratigráficas, tafonômicas e bioestratigráficas, pois os estudos paleontológico-estratigráficos na Formação Sanga do Cabral (Eotriássico) têm um desenvolvimento comparativamente recente. Assim, foi dada maior ênfase aos sedimentos do período Neotriássico (BARBERENA *et al.*, 2002).

Segundo o aplicativo *Geossít*, os afloramentos Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul são classificados como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 210, valor educativo 230, e valor turístico 235.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 315, sendo classificado como em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 535 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Tetrápodes Triássico do Rio Grande do Sul <i>Vertebrados fósseis de fama mundial</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -29.655269°/Long.: -54.429986° Distrito de Chiniquá, acesso pela BR-287 a aproximadamente 4,0 km da ponte do rio Toropi ao lado do Armazém Félix.		
Geologia	Siltitos, arenito conglomeráticos com pelitos subordinados, siltito areno-argiloso e folhelhos período Triássico (Formação Caturrita, Santa Maria e Sanga do Cabral), com idade aproximada entre 251 a 199 Ma AP.		
Relevo	Plano a suave ondulado, pertencente ao domínio de colina amplas e suaves.		
Temática	Paleontologia e História da Paleontologia		

Figura 55 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Barberena *et al.* (2002).

5.2.35 GEOSSÍTIO TOCA DAS CARRETAS

O geossítio Toca das Carretas tem como classificação temática principal a espeleologia e pertence ao geoparque Caçapava Aspirante UNESCO e à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

A Toca das Carretas está localizada no Rincão da Pitangueira e fica distante 20 quilômetros do pórtico de entrada de Caçapava do Sul, deslocando-se pela estrada federal BR-392. O acesso se dá pela BR-392, sentido sul, para Santana da Boa Vista. A entrada ocorre à esquerda em uma propriedade nas proximidades do km 235. Neste ponto, percorrem-se 1.440 metros aproximadamente por um caminho em leito natural até a trilha que acessa a entrada da toca.

É uma caverna existente no interior de um morro testemunho, com elevação aproximada de 185 metros. Por ser considerado um abrigo natural de difícil acesso, foi utilizada pelos índios Charruas, e posteriormente pelas tropas farroupilhas, para refúgio e descanso em tempos de guerra, além dos caixeiros viajantes que abrigavam suas carretas que transportavam mantimentos e equipamentos para serem comercializados nas cidades da região. A denominação do local deve-se à forma de acesso e uso pelos viajantes e moradores da região do Pampa.

O morro testemunho tem sua forma originada por processos geomorfológicos que modelaram a rocha conglomerática, cujo topo apresenta-se arredondado, e as vertentes são côncavas.

A caverna foi originada por processos de erosão eólica e hídrica. O salão principal é amplo com extensão aproximada de 60 metros. A visita à Toca das Carretas, por estar em área particular, deverá ser agendada. O acesso é realizado pela estrada pavimentada até a entrada da propriedade, depois se utiliza um caminho em terreno natural que leva até a base do morro.

O relevo na área do geossítio varia do ondulado ao forte ondulado e está inserido no domínio dos morros e serras baixas.

A geologia da área é formada por rochas de origem sedimentar da formação Varzinha, pertencente ao grupo Guaritas. São conglomerados polimíticos, arenitos e pelitos originados na bacia do Camaquã no período Paleozoico da era Ordoviciano Média, com idade entre 488 Ma a 460 Ma AP.

O conjunto cênico caverna, morro e vegetação proporcionam um ambiente para a prática de modalidades do turismo de aventura, como caminhadas, escaladas, trekking e hiking. A Toca das Carretas foi utilizada como cenário para o filme *Anahy de las Misiones* (1997).

Segundo o aplicativo *Geossít*, a Toca das Carretas é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 230, valor educativo 230, e valor turístico 200.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 265, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 485 é a médio prazo.


Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Toca das Carretas Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -30.610763°/Long.: -53.352795° A 20 km do centro de Caçapava do Sul, acesso pela BR-392 no km 235.</p>		
Geologia	<p>Conglomerados polimíticos, arenitos e pelitos da formação Varzinha, grupo Guaritas do período Paleozoico da era Ordoviciano Média. Idade entre 488 Ma a 460 Ma AP.</p>		
Relevo	<p>Caverna e morro testemunho inserido no domínio de morros e serras baixas.</p>		
Temática	<p>Espeleologia e Geomorfologia</p>		

Figura 56 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Toca das Carretas.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.2.36 GEOSSÍTIO TOCA DO SAPATEIRO

O geossítio Toca do Sapateiro tem como classificação temática principal a espeleologia, e como classificação temática secundária a geomorfologia. Pertence à proposta de geoparque Guaritas-Minas do Camaquã – RS (PEIXOTO, 2017).

Esta caverna fica na localidade do Cerro da Pedreira, no 5º Distrito de Palmas, em Bagé, distante 72 quilômetros do pórtico de entrada da cidade de Caçapava do Sul.

O acesso é pela estrada federal BR-153. No km 578,5, acessa-se a estrada rural e percorrem-se 15 quilômetros até chegar ao pequeno sítio.

Neste ponto começa a trilha de difícil percurso, sendo necessário guia local para chegar até a entrada da caverna. A trilha tem aproximadamente 1,2 quilômetro de caminhada no campo aberto e mata de galeria, cruzando áreas úmidas e pequenos arroios.

A Toca do Sapateiro é uma caverna formada em rochas de origem metamórfica que foram erodidas ao longo do tempo geológico, originando esta caverna, que fica posicionada na base do morro. Este morro tem elevação aproximada de 280 metros, e o relevo no entorno varia de ondulado a forte ondulado, inserido no domínio morros e de serras baixas.

O afloramento é formado por rochas de origem metamórfica pertencente à Litofácies Arroio Marmeleiro Paraderivada Psamítica, que são metarenitos, metapelitos e quartzito na fácies xisto verde, formadora do Complexo Metamórfico Arroio Marmeleiro. São rochas metamórficas da era Neoproterozoica do período Criogeniano Superior com idade entre 850 Ma a 635 MA AP.

A denominação do geossítio deve-se às histórias contadas pelos moradores locais. Uma delas relata que o local serviu de abrigo e esconderijo a um escravo, cujo ofício era ser sapateiro, durante um destes conflitos como a Revolução Farroupilha (1835-1845), Guerra do Paraguai (1864-1870) ou a Guerra Federalista (1893-1895).

Ao chegar à propriedade onde fica a Toca do Sapateiro, é necessário percorrer trecho no meio do mato e cruzar arroios, numa trilha com 1,2 quilômetro de extensão. A caverna apresenta o salão de entrada pouco amplo e um túnel de acesso a outro salão que ainda não foi mapeado.

A área onde está a Toca do Sapateiro está em um território que ganhou o reconhecimento como Quilombo Palmas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) em 16 de fevereiro de 2017, razão por que se deve observar a forma de acesso.

A visitação ao geossítio necessita de guia que conduza o visitante pela trilha até chegar à entrada da caverna. As características espeleológicas da caverna são pouco conhecidas, e sugere-se não acessar outros salões para evitar possíveis acidentes.

A caverna, para uma visitação segura, necessita de mapeamento por espeleologistas para definir as formas de acesso e percursos internos.

Segundo o aplicativo *Geossít*, a Toca Sapateiro é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 205, valor educativo 180, e valor turístico 150. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 265, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 340 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Toca do Sapateiro Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.928345°/Long.: -53.727229°/ A 58 km do centro de Bagé acesso BR-153.		
Geologia	Metapelito, Metarenito e Quartzito (Fácies Xisto-Verde) da Fm Arroio Marmeleiro da era Neoproterozoica período Criogeniano Superior. Idade 850 Ma a 635 Ma AP.		
Relevo	Ondulado a forte ondulado inserido no domínio morros e de serras baixas.		
Temática	Espeleologia		

Figura 57 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Toca do Sapateiro.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Peixoto (2015; 2017).

5.3 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DA ARGENTINA

A Argentina possui cerca de 2.780.400 quilômetros quadrados, que a colocam em segundo lugar em extensão na América do Sul. É formada por três placas: a Sul-Americana, a Cadeia dos Andes, e a Plataforma Patagônica, que ocorre totalmente dentro do território continental, o que reflete em uma imensa diversidade geológica (MEDINA, 2012).

Esta diferenciada geodiversidade é observada pela variedade de ambientes naturais, que necessitam de políticas e estratégias para sua conservação. Essas políticas de geoconservação e ações legais têm, como o Serviço Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), uma agência nacional descentralizada subordinada ao Ministério de Mineração da Nação, responsável pela produção de conhecimento e informação geológica, tecnológica, mineradora e ambiental, orientada para o conhecimento do território e o uso racional dos recursos minerais argentinos (SEGEMAR, s2023).

O Instituto de Geología y Recursos Minerales (IGRM) é uma unidade especializada da SEGEMAR, que tem entre suas atividades executar o Projeto de Sítios de Interesse Geológico da República Argentina. Um de seus principais objetivos é realizar o Inventário e Catálogo do Plano Nacional de Cartas Geológicas, com a proposta de proteção do patrimônio natural e cultural.

O IGRM coordenou a edição do livro Sítios de Interesse Geológico da República da Argentina, em volumes I e II, que apresenta o inventário contendo os dados geológicos dos 72 lugares de interesse geológico mais relevantes da Argentina.

Essa seleção de LIGs foi baseada nos fatores fundamentais da geodiversidade, que são: suas características geológicas, geomorfológicas, paleontológicas, vulcânicas, tectônicas, hidrogeológicas, entre outros (MEDINA, 2012).

O SEGEMAR tem em seu repositório publicações contendo descrição de todos os 72 geossítios inventariados na Argentina com propostas de criação de áreas de geoparques e legislação ambiental para a preservação do patrimônio geológico (MIRANDA; LEMA, 2013). Todos esses documentos e publicações consideram o Pampa como o mais importante ecossistema de pradarias em território Argentino.

Com extensão aproximada de 540 mil quilômetros quadrados, o Pampa possui relevo relativamente plano, e grande parte está exposta a alagamentos permanentes e cíclicos, sendo nesses campos e pradarias identificados nove geossítios.

A Figura 58 mostra a distribuição espacial dos nove geossítios no território Argentino, onde apenas três, localizados no quadrante sul-sudeste, têm distâncias menores entre si, que são o Cerro Três Picos, o Cerro Ventana e, na beira do Atlântico Sul, o Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co.

A Argentina mostra a ocorrência de uma geologia com um número menor de unidades litoestratigráficas, o que reflete na geodiversidade local. Estas duas características do meio abiótico estão diretamente relacionadas com o potencial de lugares de interesse geológico que foram identificados e depois inventariados.

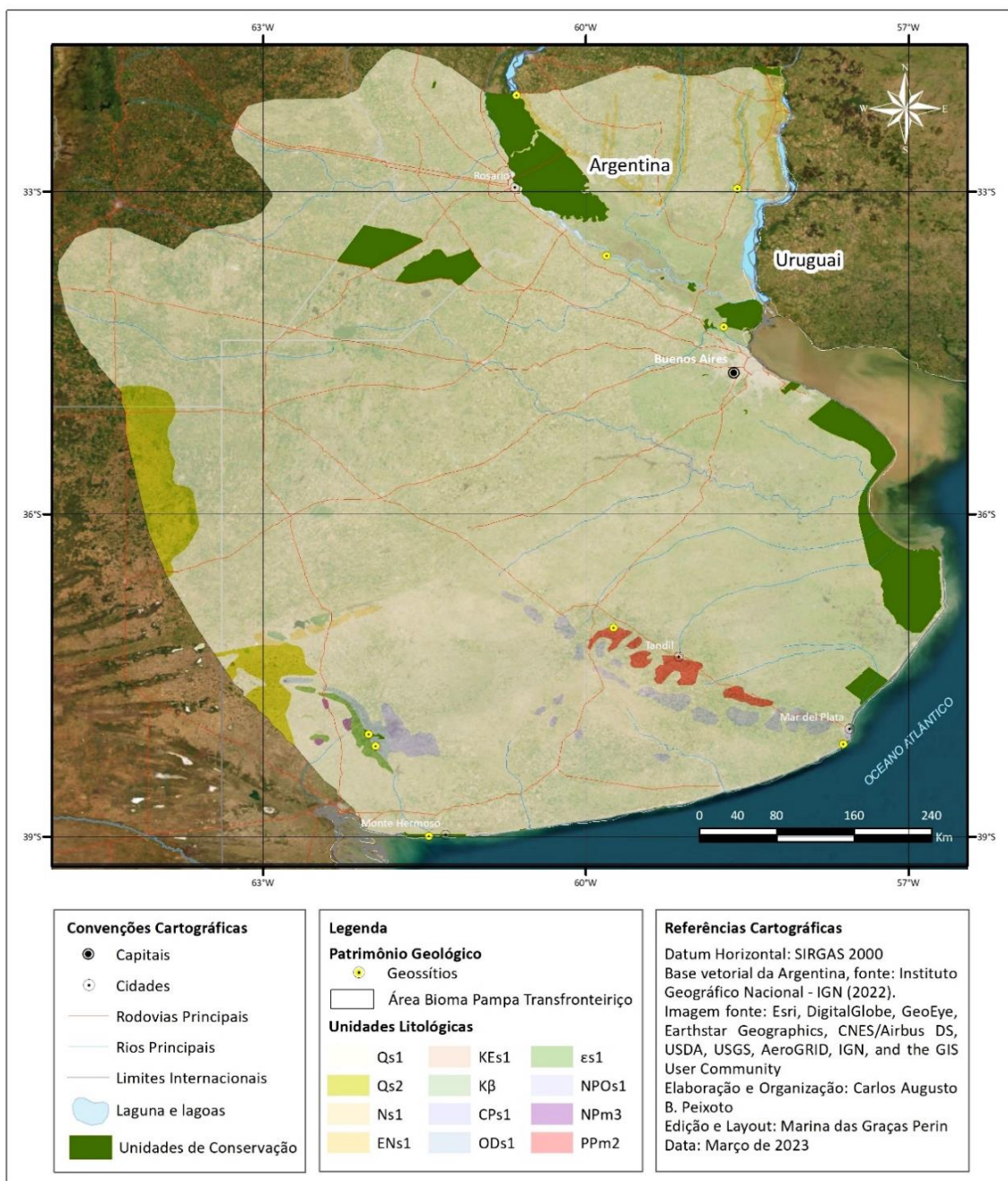


Figura 58 – Bioma Pampa Argentino com a posição dos geossítios.
 Fonte: Esri® ARcMAP™ (2019) e IGN (2022).

O Quadro 17 mostra a denominação dos nove geossítios no Pampa Argentino que foram inventariados, identificados e avaliados. Neste estudo foram inseridos dois geossítios que não constam nos estudos publicados pelo SEGEMAR, e estes foram identificados pelo autor por meio da análise de imagens de satélite, do mapa geológico e por fim das publicações científicas acerca desta região que descrevem em detalhe a origem destas unidades geológicas.

Caso exista medida de geoconservação, será informando o tipo, tais como estar dentro da área de geoparque ou em áreas protegidas (AP's) pelo Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP) ou nos limites da zona de amortecimento. Do contrário, fica descrita no campo a informação “não aplicável” (NA).

A localização dos geossítios será informada através de coordenadas geográficas, que, devido à extensão da área de estudo, serão apresentadas no formato de graus decimais, com seis casas decimais, pois resulta em uma melhor precisão de menos de 1,1132 metros em relação à Linha do Equador. A latitude negativa mostra que essa coordenada fica posicionada ao sul da Linha do Equador, e a longitude negativa mostra que a coordenada fica posicionada a oeste do meridiano de Greenwich.

QUADRO 18 – DENOMINAÇÃO, MEDIDA DE GEOCONSERVAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS GEOSSÍTIOS ARGENTINOS.

Geossítio Denominação	Geoparque Áreas Protegidas – (SIFAP)	Coordenadas Decimais	
		Latitude	Longitude
Cerro Tres Picos	Parque Provincial Ernesto Tornquist e Reserva Natural de Objetivos Definidos Educativo y Botánico Sierras Grandes	-38.157954°	-61.953274
Cerro Ventana	Parque Provincial Ernesto Tornquist	-38.048787°	-62.018692°
El Corredor Termal del Rio Uruguay	Reserva Natural Privada Termas del Guaychú.	-32.971449°	-58.594228°
La Costa Entrerriana del Rio Paraná	Parque Nacional Pré-Delta	-32.102708°	-60.646032°
Las Barrancas Bonaerenses del Rio Paraná	Parque Histórico Natura Vuella de Obligado	-33.597752°	-59.808018°
Los Acantilados de Chapadmalal	NA	-38.139646°	-57.608278°
Rio de La Plata y Delta del Paraná	NA	-34.258408°	-58.718920°
Tandilia	Reserva Natural Boca de las Sierras	-37.058969°	-59.741870°
Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co	Reserva geológica, paleontológica e arqueológica Pehuen Có-Monte Hermoso e Reserva Natural de la Defensa Baterías Charles Darwin	-38.993718°	-61.458909°

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A descrição dos geossítios será em ordem alfabética, informando a localização e forma de acesso ao sítio, tipo e padrão de relevo, descrição geológica, dados históricos, culturais e turísticos, e a sua classificação patrimonial. Posteriormente, em formato de figura, serão apresentadas a imagem de satélite com a posição e duas fotografias representativas do lugar de interesse geológico.

5.3.1 GEOSSÍTIO CERRO TRÊS PICOS

O geossítio Cerro Três Picos pertence ao sistema Serras Australes, da Província de Buenos Aires, mais especificamente à Sierra de La Ventana sendo considerado como *La mayor elevación de toda la provincia de Buenos Aires e de la Pampa húmeda*.

Existe um conjunto de picos com altitude média superior a mil metros, como o turístico cerro de La Ventana, o terceiro em altura e que em dezembro de 1995 foi considerado monumento natural, entrando assim para o SIFAP neste mesmo ano.

O cerro Três Picos tem 1.239 metros, sendo assim considerado o ponto mais alto do bioma Pampa Argentino e desta província. Fica a sudoeste de Buenos Aires e tem como classificação temática principal a geomorfologia. O acesso é realizado pela rota 76, saindo da pequena Villa da Ventana, localizada no distrito de Tornquist.

A base do cerro fica distante aproximadamente 5 quilômetros do centro da Villa Ventana, e a 500 quilômetros do centro do distrito federal de Buenos Aires.

O relevo é de serrano, e no entorno há uma paisagem plana formada por planícies e baixas colinas. Este conjunto de elevações pertence ao sistema de serras austrais ou sistema Ventania. Existe, próximo ao cerro, no quadrante norte, o Parque Provincial Ernesto Tornquist, e a sudeste a Reserva Natural Sierras Grandes.

O sistema Ventania, ou Sierras Australes, emerge abruptamente da planície, com extensão noroeste-sudeste de 178 quilômetros de comprimento e uma largura máxima de 60 quilômetros, sendo formado por um conjunto de sete montanhas.

As maiores serras desta área e com os picos mais altos são as serras de La Ventana e de Curamalal. A serra La Ventana contém Três Picos: Napostá (1.110m), Destierro (1.172m), La Ventana (1136m), La carpa (1.066m) e Bahia Blanca (739m).

A ação ininterrupta da água e do vento, aliada às alterações térmicas, provocou forte erosão nas serras, que esculpiu a imponente e deslumbrante paisagem que hoje podemos apreciar.: vales interserranos de ricos solos húmicos, paredões rochosos abruptos com cascatas escondidas e piscinas naturais de impressionante transparência (CAMPO *et al.*, 2012).

As serras austrais da província de Buenos Aires compreendem os afloramentos de sedimentitos paleozoicos, altamente deformados por dobramento e que se apoiam sobre um embasamento ígneo-metamórfico. O embasamento é constituído por granitos e diabásios do Proterozoico Superior, associados a riolitos de igual idade. Alguns riolitos indicam idade Paleozoica até Triássica. Parte dos granitos foi altamente deformada, e se admite uma idade Permiana (ALESSANDRETTI, 2012).

A cobertura sedimentar é formada por depósitos maduros de plataforma clástica marinha de idade Ordoviciano a Devoniano Superior. Sobre este, em discordância angular, há depósitos neopaleozoicos com influência de episódios glaciais e marinhos que ocorreram até o Permiano Inferior, e sobre estes, mais no topo da sequência, sedimentos depósitos sinorogênicos de origem continental com indícios de registros vulcanoclásticos e tufos ácidos vindo da porção sul (FOLGAR *et al.*, 2001).

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro Três Picos é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 270, valor educativo 290, e valor turístico 295. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 140, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 425 é a médio prazo.

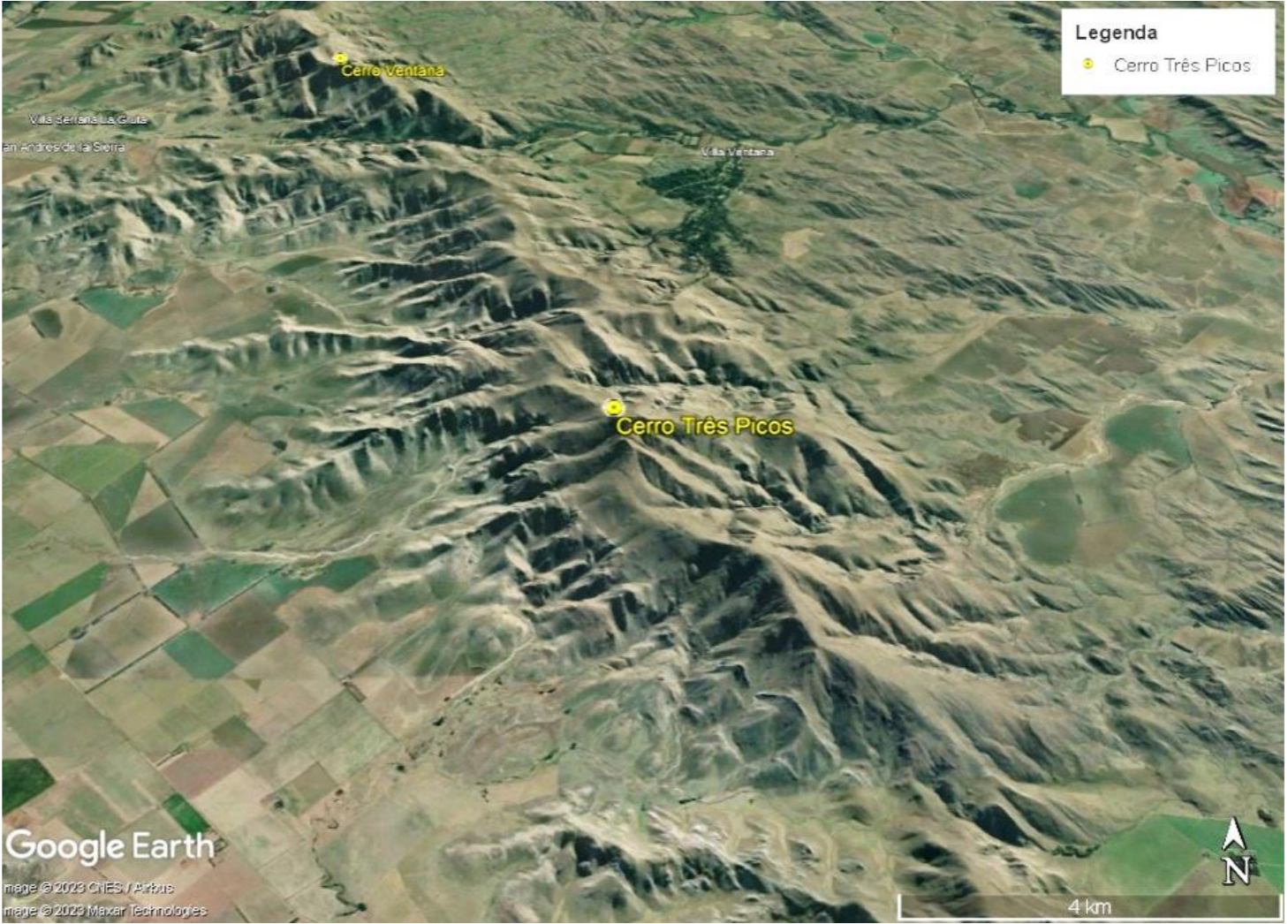

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro Três Picos <i>La mayor elevación de toda la provincia de Buenos Aires e de la Pampa húmeda</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -38.157954°/Long.: -61.953274 A 5 quilômetros do centro da Villa Ventana a partir da base do cerro. A Villa Ventana fica a 500 quilômetros do centro do distrito federal de Buenos Aires.		
Geologia	Granitos e diabásios de idade Proterozoica Superior e riolitos formados entre a era Paleozoica e o período Triássico (Mesozoico).		
Relevo	Serrano, e no entorno extensos campos variando de planos a suave ondulado.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 59 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro Três Picos.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Sierras (2023).

5.3.2 GEOSSÍTIO CERRO VENTANA

O geossítio Cerro Ventana tem altitude de 1 134 metros, fica localizado dentro do Parque Provincial Ernesto Tornquist e recebeu esta denominação devido à grande cavidade no topo em forma de janela na rocha, através do qual se pode observar a maior parte da Sierra de La Ventana. Tem como classificação temática principal a geomorfologia. É o terceiro cume mais alto do sistema serrano de Ventania, e, devido a esta cavidade rochosa, em 1959 foi declarado como monumento natural.

O acesso para o cerro Ventana ocorre pela rota 76, e a base da montanha fica a aproximadamente 8 quilômetros da Villa Ventana. Dentro dos limites do Parque Provincial, há a reserva natural restrita e o monumento natural Ernesto Tornquist, com superfície total de 6.718 hectares, criado pela lei provincial nº 5421/1958.

Esta área de proteção foi criada com a função de proteger bacias hidrográficas, conservar estes reservatórios de água e preservar o ecossistema de pastagens de montanha, denominado localmente de pastizal serrano, do sistema serrano Ventania. Existem na área do parque importantes sítios arqueológicos e geológicos únicos, e, associada a este ambiente, uma rica fauna e flora específicas deste tipo de ambiente.

O Parque Provincial Ernesto Tornquist está localizado no centro do Sistema Ventania, definido como um cordão orográfico na forma de um arco noroeste-sul, também chamado de Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Estende-se por 180 quilômetros e tem 50 quilômetros de largura. Estes sistemas serranos cobrem uma área de aproximadamente 480 mil hectares, sendo formado por três cordilheiras principais: Sierras de la Ventana, Sierras de las Tunas e Sierras de Pillahuincó. Associados a esta estrutura geomorfológica, temos quatro sistemas montanhosos menores conhecidos: Sierras de Curamalal, Cordilheiras Bravard, Cordilheiras Puan e Cordilheiras Chasicó (CAMPO et al., 2012).

A geologia da área do cerro Ventana fica posicionada na zona central do Sistema Sierra de La Ventana, e tem sido muito estudada desde o início do século XIX.

Um dos pioneiros foi o naturalista Charles Darwin, que, no ano de 1833, explorou esta região e observou o contraste entre o relevo serrano e extensa área plana, onde predominava a exposição de uma quantidade expressiva de rochas quartzíticas cercada por amplas planícies formadas por depósitos sedimentares (ALESSANDRETTI, 2012).

Segundo Alessandretti (2012), a Sierra de La Ventana é definida como um cinturão de dobramentos e cavalgamentos formado por dois grupos de rochas, as do embasamento com idades Neoproterozoica-Cambriana, e a sucessão sedimentar de idade Paleozoica, estrutura tectônica circundada por formações rochosas de idade Terciária e depósitos sedimentares de idade Quaternária.

Os afloramentos são compostos por rochas metaígneas e ígneas plutônicas e vulcânicas com idades variando do Neoproterozoico ao Cambriano, recobertos por uma sequência sedimentar de idade Paleozoica dividida em três grupos: na base, uma sucessão sedimentar de plataforma são quartzitos intercalados com metaconglomerados basais e ardósias/filitos, seguida de sedimentos de plataforma estável formados por metaconglomerados, quartzitos e quartzitos homogêneos, filitos e ardósias intercalados por quartzitos.

E no topo da sequência são depósitos glaciomarinhas com ocorrência de metadiamicrito com meta-arenito e metapelitos intercalados. Estas sequências sedimentares têm idade aproximada entre 544 a 274 Ma, e foram originadas entre os períodos Cambriano e Permiano (DE PAULA, 2014).

Na sua maior parte, o maciço rochoso é formado por rochas quartzíticas, onde os movimentos tectônicos, associados aos efeitos erosivos, criaram uma morfologia caracterizada por encostas íngremes, aberturas transversais ao alongamento das montanhas e colinas. Estas rochas apresentam-se completamente quebradas e fraturadas (CAMPO *et al.*, 2012).

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro Ventana é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 340, valor educativo 260, e valor turístico 265. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 100, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 388 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro Ventana Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -38.157954°/Long.: -61.953274° Localizado a 8 quilômetros a norte da Villa Ventana. Acesso pela rota 76.</p>		
Geologia	Granitos e riolitos milonitizados de idade Neoproterozoica a Cambriana.		
Relevo	Serrano e no entorno extensos campos variando de planos a suave ondulado.		
Temática	Geomorfologia		

Figura 60 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro Ventana.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Argentina (2023a).

5.3.3 GEOSÍTIO EL CORREDOR TERMAL DEL RÍO URUGUAY

O geossítio El Corredor Termal del Río Uruguay, *Aquífero transfronteiriço, um tesouro compartilhado*, tem como classificação temática principal a hidrogeologia, sendo classificada como uma extensa região hidrogeológica pertencente ao Sistema Aquífero Guarani. Parte deste sistema fica na província de Entre Rios. Estas águas subterrâneas vêm sendo utilizadas, após a perfuração de poços profundos instalados na década de 1990, em balneários turísticos como águas termais para uso recreativo e medicinal.

O ponto de referência é a cidade Gualeguaychú, por ser esta localidade a porta de entrada do corredor termal e por ter sido a primeira a instalar um complexo termal na região para fins recreativos e hidroterapia. O geossítio fica localizado a aproximadamente 8 quilômetros a oeste do centro da cidade, deslocando-se pela rota nº 16, e depois 7 quilômetros, sentido norte, via rota nº 14 km 64.

Existem doze cidades que tem balneários com uso das águas termais do aquífero Guarani que são La Paz, Chajari, Federacion, Concordia, Maria Grande, Paraná, Villaguay; contudo, estas cinco é que estão dentro dos limites do bioma Pampa: San José, Vila Elisa, Basavilbaso, Colon e Gualeguaychú.

O relevo no entorno do balneário Termas del Guaychú é formado por uma extensa planície poligênica, que é um conjunto de planícies de várias origens dominadas por processos erosivos e/ou deposicionais, e que fica dentro da Reserva Natural Privada Termas del Guaychú. A província de Entre Rios fica na denominada mesopotâmia argentina por estar entre estes dois rios, o Paraná e o Uruguai.

As águas subterrâneas estão confinadas nos arenitos Botucatu, de origem eólica, originadas no período Jurássico. A formação Botucatu é coberta por espessas camadas de rochas basálticas da formação Serra Geral, de idade Jurocretáceo, proporcionando um amplo grau de confinamento ao sistema aquífero Guarani.

Na província de Entre Rios, a água é extraída através de poços com profundidade média de mil metros. A pressão de ressurgência permite que a água aflore naturalmente da profundidade em alguns casos e emerja na superfície sem necessidade de bombeamento. No ano de 2004 foi explorado mais de 1 milhão de metros cúbicos de água termal (TUJCHNEIDER *et al.*, 2008).

Os complexos termais desta província hidrogeológica apresentam água com baixa salinidade e temperatura, com valores entre 38° e 85° Celsius. Devido a estas propriedades, os balneários receberam a visita de mais de um milhão de pessoas por ano, sendo uma atividade turística com destacada importância na economia da Argentina.

Segundo o aplicativo *Geossit*, El Corredor Termal del Río Uruguay é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 200, valor educativo 245, e valor turístico 215. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 215, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio, obteve o valor 215, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 435 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	<p>El Corredor Termal del Río Uruguay <i>Acuífero transfronterizo um tesouro compartilhado</i> Geossítio</p>		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -32.971449°/Long.: -58.594228° Localizada a 8 quilômetros a oeste de Gualeguaychú, deslocando-se pela rota nº 16 depois a 7 quilômetros, sentido norte, via rota nº 14 no km 64.</p>		
Geologia	<p>Arenito Botucatu cobertas por basaltos de idade Jurocretácea. Estes arenitos armazenam águas com propriedades termais provenientes do Aquífero Guaraní.</p>		
Relevo	<p>Planícies poligênicas</p>		
Temática	<p>Hidrogeologia</p>		

Figura 61 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio El Corredor Termal del Río Uruguay.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps.
 Fotografia: Gualeguaychú (2023).

5.3.4 GEOSSÍTIO LA COSTA ENTRERRIANA DEL RÍO PARANÁ

O geossítio La Costa Entrerriana del Paraná fica localizado na margem oriental do rio Paraná. São 12 afloramentos distribuídos por cerca de 200 quilômetros, entre as localidades de La Paz, no rio Guayquiraró, e Diamante, na localidade La Azotea, no quadrante oeste da província de Entre Rios. O afloramento na localidade La Azotea é o ponto de referência por estar dentro dos limites do bioma Pampa e tem como classificação temática principal a estratigrafia, e, como secundária, a paleoambiental sendo considerado pelos geocientistas *Um compendio de história natural*.

O acesso é pela cidade de Diamante, deslocando-se 4 quilômetros no sentido ao sul pela rota nº 11, mais precisamente no sentido à entrada do Parque Nacional Pré-Delta. O relevo no entorno da localidade de La Azotea é uma extensa área com gênese fluvial e uma zona de interflúvios na foz do arroio com muitas ilhas, córregos, deltas e pequenas lagunas. A província de Entre Rios fica na denominada mesopotâmia argentina, entre os rios Paraná e Uruguai. Os taludes fluviais localizados na margem leste do Rio Paraná contam, por meio dos estratos sedimentares, a história geológica da região desde o Miocénico Médio até o Holoceno da era Cenozoica. Os estratos sedimentares compostos por loess, argilas, silte, siltitos, calcários, areias fossilíferas e arenitos mostram a evolução geológica da região, onde as camadas posicionadas na base do perfil são de origem marinha e as deposições atuais de origem eólica e fluviais, que ficam na porção medial até o topo do perfil estratigráfico que estão recobertos por níveis de solos e camada de solos atuais. Os depósitos sedimentares de composição arenosa que surgem em vários pontos ao longo das margens do rio Paraná contêm fósseis da antiga fauna que vivia nesta região, e estudos bigeográficos mostram as condições climáticas pretéritas e das paisagens que antigamente dominavam a região, revelando a história geológica ocorrida nos últimos 10,5 milhões de anos na época miocênica média (BERTOLINI *et al.*, 2008).

Segundo o aplicativo *Geossit*, a La Costa Entrerriana del Rio Paraná é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 200, valor educativo 245, e valor turístico 185. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 275, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 435 é a médio prazo


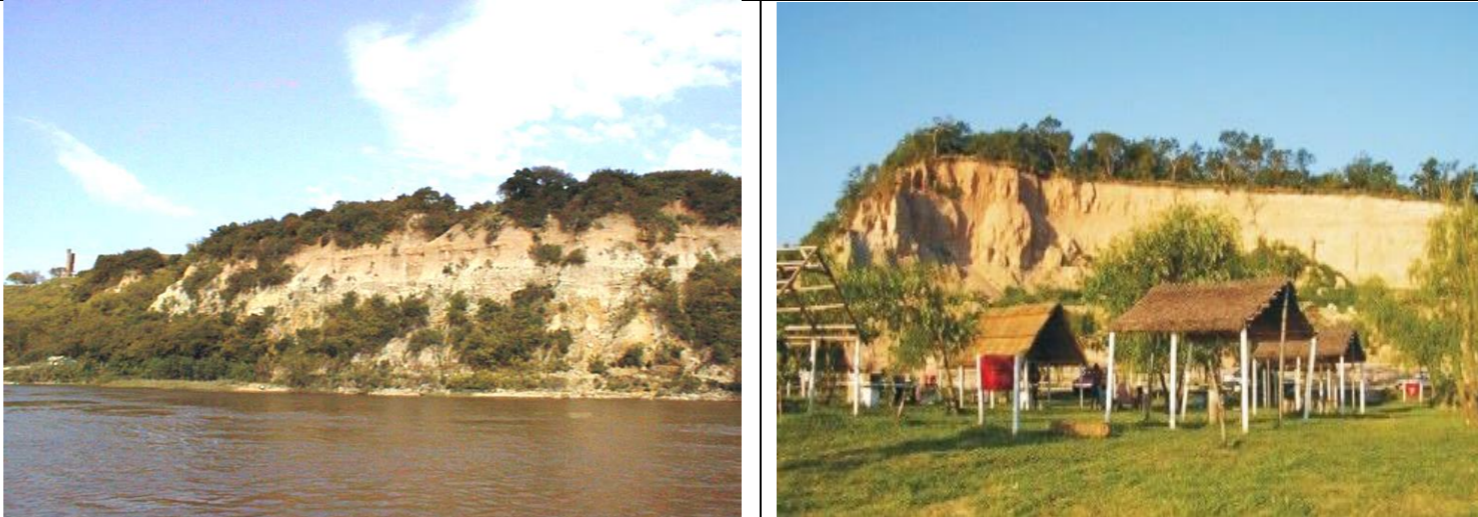
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	La Costa Entrerriana del Río Paraná <i>Um compendio de história natural</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -32.102708°/Long.: -60.646032° A 4 km ao sul da cidade de Diamante pela rota nº 11, no sentido à entrada do Parque Nacional Pré-Delta.		
Geologia	Estratos sedimentares compostos por loess, argilas, siltitos, calcários e arenitos do período Miocênico Médio (10,5 Ma AP) até o Holoceno da era Cenozoica.		
Relevo	Zona de interflúvios, foz do arroio La Azotea com muitas ilhas, córregos, deltas e pequenas lagunas.		
Temática	Estratigrafia e Paleoambiental		

Figura 62 – Imagem de satélite e fotografias de dois afloramentos La Toma Vieja e Valle Maria do geossítio La Costa Entrerriana del Río Paraná.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Bertolini *et al.* (2008).

5.3.5 GEOSÍTIO LAS BARRANCAS BONAERENSES DEL RIO PARANÁ

O geossítio Las Barrancas Bonaerenses del rio Paraná é um conjunto de afloramentos situados na margem direita do rio Paraná e que se estende desde San Nicolás de los Arroyos até o sul de Campana, cidades situadas na Província de Buenos Aires, ao norte da capital Buenos Aires. O ponto de descrição fica às margens da localidade de Obligado, dentro dos limites do Parque Histórico Natural Vuleta de Obligado, e tem como classificação temática principal a paleontologia, e como secundária, a espeleologia sendo considerado como *Um escalón la llanura*.

O acesso é pela rota nº 9. Partindo de Buenos Aires, são aproximadamente 200 quilômetros de extensão, onde existem seis localidades: Campana, Zárate, Baradero, San Pedro, Ramallo e San Nicolás de los Arroyos, onde se pode observar, nas margens do rio Paraná, as ravinas associadas a uma extensa planície fluvial pampeana.

O relevo da região do geossítio, na localidade de Obligado, mostra um conjunto de ravinas na margem direita do rio Paraná, e estas formam uma faixa de várias centenas de quilômetros que começa no centro-sul da província de Santa Fé e se estende até a cidade de Buenos Aires, terminando no Parque Lezama.

São planícies de loess e, na porção mais continental, de cinza vulcânica, que está associada à planície aluvial e suas geoformas, como falésias, interflúvios, meandros, ilhas e lagunas de origem fluvial. Nas margens do rio Paraná, ocorrem perfis com 15 metros de altura entre San Nicolás e Campana (VOGLINO, 2008).

As ravinas originaram-se por meio de processos erosivos costeiros e da influência marcante das transgressões e regressões marinhas do Holoceno e do final do Pleistoceno. Atualmente, a maioria destas ravinas consiste numa paleofalésia. São erosões que mostram perfis formados por sedimentos depositados pelos ventos e que se originaram durante o Pleistoceno por processos vulcano-piroclásticos e criogênicos, embora depósitos de origem fluvial também tenham participado de sua formação.

Estas formações são muitas vezes referidas como “sedimentos dos pampas”, compostos por loess, lodos, areias finas, vitroclastos e numerosas concreções de carbonato de cálcio. Estes sedimentos encontram-se depositados sobre rochas metamórficas e plutônicas do período Pré-cambriano.

Nestes perfis estratigráficos, segundo Voglino e Pardinãs (2005), podem-se observar a presença de dez unidades sedimentares principais, reconhecidas com base em sua litologia e conteúdo paleontológico, além de níveis de cinzas vulcânicas, crotovinas – cavernas que foram preenchidas por sedimentos – e depósitos originados em antigas lagoas e canais.

Ocorrem na base destes perfis estratigráficos níveis de sedimentos com indícios de material paleontológico de mamíferos extintos e a presença de antigas bacias e cavernas de megamamíferos do Pleistoceno.

Na região destes afloramentos que compõem o geossítio, existem aproximadamente 20 cavernas, segundo Voglino e Lipps (2003), como a cova de La Salamanca, localizada em Obligado.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Las Barrancas Bonaerenses del Río Paraná é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 205, valor educativo 210, e valor turístico 195. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 255, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 458 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Las Barrancas Bonaerenses del Rio Paraná <i>Um escalón la llanura</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -33.597752°/Long.: -59.808018° A 170 km ao norte da cidade de Buenos Aires, às margens do rio Paraná dentro do Parque Histórico Vuelta de Obligado, na localidade de Obligado.		
Geologia	Depósitos sedimentares de origem marinha, lagunar, fluvial e loess originadas no final do Pleistoceno, estendendo-se até o Holoceno.		
Relevo	Extensas planícies de loess formada por cinza vulcânica a oeste na porção continental associadas à planície aluvial e suas geoformas como falésias, interflúvios, meandros, ilhas e lagunas de origem fluvial.		
Temática	Paleontologia e Espeleologia		

Figura 63 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Las Barrancas Bonaerenses del Río Paraná na localidade de Obligado.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Voglino (2008).

5.3.6 GEOSSÍTIO LOS ACANTILADOS DE CHAPADMALAL

O geossítio Los Acantilados de Chapadmalal é uma zona costeira formada por falésias com extensão aproximada de 30 quilômetros a partir da cidade de Mar del Plata, sentido sul, até próximo a Miramare.

Tem como classificação temática principal a estratigrafia, e como secundária, a paleontologia sendo considerado pelos geocientistas *Um Libro sobre la historias geológica de la región Pampeana*.

O local selecionado é a Barranca de Los Lobos, que fica aproximadamente a 18 quilômetros ao sul do centro de Mar del Plata, deslocando-se pela rota provincial nº 11.

O relevo característico do geossítio são as extensas planícies pampeanas na porção continental. Já no limite com o oceano Atlântico, apresenta imponentes falésias marítimas geradas por intensos processos erosivos marinhos devido ao impacto das ondas que escavam a base destas ravinas.

No entorno desta região, ocorrem praias extensas com pequenas enseadas, lagoas, arroios com pequenas áreas baixas e alagadas em suas margens.

A geologia da área foi descrita com a observação dos perfis estratigráficos formados pelas falésias. Estas formações sedimentares revelam o passado geológico dos Pampas.

Destacados pesquisadores das geociências argentinas realizaram levantamentos e investigações que contam a história geológica da região dos Pampas durante os últimos 4 a 5 milhões de anos com a descoberta de importantes registros fósseis. Trata-se de uma evolução geológica que ocorreu durante os períodos do Plioceno, Pleistoceno e Holoceno.

As falésias são formadas por depósitos de loess, que são partículas de rochas vulcânicas de origem andina que foram transportadas pelo vento para a região dos Pampas e retrabalhadas em ambientes de rios e arroios, e por sedimentos finos do tipo silte arenosos e argilosos, bem como por acumulações calcárias esbranquiçadas e por restos fósseis de vertebrados.

A região de Chapadmalal é considerada uma importante jazida fossilífera, onde se podem encontrar fósseis de mamíferos, como marsupiais, com idade estimada entre 5 a 3,2 Ma (ZÁRATE *et al.*, 2008).

Nas falésias podem-se encontrar inúmeras grutas e galerias repletas de sedimentos, possivelmente construídas por vários animais que habitavam a região.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Los Acantilados de Chapadmalal é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 265, valor educativo 245, e valor turístico 230.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 285, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 458 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Los Acantilados de Chapadmalal <i>Um Libro sobre la historias geológica de la región pampeana</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat -38.139646°/Long.: -57.608278° Localizada a 18 km ao sul de Mar del Plata pela rota nº 11.		
Geologia	Depósitos de loess, silte arenosos e argilosos com acumulações calcárias esbranquiçadas e restos fósseis de vertebrados		
Relevo	Planícies pampeanas associadas com extensas falésias.		
Temática	Estratigrafia e Paleontologia		

Figura 64 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Los Acantilados de Chapadmalal.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Zárate *et al.* (2008).

5.3.7 GEOSÍTIO RIO DE LA PLATA Y DELTA DEL PARANÁ

O geossítio rio de La Plata e o Delta del Paraná é uma extensa área fluvial deltaica com aproximadamente 58.900 quilômetros quadrados associada aos ambientes circundantes, como as planícies costeiras do leste de Buenos Aires e as planícies poligênicas do sul de Entre Rios. Tem como classificação temática principal a estratigrafia, e como secundária, o ambiente marinho, e segundo J. L. Borges deve-se *Mirar el río hecho de tempo y agua*.

A sua evolução foi condicionada pelas migrações da costa produzidas pelas subidas e descidas do nível do mar em condições particulares de dinâmica climática, oceanográfica e sedimentar. Durante o último recuo do mar, que começou há 6 mil anos, o mar passou de uma posição localizada a cerca de 6 metros acima da atual, inundando todas as áreas costeiras, e depois retornou para o nível atual (VIOLANTE *et al.*, 2008).

A geologia desta imensa área deltaica e fluvial apresenta extensos depósitos superficiais de sedimentos inconsolidados que são formados por areia, cascalho e bioclastos. Os bioclastos são os cordões marinhos associados a um ambiente estuarino da fase regressiva.

Ocorrem campos de dunas de formato barcanóide e transversais, localizado na porção central do delta, composto por areias finas bioclásticas e/ou quartzosas bem selecionadas.

A planície deltaica apresenta fácies arenosas finas e argilas de origem marinha, e contém intercalações bioclásticas e camadas de silte e lodo arenoso com laminações cruzadas. Já nas planícies continentais, ocorrem depósitos de siltes arenosos, com níveis de calcretes e paleossolos.

Os processos de transgressão e regressão marinha ocorridos entre as épocas pleistocênica superior e holocênica (120 mil e 6 mil anos) condicionaram a geologia, hidrologia, solos, biogeografia e ecologia da região, dando-lhe a sua configuração e aparência paisagística atual.

O Rio da Prata e o Delta do Paraná são áreas geográficas sensíveis ambientalmente, sendo muito vulneráveis a mudanças naturais e a atividades antrópicas, como a ocupação intensa por empreendimentos turísticos e recreativos.

As características e importância ambiental justificam sua classificação como sítio de interesse geológico, promovendo o seu uso para fins científicos, educativos e culturais. Assim o conhecimento da sua evolução geológica recente será fundamental para a conservação, proteção e gestão sustentável e racional dos seus recursos (VIOLANTE *et al.*, 2008).

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Rio de La Plata y Delta del Paraná é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 220, valor educativo 290, e valor turístico 265.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 320, sendo classificado como um geossítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 578 é a curto prazo.


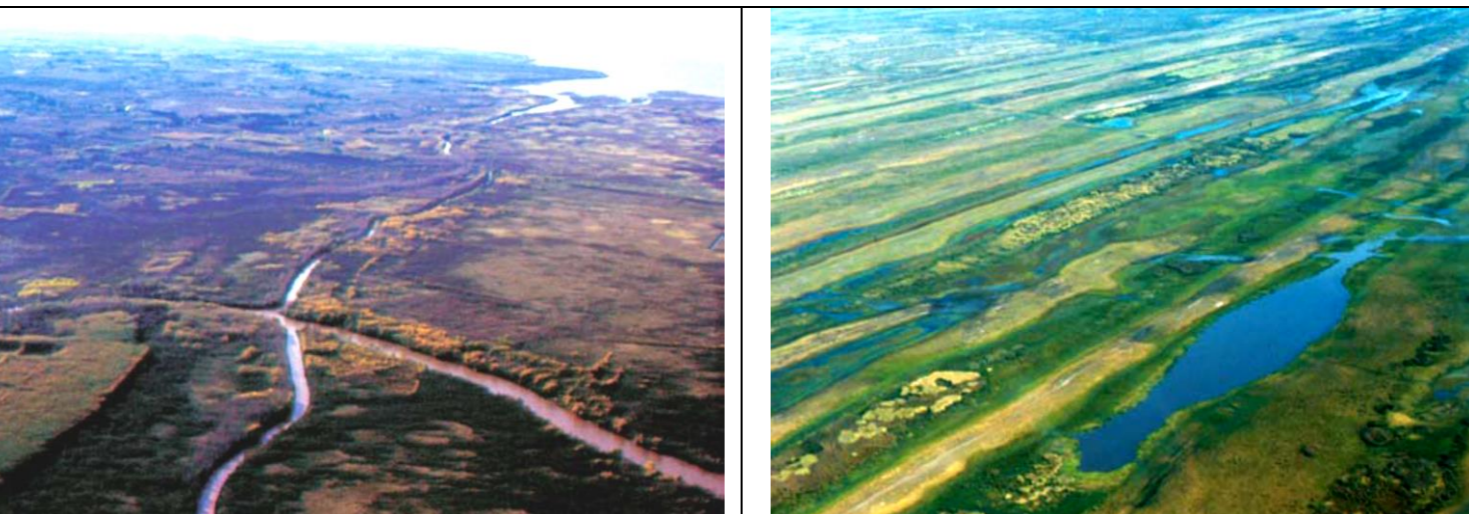
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Rio de La Plata y Delta del Paraná <i>Mirar el ríohecho de tempo y agua...</i> J. L. Borges Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -34.258408°/Long.: -58.718920° A norte da província de Buenos Aires.		
Geologia	Depósitos sedimentares inconsolidados continentais, fluviais e marinhos com idade Pleistocênica Superior a Holocênica.		
Relevo	Planícies fluviais e costeiras associadas a ambientes deltaicos subaéreos.		
Temática	Estratigrafia e Ambiente Marinho		

Figura 65 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Rio de La Plata y Delta del Paraná.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Violante *et al.* (2008).

5.3.8 GEOSSÍTIO TANDILIA

O geossítio Tandilia fica localizado a 30 quilômetros da cidade de Azul, sentido sudeste à cidade de Tandil, deslocando-se pela rota nº 226, que faz parte da denominada serra setentrional da Província de Buenos Aires. Tem como classificação temática principal a paleontologia, e como secundária, a Geomineração sendo considerado *La rocas y los fósiles más antiguos dela Argentina*.

A província de Buenos Aires tem seu relevo formado por uma longa planície que é interrompida pelo surgimento das cadeias montanhosas de Tandilia e Ventania. É uma região entre montanhas que compõe o chamado “*Buenos Aires Positivo*” (CINGOLANI, 2008).

A região de Tandilia apresenta uma paisagem atraente por apresentar formas particulares esculpidas pela erosão nestas rochas, e em sua cobertura sedimentar são encontrados vestígios fósseis de microrganismos e estruturas que são dos seres mais primitivos registrados em território nacional. Por isso é classificada como um local de interesse geológico (LIG).

Nesta região ocorrem inúmeros sítios que registram a presença das rochas mais antigas do país, cuja origem remonta a pelo menos 2,2 milhões de anos do Pré-cambriano Médio, e sobre as quais se encontram camadas de rochas sedimentares que abrigam os fósseis mais primitivos da Argentina.

São rochas do complexo ígneo-metamórfico de médio a alto grau formado por granitos, granodioritos, gnaisses, anfíbolitos, xisto e mármore e migmatitos.

Nas rochas sedimentares de idade entre 900 e 700 Ma antes do presente, no Pré-cambriano Superior, ocorreu deposição de areias, e, com a precipitação de grande quantidade de carbonato de cálcio, essa deposição originou rochas calcárias. Além disso, devido à proliferação de algas e bactérias, formaram-se estruturas do tipo estromatólitos, que são classificados como os fósseis mais antigos da Argentina.

A região de Tandilia, desde o século XIX, é considerada um importante distrito mineiro, com a maior produção de rochas da Argentina – produzindo blocos de granito, dolomitos, quartzitos, calcário e cal – cuja parte é exportada (CINGOLANI, 2008).

Por serem importantes afloramentos rochosos com registros que contam parte da história evolutiva da Terra, são verdadeiros “documentos naturais” do mundo geológico-paleontológico, e pelo seu inestimável valor cultural e didático, devem ser preservados como patrimônio da humanidade.

Segundo o aplicativo *Geossit*, Tandilia é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 225, valor educativo 240, e valor turístico 215.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 180, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 407 é a médio prazo.

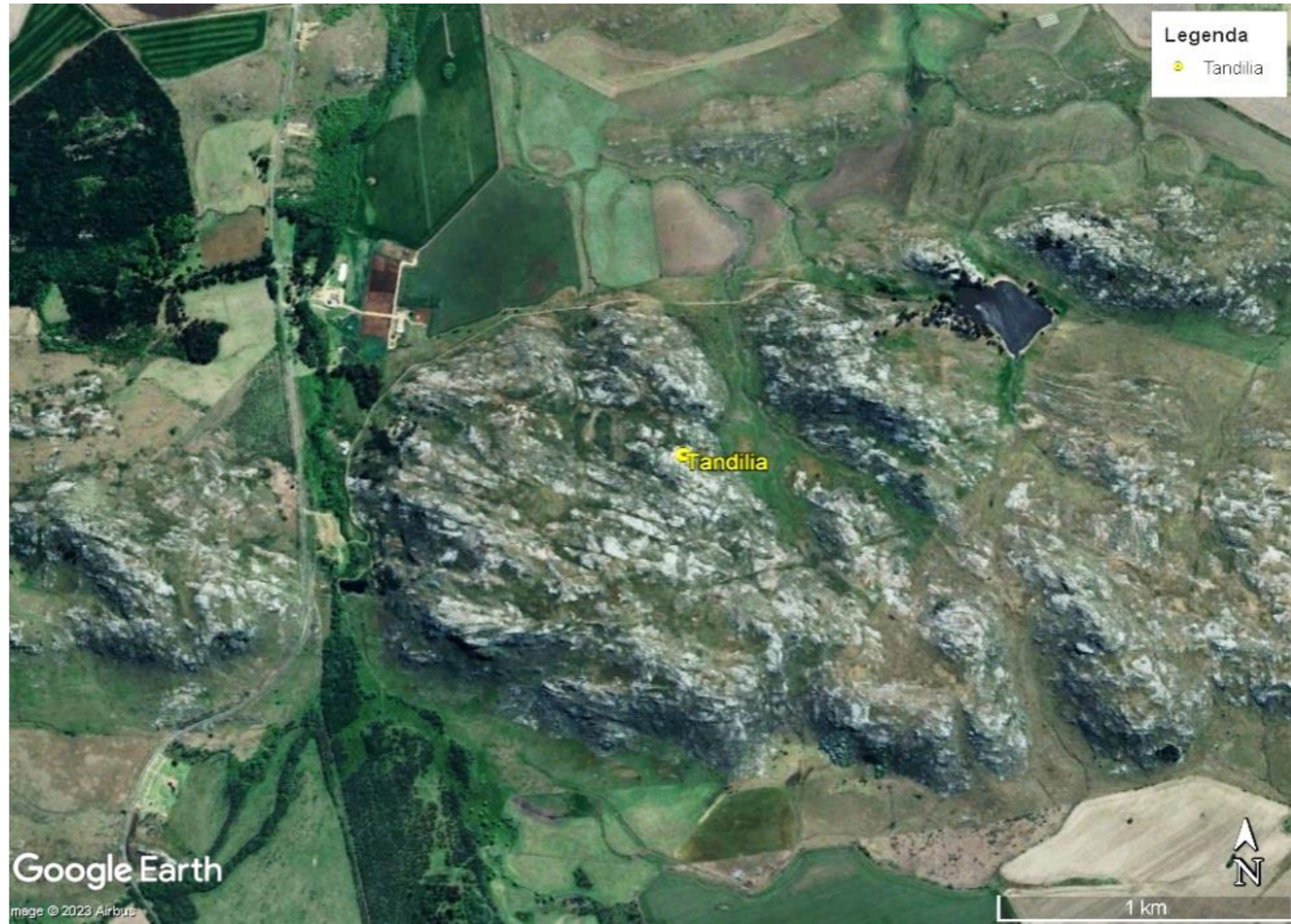

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Tandilia <i>La rocas y los fósiles más antiguos dela Argentina</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -37.058969°/Long.: -59.741870° Na provincia de Buenos Aires, a 30 km a sudeste da cidade de Azul pela rota nº 226, no sentido a Tandil.		
Geologia	Rochas ígneas e metamórficas com coberturas sedimentares antigas do período Pré- cambirano Médio a Superior (2,2 Ma-700 Ma AP).		
Relevo	Forte ondulado do tipo serra escarpada		
Temática	Paleontologia e Geomineração		

Figura 66 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Tandilia.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Cingolani (2008).

5.3.9 GEOSÍTIO YACIMIENTO PALEOICNOLÓGICO DE PEHUEN-CO

O geossítio Yacimiento Paleoicnológico fica a 8 quilômetros da cidade litorânea de Pehuen Co, emprestando o nome a este sítio, que fica localizado na costa atlântica a sudoeste da província de Buenos Aires.

Há dois acessos para este geossítio: pela cidade de Monte Hermoso, mais ao norte, pela rodovia nº 78, ou por Pehuen-Co, ao sul, pela rota nº 113.

O geossítio possui uma extensão de mais de 3 quilômetros ao longo da praia, onde afloram rochas de origem sedimentar formadas no final do Pleistoceno. Estes lajeados apresentam numerosas pegadas fósseis muito bem preservadas e, por essas características, têm como classificação temática principal a paleontologia, e como secundária, a estratigrafia e segundo os geocientista como *Un Patrimonio Natural em Peligro*.

O sítio geológico fica a cerca de mil metros a leste do centro do balneário. Foi descoberto em outubro de 1986, após uma tempestade de placas de rochas sedimentares que ficaram expostas na faixa de areia da praia.

Estas rochas sedimentares são siltitos, arenitos e diamictitos que ficaram expostos ao longo da costa por mais de 3 mil metros, com idade aproximada de 12 mil anos. Nesta época pleistocênica, o nível do mar estava mais baixo, de modo que a linha de costa estava em uma posição diferente da atual.

Era um ambiente de transição formado por lagoas temporárias, sendo um ecossistema propício para aves e mamíferos buscarem abrigo e alimentação.

Estes animais, inclusive, ao pisarem na lama das margens destes corpos d'água, deixavam suas pegadas impressas.

As camadas de lamas sofreram processos geológicos de litificação, transformando-se em rochas sedimentares do tipo limoníticos e diamictitos, e nelas ficaram o registro de numerosas pegadas, o que torna este afloramento de muito valor científico para pesquisadores em nível mundial.

O geossítio corre riscos de danificação por questões ambientais, como o processo de erosão marinha e pela atividade antrópica pela urbanização desordenada em áreas litorâneas (BIANCO *et al.*, 2008).

Nesta região já existem importantes estratégias de geoconservação, como a criação da Reserva Geológica, paleontológica e Arqueológica Pehuen Có-Monte Hermoso, importante para a preservação das pegadas e dos fósseis, e mais ao sul, próximo a Bahía Blanca, existe a Reserva Natural de la Defensa Baterías Charles Darwin para conservar recursos paleontológicos, arqueológicos, históricos e culturais, com mil hectares, declarada local importante para a conservação de aves.

Entre 1832 e 1833, no chamado Monte Hermoso Street, o famoso naturalista inglês Charles Darwin realizou importantes descobertas para embasar a teoria da evolução.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 320, valor educativo 220, e valor turístico 235.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 280, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 407 é a médio prazo.

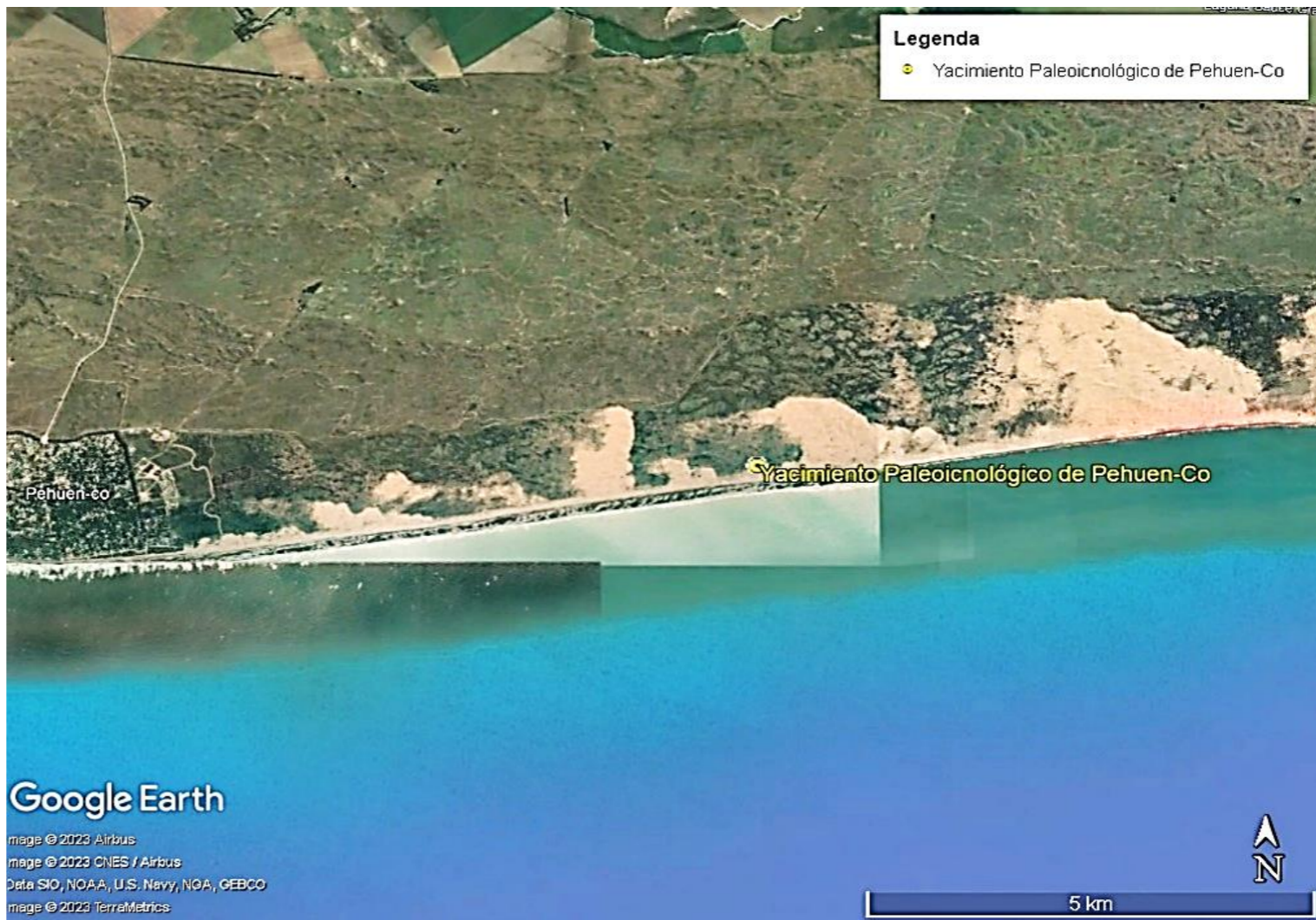

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co <i>Un Patrimonio Natural em Peligro</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -38.993718°/Long.: -61.458909° A 8 km de Pehuen Co, pela rota nº 113, ou acesso ao norte pela rota nº78, pela cidade Monte Hermoso.		
Geologia	Rochas sedimentares formada por arenitos, argilitos e pelitos e depósitos inconsolidados composto por rochas conglomeráticas arenosas e pelíticas de idade variando do Miocêno superior ao Holocênico.		
Relevo	Planície marinha associada a terraços marinhos e cordões arenosos.		
Temática	Paleontologia e Estratigrafia		

Figura 67 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Bianco *et al.* (2008)

5.4 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO URUGUAI

No Uruguai, todo o território nacional está sob o domínio do bioma Pampa. Nesse país, uma importante iniciativa na área da geoconservação obteve apoio da Faculdade de Ciência da Universidade de La Republica da Intendência Municipal de Flores, dos setores público e privado e, o mais valioso, da comunidade local.

Assim, o país conquistou, junto à UNESCO, a aprovação da criação do Geopark Grutas del Palacio, localizado no Departamento de Flores, em setembro de 2013 (GIRAUDO, 2013). Parte dos geossítios do geoparque foram inventariados e publicados nos trabalhos de conclusão de curso de Geologia de Picchi (2018), Caballero (2020) e Sanguinetti (2021), e todos os 15 geossítios pertencentes ao Geopark Grutas del Palacio estão descritos no site. No ano de 2022, foram iniciados os estudos para a proposta de Geopark Minero Botucatu, localizado no norte do Uruguai, nos departamentos de Artigas, Rivera e Tacuarembó.

O Serviço Geológico do Uruguai, por meio da área de geologia da Direção Nacional de Mineração e Geologia (URUGUAY, 2023), com o apoio técnico da Universidade da Republica do Uruguai (UdelaR), e por solicitação da Associação de Serviços de Geologia e Mineração Ibero-americana (ASGMI), selecionou cinco sítios de interesse geológico representativos e com relevância internacional e nacional e que fazem parte do inventário sistemático do patrimônio geológico, o qual está em fase de execução (FARAONE, 2022).

Em pesquisa e consultas em sites de turismo sobre destinos turísticos e de belezas naturais do Uruguai, foram identificados potenciais geossítios que são pontos turísticos muito visitados no país, como Los Catalanes – Distrito Gemológico e Cerro Pan de Azúcar.

Os sítios de interesse geológico identificados como integrantes do patrimônio geológico a ser preservado foram selecionados por atenderem aos seguintes critérios: 1) possuir diferentes interesses geológicos; 2) ser reconhecido e constar na literatura científica e em trabalhos realizados pela área de geologia da DINAMIGE – o serviço geológico nacional; 3) ser representativo das grandes estruturas geológicas do Uruguai; 4) pertencer ao Geoparque Grutas del Palacio.

O número de sítios geológicos inventariados foi de 23, sendo observados estes quatro critérios, consulta junto a DINAMIGE e criteriosa pesquisa bibliográfica.

A Figura 68 mostra a distribuição espacial dos 23 geossítios e sítios da geodiversidade no território Uruguaio, cuja maior concentração fica dentro da área delimitada pelo Geoparque Grutas del Palacio, localizado no Departamento de Flores.

O Uruguai mostra a ocorrência de uma geologia muito semelhante à do Brasil, com um grande número de unidades litoestratigráficas, o que reflete na geodiversidade local. Estas duas características do meio abiótico estão diretamente relacionadas com o elevado potencial de lugares de interesse geológico que foram identificados e depois inventariados.

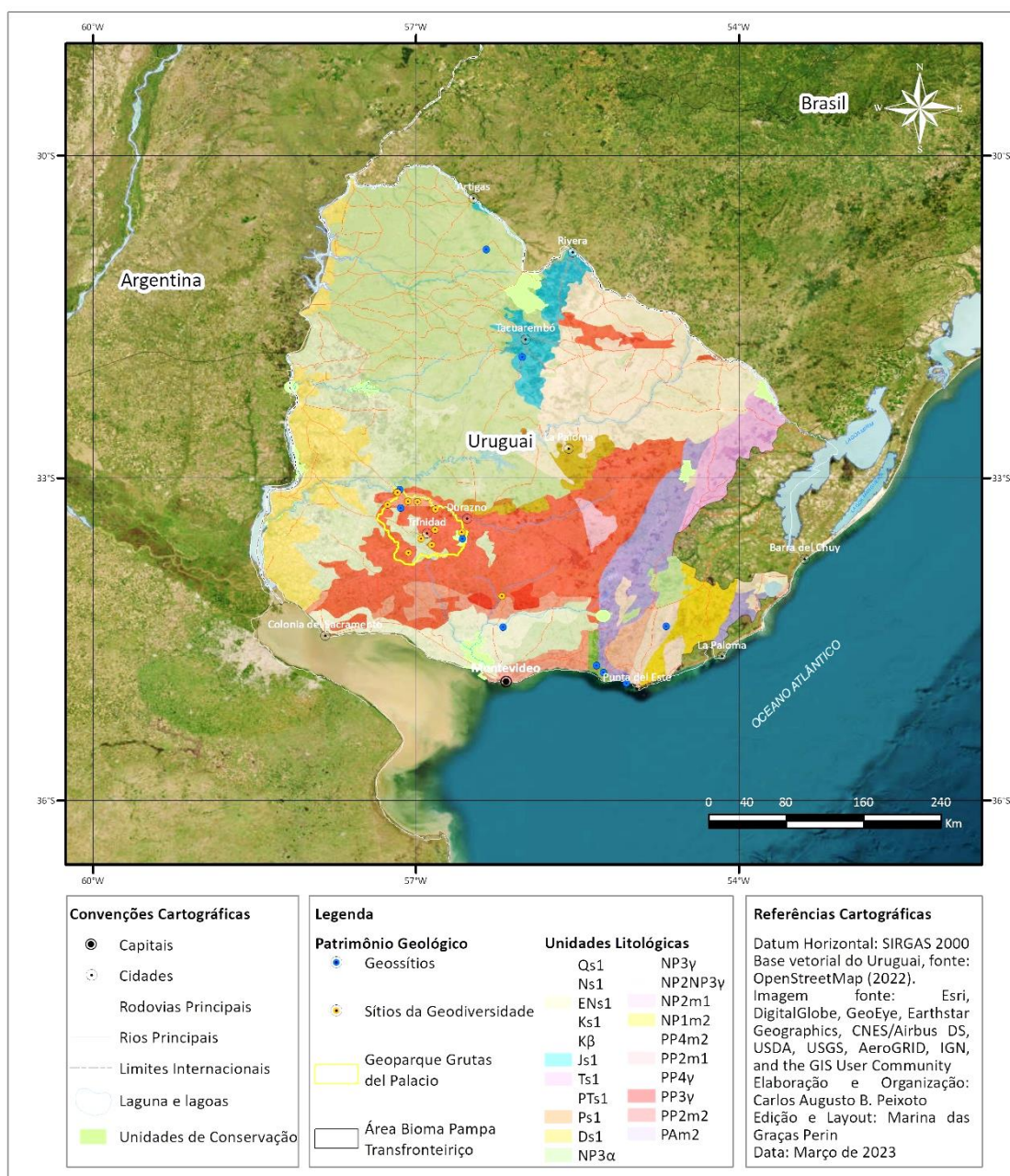


Figura 68 – Bioma Pampa Uruguaio e a posição dos geossítios e sítios da geodiversidade. Fonte: Esri® ARcMAP™ (2019) e OpenStreetMap (2022).

Os Quadros 19 e 20 mostram as denominações dos 13 sítios da geodiversidade e dos 10 geossítios identificados no Pampa Uruguaio, caso exista medida de geoconservação, como por exemplo, estar dentro dos limites de uma área de geoparque ou em uma área protegida, definida assim pelo Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) ou na sua zona de amortecimento. Do contrário, fica descrito no campo a informação “não se aplica” (NA).

A localização dos geossítios e sítios da geodiversidade será informada em coordenadas geográficas, que serão apresentadas no formato de graus decimais, com seis casas decimais, pois resulta em uma melhor precisão de menos de 1,1132 metros da Linha do Equador. Isso se deve à extensão da área de estudo. A latitude negativa mostra que essa coordenada fica posicionada ao sul da Linha do Equador, e a longitude negativa mostra que a coordenada fica posicionada a oeste do meridiano de Greenwich.

Quadro 19 – Denominação, medida de geoconservação e a localização dos sítios da geodiversidade uruguaios.

SÍTIO DA GEODIVERSIDADE	GEOPARQUE E/OU ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP)	COORDENADAS DECIMAIS	
		LATITUDE	LONGITUDE
Balneario Don Ricardo	Geoparque Grutas del Palacio	-33.481423°	-56.820721°
Canteras de Rio Negro	Geoparque Grutas del Palacio	-33.514257°	-56.565912°
Cerros Ojosmín	Geoparque Grutas del Palacio	-33.695242°	-57.069673°
Dique Gabro Chamangá	Geoparque Grutas del Palacio	-33.505128°	-56.581018°
Dique Máfico	Geoparque Grutas del Palacio	-33.624787°	-56.853405°
Falla Villasboas	Geoparque Grutas del Palacio	-33.293355°	-56.817304°
Horblendita Marincho	Geoparque Grutas del Palacio	-33.219358°	-57.071502°
Lagarto de Piedra Parque Bartolomé Hidalgo	Geoparque Grutas del Palacio	-33.134736°	-57.177960°
Las Piedras Altas	NA	-34.100182°	-56.202616°
Paso de Lugo	Geoparque Grutas del Palacio	-33.248844°	-57.262150°
Piedras Blancas	Geoparque Grutas del Palacio	-33.567284°	-56.951429°
San Martín del Yí	Geoparque Grutas del Palacio	-33.222989°	-56.986607°
Sendero de las Rocas Pérmicas Parque Bartolomeu Hidalgo	Geoparque Grutas del Palacio	-33.135468°	-57.170564°

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 20 – Denominação, medida de geoconservação e localização dos geossítios uruguaios.

GEOSSÍTIO	GEOPARQUE - ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP)	COORDENADAS DECIMAIS	
		LATITUDE	LONGITUDE
Arenales de Paso del Palmar	Geoparque Grutas del Palacio	-33.110989°	-57.148667°
Cerro Batovi	NA	-31.875619°	-56.011627°
Cerro Catedral	NA	-34.382472°	-54.674555°
Cerro de las Ánimas	NA	-34.744595°	-55.320223°
Cerro Pan de Azúcar	NA	-34.809887°	-55.257735°
Grutas del Palacio	Geoparque Grutas del Palacio Áreas Protegidas na categoria de Monumento Natural	-33.280022°	-57.142934°
Localidad Rupestre de Chamangá	Geoparque Grutas del Palacio Áreas Protegidas na categoria Paisaje Protegido	-33.564580°	-56.567459°
Los Catalanes - Distrito Gemológico	NA	-30.874762°	-56.343582°
Paso del Cuello	NA	-34.388117°	-56.187713°
Punta Ballena	NA	-34.911279°	-55.045032°

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A descrição dos geossítios será em ordem alfabética, informando a localização e forma de acesso ao sítio, tipo e padrão de relevo, descrição geológica, dados históricos, culturais e turísticos e a sua classificação patrimonial. Posteriormente, em formato de figura, serão apresentadas a imagem de satélite com a posição e duas fotografias representativas do lugar de interesse geológico.

5.4.1 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE BALNEARIO DON RICARDO

O sítio da geodiversidade Balneario Don Ricardo está localizado no centro-sul do território do geoparque, a cerca de 7 quilômetros a leste da cidade de Trinidad. Tem como classificação temática principal a sedimentologia, e como secundária, a geomineração.

Próximo ao balneário Don Ricardo, existe uma pedreira desativada com as seguintes dimensões: 350 metros de comprimento e 100 metros de largura, e entre 3 a 4 metros de profundidade, cujo material granular, denominado saibro, foi gerado por intemperismo de rocha granítica. Este saibro foi utilizado por muitos anos em obras de aterro e na manutenção de estradas rurais existentes na região.

Existem setores desta pedreira onde o acúmulo de água da chuva gerou alguns pequenos lagos rasos, que atualmente estão ocupados por espécies vegetais aquáticas e serve para abrigo e bebedouro da fauna terrestre e avifauna local.

Na pedreira aflora uma rocha granítica formada por cristais de quartzo, feldspatos brancos e biotitas, sendo classificada como um sienogranito. Este maciço granítico pertence ao Terreno Piedra Alta, com idade aproximada de 2,1 milhões de anos (Ma).

A alteração do sienogranito gerou uma cobertura de sedimentos argilosos de cor castanha, de idade quaternária, e que apresenta um bom perfil de solo negro observado no topo de uma das frentes da pedreira INCOCI (SANGUINETTI, 2021).

Um dos pontos turísticos mais interessantes, Balneario Don Ricardo, está localizado na margem direita do córrego Porongos, no entroncamento com a rota 14; recebe esse nome em reconhecimento ao Sr. Ricardo Bratschi, então proprietário do estabelecimento, que doou cinco hectares para o município de Flores.

Assim, o Conselho Departamental de Flores, por meio do decreto nº 8270, em seu artigo 1º, designa o nome "Don Ricardo" ao atual balneário artificial de Paso Calatayud, registrando esta doação sob o nº 4128 em maio de 1996.

Existe no balneário infraestrutura mantida pelo governo departamental com churrasqueiras, parador, espaço para camping e serviço de salva-vidas no verão para que os moradores locais e turistas desfrutem de seu tempo de lazer.

A montante da área, está localizada a captação de água da estação de tratamento de água da OSE (Obras Sanitárias do Estado), que produz anualmente quase 2 milhões de metros cúbicos. A água potável é consumida pela população da cidade de Trinidad.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Balneario Don Ricardo é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 155, valor educativo 190, e valor turístico 180.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 290, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 423 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Balneário Don Ricardo Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -38.993718°/Long.: -61.458909° Situado no departamento de Flores a 7 km a nordeste da cidade de Trinidad.		
Geologia	Às margens do arroio Porongos ocorrem sedimentos arenosos de idade quaternária, e, na pedreira delimitada na imagem de satélite, aflora rocha sienogranítica de idade aproximada de 2,1 Ma.		
Relevo	Plano nas margens do arroio Porongos, e no sentido à pedreira, suave ondulado a ondulado.		
Temática	Sedimentologia e Geomineração		

Figura 69 – Imagem de satélite e fotografias das margens e do lago da pedreira do geossítio Balneário Don Ricardo.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022)
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.2 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CANTERAS DE GRANITO NEGRO

O sítio da geodiversidade Canteras de Granito Negro fica localizado a aproximadamente 30 quilômetros de distância no quadrante leste-sudeste da cidade Trinidad, capital do departamento de Flores. Tem como classificação temática principal a geominação. Neste geossítio aflora este granito negro que foi explorado, e atualmente a mina encontra-se desativada desde os fins dos anos noventa. Nesta pedreira extraíam o denominado granito negro, rocha classificada como gabro ou microgabro, pertencente ao complexo basal de granitos indiferenciados formados na era Pré-Cambriana Média, com idade aproximada de 1,780 milhão de anos.

O relevo predominante é de campos com topografia variando de suave ondulado a ondulado, formados por extensas colinas, cerros, morros baixos e cristas de rochas ígneas e metamórficas. A rocha granítica era extraída em forma de grandes blocos, que foram transportados para os portos e exportados para países como Japão e outros destinos na Europa pelo potencial como rocha ornamental e pelo alto valor comercial que obtinham depois de industrializado. Nestes países, em indústrias de beneficiamento mineral, esses blocos eram laminados e, depois de polidos, apresentavam uma cor preta com brilho intenso. Estas características petrológicas qualificam esta rocha para uso em revestimento de paredes, pisos, em obras de arte e em jazigos e túmulos.

A área da pedreira desativada fica localizada na *Área Protegida de Chamangá*, pertencente ao Sistema Nacional de Áreas Naturais Protegidas (SNAP), cercada por campos naturais e que, para ser visitada, necessita de prévia autorização de seus proprietários. Este sítio pertence ao circuito de geoturismo oferecido pelo Geoparque Global da UNESCO Gruta del Palacio, onde o geoturista pode observar paisagens como a formação de pequenos lagos nas cavas deixadas pela mineração, que está associada aos campos e pradarias existentes no entorno. Na área do sítio ainda existem prédios e maquinário abandonados, como o trator utilizado na extração abandonado próximo aos grandes blocos de granito negro que estavam prontos para transporte. Segundo o aplicativo *Geossít*, as Canteras de Granito Negro são classificadas como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 175, valor educativo 195, e valor turístico 165. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 285, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 463 é a médio prazo.


Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Canteras de Granito Negro Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.514257°/Long.: -56.565912° Localizado a 30 km a leste da cidade de Trinidad Área Protegida de Chamangá		
Geologia	Rochas graníticas gabro/microgabro de idade Paleoproterozoica ($\pm 1,78$ Ma).		
Relevo	Predomínio de relevo suave ondulado, variando de forma localizada a moderadamente ondulado.		
Temática	Geomineração		

Figura 70 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cantera de Granito Negro.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.3 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE CERROS DE OJOSMÍN

O sítio da geodiversidade Cerros de Ojosmín fica localizado a aproximadamente 24 quilômetros ao sul da cidade de Trinidad, capital do departamento de Flores, deslocando-se pela rota 57. Os cerros têm como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a petrologia. Esta paisagem típica do Pampa está inserida dentro dos limites do território do Geoparque Grutas del Palacio, sendo um dos lugares de interesse geológico indicados no roteiro de visitação.

A área onde o conjunto de cerros aflora apresenta campos e pradarias com relevo variando de suave ondulado a ondulado, onde as colinas rochosas compõem com os arroios e córregos uma paisagem singular.

Os cerros são formados por grande complexidade geológica. São granitóides pós-tectônicos transamazônicos, de origem ígnea intrusiva.

É um complexo granítico formado pelos seguintes tipos: leucogranitos, granitos, granodiorito e dioritos, que foram gerados há 2 milhões de anos antes do presente (AP), no período Riácico (PICCHI, 2018).

Os Cerros de Ojosmín apresenta valor cultural, pois, segundo o Geoparque (2023), é um local de peregrinação religiosa, denominada “Caminhada da Fé”, que ocorre anualmente após a Semana Santa.

A comunidade católica das Flores percorre mais de 30 quilômetros ao longo da rota 57, saindo de Trinidad à Cruz, localizada no topo das Colinas de Ojosmín.

Os cerros apresentam também valor histórico, pois, nos tempos da colonização espanhola, as colinas estavam sob jurisdição de Montevideú.

Segundo o aplicativo *Geossit* os Cerros de Ojosmín são classificados como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 105, valor educativo 190, e valor turístico 175.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 265, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 422 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerros de Ojosmín Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.695242°/Long.: -57.069673° A 24 km da cidade de Trinidad, deslocando-se no sentido sul pela rota 57.		
Geologia	Complexo granítico formado pelos seguintes tipos: leucogranitos, granitos, granodiorito e dioritos, com idade aproximada de 2000 Ma geradas no período Riácico.		
Relevo	Conjunto de colinas e cerros originado um relevo variando de suave ondulado a ondulado.		
Temática	Geomorfologia e Petrologia		

Figura 71 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Cerros de Ojosmín.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.4 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE DIQUE MÁFICO

O sítio Dique Máfico fica localizado na estrada Juan Pablo, perto do córrego Sarandi, aproximadamente a 10 quilômetros a sudeste da cidade Trinidad.

O ambiente do sítio geológico destaca-se pelo relevo predominante de colinas, com altitudes próximas aos 100 metros, e que não superam os 120 metros. O afloramento fica às margens do córrego Sarandi. Este corpo d'água drena suas águas para o córrego Porongos, que pertence à bacia hidrográfica do rio Yí. Tem como classificação temática principal o plutonismo, e como secundária, a petrologia.

O Dique Máfico é uma estrutura geológica formada por rocha de origem magmática com pouco quartzo, com predomínio de minerais máficos, sendo denominada de gabro.

No sul do Uruguai, as rochas do embasamento cristalino são intrudidas por dezenas de diques ou veios de rochas máficas, alinhadas de forma quase paralela, posicionadas na direção nordeste-sudoeste. Estes diques ou veios possuem algumas dezenas de metros de espessura, com centenas, às vezes milhares de metros de comprimento.

Estas estruturas foram originadas devido a eventos tectônicos ocorridos a 1.780 milhões de anos antes do presente, que geraram intensos fraturamentos e falhamentos, o que permitiu o acesso de magma pobre em sílica, originando assim os diques de rochas do tipo gabro. Devido às suas características petrológicas, os diques foram explorados em pedreiras como rochas ornamentais. São os denominados "granitos pretos". Em uma amostra de mão, é possível observar que é uma rocha de cor que varia de cinza-escuro a quase preta, que possui uma abundância de minerais, como ferro e magnésio, e que, ao bater com o martelo, soa como um sino (OYHANTÇABAL *et. al.*, 2008). Associada a estas formações rochosas, surge uma vegetação arbustiva, pois, sendo uma zona de fratura, ocorrem uma maior circulação de água e a permanência de umidade.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Dique Máfico é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 190, valor educativo 170, e valor turístico 165. Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 195, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 370 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Dique Máfico Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.624787°/Long.: -56.853405° Situado a 10 km a sudeste da cidade Trinidad, junto ao arroio Sarandi.		
Geologia	Diques de Gabro do período Riácico (≈2300 a 2050 Ma).		
Relevo	Relevo suave ondulado a ondulado, campos de blocos e matacões.		
Temática	Plutonismo e Petrologia		

Figura 72 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Diques Máfico.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.5 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE FALLA DE VILLASBOAS

O sítio Falla de Villasboas fica localizado no quadrante nordeste do departamento de Flores, nas proximidades da foz do Riacho Porongos, no rio Yí, quase na fronteira com o departamento de Durazno, a aproximadamente 25 quilômetros no sentido nordeste da cidade de Trinidad. Tem como classificação temática principal a tectônica, e como secundária, a petrologia.

O relevo apresenta-se plano a suave ondulado, e fica próximo à planície de inundação existente entre a foz do arroio Porongos e o Rio Yí.

A área do afloramento da falha Villasboas faz parte de um sistema de alinhamentos de estruturas geológicas existentes nas rochas de natureza granítica e tem as seguintes dimensões: mais de 1 quilômetro de comprimento e aproximadamente 120 metros de largura, apresentando dois degraus elevados com uma subsidência central, segundo Sanguinetti (2021).

Os tipos litológicos que afloram nesta região de falhas são os granitos calcoalcalinos, os leucogranitos e os granodioritos do período Riácico, com idades variando entre 2,3 a 2,05 milhões de anos (URUGUAY, 2023).

O sítio geológico fica dentro de uma área acidentada e de difícil acesso, mas tem valor científico e também valor cultural, por estar perto de locais históricos, como “*La Tapera de Fondar*”, sendo assim mais utilizado para atividades de investigação científica e para trabalhos de levantamento de campo pelos estudantes do curso de Geologia.

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Falla de Vilasboas é classificada como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 190, valor educativo 195, e valor turístico 180.

Na avaliação de risco de degradação obteve o valor 155, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 342 é a médio prazo.

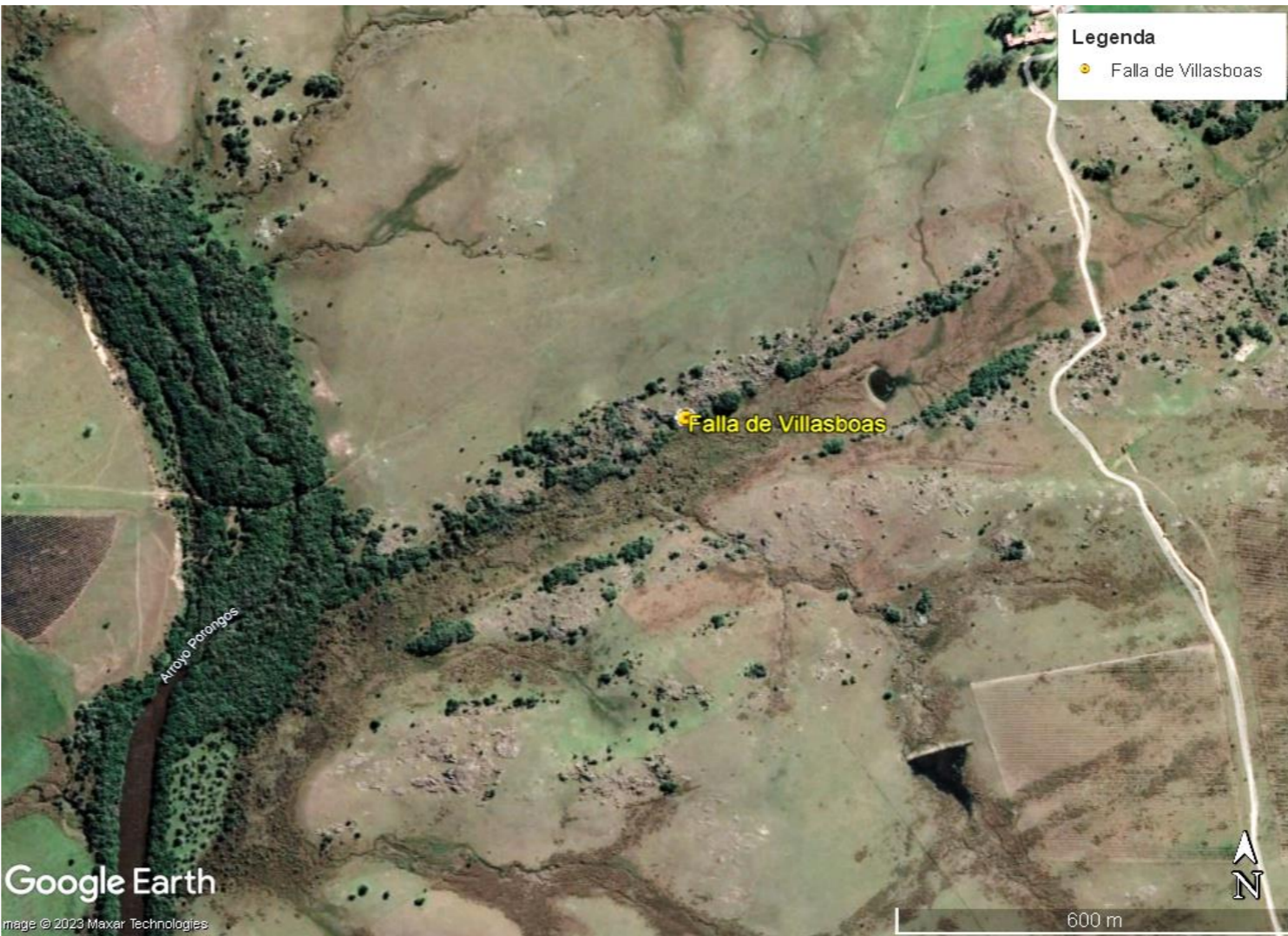

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Falla de Villasboas Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.293355°/Long.: -56.817304°</p> <p>Nas proximidades da foz do arroio Porongos com o rio Yí, fronteira com o departamento de Durazno. Fica a aproximadamente 25 km no sentido nordeste da cidade de Trinidad.</p>		
Geologia	Rochas graníticas do período Riácico (≈2300 a 2050 Ma).		
Relevo	Varia de plano a suave ondulado, com planícies de inundação junto às margens da foz do arroio Porongos com o rio Yí.		
Temática	Tectônica e Petrologia		

Figura 73 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Falla de Villasboas.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.6 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE DIQUE GABRO CHAMANGÁ

O sítio geológico Dique Gabro de Chamangá está localizado a leste do departamento de Flores, a cerca de 26 quilômetros de Trinidad e a cerca de 10 quilômetros ao sul da cidade de Durazno. Tem como classificação temática principal a geominação, e como secundária, a petrologia.

O relevo na área do sítio geológico é predominantemente suave ondulado, com altitude atingindo na média os 100 metros. Ocorrem na superfície grandes afloramentos em forma de matações e blocos do Granito Chamangá. Na área, a rede de drenagem existente pertence à bacia hidrográfica do córrego Chamangá, que drena as águas desta área e a escoar, no sentido norte, ao rio Yí.

Segundo Irizábal et al. (2006), a área do entorno do sítio apresenta uma paisagem de campos e pradarias com topografia suave ondulada, associada a blocos e matações graníticos expostos na superfície. Esta vista natural é fortemente impactada pela presença da cava abandonada.

A escavação tem as seguintes medidas: 500 metros de comprimento por 50 metros de largura e aproximadamente 13 metros de profundidade. Por estar inundada, a cava gerou um destacado lago artificial.

Esta antiga frente de mineração está desativada desde o final dos anos 1990. Produzia o denominado “granito preto”, cujo nome científico é gabro ou microgabro. Este Granito Cinzento Chamangá continua a ser explorado em outra pedreira.

O sítio geológico Gabro Chamangá está próximo do sítio da geodiversidade Cantera de Granito Negro, de onde, durante aproximadamente dez anos, grandes blocos de rocha foram extraídos e exportados da mesma forma para países da Europa e da Ásia, como o Japão.

Na área industrial ainda existem os prédios abandonados dos escritórios, dormitórios dos mineiros e restos de máquinas abandonadas.

Nos limites da área do sítio geológico, observam-se estruturas geológicas do tipo feixe de diques de microgabro com direção geral N60-70E, com extensão acima de mil metros. Estas rochas foram datadas e têm idades aproximadas de 1,780 milhão de anos, sendo formadas no período Riácico da era Paleoproterozoica.

A área onde estão a pedreira abandonada e o dique de gabro fica localizada parcialmente dentro dos limites da área protegida pelo SNAP, a denominada Localidade Rupestre Chamangá, geossítio pertencente ao geoparque Grutas del Palacio, e que apresenta importante ocorrência de pinturas rupestres.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Dique Gabro de Chamangá é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 185, valor educativo 195, e valor turístico 165.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 235, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 417 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Dique Gabro Chamangá Sítio da geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.505128°/Long.: -56.581018° A 26 km a leste de Trinidad e a 10 quilômetros ao sul de Durazno.		
Geologia	Rochas gabro ou microgabro com idade aproximada de 1780 Ma, que foram formadas no período Riácico da era Paleoproterozoica.		
Relevo	Predomínio de padarias e campos com topografia suave ondulada.		
Temática	Geomineração e Petrologia		

Figura 74 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Dique Gabro Chamangá.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022) e Geoparque (2023).
 Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.7 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE HORNBLENDITA MARINCHO

O sítio Hornblendita Marincho está localizado ao norte do departamento de Flores, às margens do arroio Marincho, próximo ao encontro com o arroio Sauce, um pouco antes da foz com o rio Yí, local situado às margens do lago artificial. Tem como classificação temática principal a petrologia, e como secundária, a geomorfologia.

A sua localização fica após a ponte sobre o arroio Marincho, no lado leste da Rota Nacional nº 3.

Por ser um afloramento de pequenas dimensões, não fica acessível em ocasiões de inundações, por estar localizado em área baixa, próximo ao curso do arroio e da margem do lago.

O relevo naquela área é representado por paisagens formadas por colinas muito suaves entrecortadas pelo arroio Marincho, onde a altitude é próxima dos 45 metros. Na porção plana e baixa, é suscetível a inundações e enchentes periódicas.

A área tem formações rochosas expostas formadas por agrupamentos de grandes blocos e matacões de granitoides e que ocasionalmente se mostram cortadas por diques enriquecidos em minerais hornblendíticos. Estes granodioritos são denominados de hornblenditos por serem do tipo de rocha ígnea, que tem abundância do mineral hornblenda na forma de macrocristais em sua matriz. As rochas hornblenditas são o produto da cristalização tardia em um ambiente magmático relativamente enriquecido em vapor de água, a centenas de quilômetros de profundidade da terra (CABALLERO, 2020).

Esta rocha pertence ao Complexo Marincho, de idade Paleoproterozoica ($\approx 2,300$ a 2050 Ma), segundo Preciozzi et al. (1985). Esse complexo é formado por um conjunto de rochas magmáticas intrusivas do tipo granitóide, com destaque aos granodioritos de textura granular alta, e com intrusão de diques máficos.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Hornblendita Marincho é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 150, valor educativo 190, e valor turístico 165.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 300, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 468 é a médio prazo. O principal interesse deste sítio é a raridade do tipo litológico, tendo assim importante valor científico.

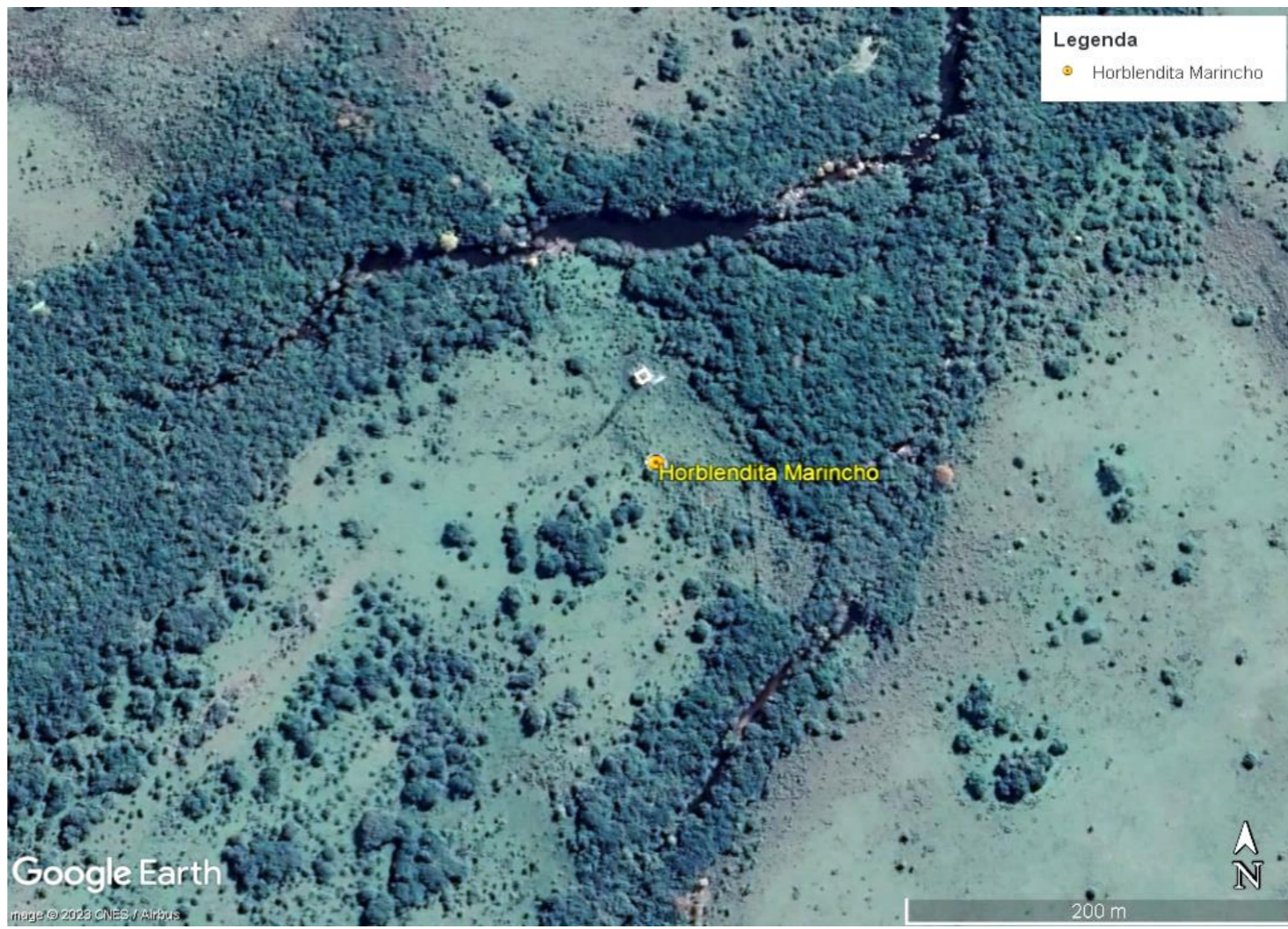

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Hornblendita Marincho Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.219358°/Long.: -57.071502° Situado no departamento de Flores, na rota N° 3, passando a ponte sobre o arroio Marincho, no lado leste. Acesso restrito a 35 km a norte de Trinidad.</p>		
Geologia	Área com predomínio de granodioritos denominados de hornblenditos pertencentes ao Complexo Marincho, que possui idade Paleoproterozoica (≈2300 a 2050 Ma).		
Relevo	Relevo de colinas muito suaves entrecortadas pelo arroio Marincho, onde a altitude é próxima dos 45 metros, e coberto por campo de blocos e matações de granodiorito.		
Temática	Petrologia e Geomorfologiar		

Figura 75 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Hornblendita Marincho.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023) e Caballero (2020).

5.4.8 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE LAGARTO DE PIEDRA

O sítio Lagarto de Piedra fica dentro do Parque Nacional Bartolomé Hidalgo, que está localizado no departamento de Soriano. Tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a sedimentologia. Existe ainda um segundo sítio, chamado de “Sendero de Las Rocas Pérmicas” dentro deste parque.

Localizado a cerca de 50 quilômetros ao norte da cidade de Trinidad, o acesso é pelo km 245 da rota nº 3, posicionado entre as pontes sobre o arroio Grande e o rio Negro. A outra alternativa de acesso é pela estrada local a partir do quadrante oeste, a cerca de 12 quilômetros da rota nº 14. Os dois geossítios ficam nas margens do lago artificial Paso del Palmar e do rio Negro.

Do ponto de vista da paisagem, predomina um grande lago artificial originado depois da instalação da hidrelétrica de Palmar, em cujas margens predomina o relevo de colinas suaves entrecortadas por porções planas e baixas.

A erosão produzida pela água da chuva por milhares de anos modelou as rochas, formando relevos com formas curiosas do tipo o denominado bloco “Lagarto de Piedra”. Na margem sul do lago, denominado arroio Grande, a geologia predominante é de rochas graníticas originadas de um maciço plutônico intrusivo, observado em afloramentos em forma de blocos originadas no período Riácico.

E na margem norte do riacho Negro, afloram rochas de arenito de granulometrias variadas e cores castanhas. São conglomerados com grandes fragmentos de rochas e algumas rochas argilosas cinzentas e um pouco violetas, com idade próxima dos 65 milhões de anos, originadas no limite entre os períodos Cretáceo Superior-Eoceno médio.

A famosa rocha do “Lagarto de Piedra” é um dos ícones do Parque Bartolomé Hidalgo, que fica localizado no departamento de Soriano, na fronteira com Flores, nas margens do lago artificial de Palmar e nas margens do Rio Negro. Tem uma área de 598 hectares e foi criado em 1944, pelo presidente Juan J. Amézaga.

O parque tem esse nome uma homenagem ao escritor oriental Bartolomé Hidalgo, e em 1976 foi declarado um marco histórico nacional. Além de abrigar dois geossítios, é um dos principais locais de interesse do Geoparque Grutas del Palacio. Dispõe de zonas de campismo, trilhos naturais, uma pequena reserva de animais, jogos para crianças, churrasqueiras e vários serviços para os turistas.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Lagarto de Piedra é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 185, valor educativo 195, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação obteve, o valor 205, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 400 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Lagarto de Piedra Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.134736°/Long.: -57.177960° Situado no departamento de Soriano, a 50 km ao norte da cidade de Trinidad, no km 245 da rota nº 3.</p>		
Geologia	Rochas sedimentares areníticas do período Cretáceo-Eoceno posicionadas na margem norte do lago, associadas a granitos do período Riácico, que afloram no lado sul do lago.		
Relevo	Colinas suaves entrecortadas por porções planas e baixas junto à margem do lago.		
Temática	Geomorfologia e Sedimentologia		

Figura 76 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Lagarto de Piedra.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.9 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE LA PIEDRA ALTA

O sítio La Piedra Alta é uma formação rochosa localizada dentro dos limites da cidade da Florida, capital do Departamento de Florida. Fica às margens do rio Santa Lucía Chico, embaixo da ponte de acesso à cidade pelo quadrante leste. Tem como classificação temática principal a petrologia, e como secundária, o metamorfismo,

O relevo predominante no entorno da cidade de Florida é suave ondulado e plano no perímetro urbano, e baixo junto às margens do rio Santa Lucía Chico, no quadrante leste, e às do arroio Tomas Gonzalez, no quadrante oeste.

O afloramento denominado de La Piedra Alta é um complexo de origem ígnea-metamórfica com predomínio de gnaisses, associado à ortognaisses e migmatitos com intercalações graníticas. As características litoestruturais descritas colaboram para descrever a evolução do Cráton Rio de La Plata, bloco continental que fez parte do Gondwana Sul ocidental. Suas estruturas tectônicas, sua composição mineralógica e suas relações complexas litoestruturais referem-se ao desenvolvimento do ciclo orogênico transamazônico profundo que ocorreu durante o Paleoproterozoico. São litologias com idade aproximada de 2110 a 1780 milhões de anos antes do presente.

A área onde fica o sítio tem alto valor histórico, pois neste local, em 25 de agosto de 1825, o Congresso da Florida promulgou as três leis fundamentais que declararam a independência da Província Oriental do Império do Brasil (Lei da Independência), a união com as Províncias Unidas do Rio da Prata (Lei da União) e o desenho da nova bandeira da província (Lei do Pavilhão).

E pelo valor histórico, esta formação rochosa foi declarada no ano de 1900 o “Altar da Pátria”, tornando-se assim um monumento histórico nacional. Ao longo dos anos, têm sido colocadas várias placas de bronze na rocha, por esta, de certa forma, representar estes eventos históricos de grande relevância nacional. Em 1910 foi inaugurado o parque Prado de la Piedra Alta, que inclui espécies exóticas e nativas e que foi remodelado pela última vez em 1981.

O sítio La Piedra Alta fica embaixo da ponte, que é um dos acessos principais à cidade de Florida. A sua construção gerou debates, pois poderia impactar o valor histórico do monumento, mas a justificativa é que esta estrutura traria o progresso. Este geossítio tem alta relevância nacional, interesse petrológico, valores dominantes científico, turístico e didático.

Segundo o aplicativo *Geossit*, La Piedra Alta é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 195, valor educativo 205, e valor turístico 165.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 325, sendo classificado como um sítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 513 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Las Piedras Altas Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -34.100182°/Long.: -56.202616° Situado no departamento de Florida, na cidade de Florida, no quadrante leste, embaixo da ponte de acesso, pela via Rota nº 56/Avenida Zelmar Michelini.		
Geologia	Complexo de origem ígnea-metamórfica com predomínio de gnaisses, associado a ortognaisses e migmatíticos e intercalações geradas na era Paleoproterozoica, com idade aproximada entre 2110 a 1780 Ma AP.		
Relevo	Relevo predominante suave ondulado no entorno de Florida, plano no perímetro urbano, e baixo nas margens do rio Santa Lucía Chico e nas do arroio Tomas Gonzalez.		
Temática	Petrologia e Metomorfismo		

Figura 77 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade La Piedra Alta.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Florida (2023).

5.4.10 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PASO DE LUGO

O sítio Paso de Lugo está localizado a noroeste de Flores, na fronteira com o departamento de Soriano, aproximadamente a 45 quilômetros da cidade de Trinidad, seguindo pela Rota nº 14, sob a ponte do arroio Grande. Tem como classificação temática principal a petrologia, e como secundária, a geominação.

O relevo nesta área da ponte varia entre 50 e 80 metros de altitude, dando uma paisagem de colinas muito suaves cortadas pelo arroio Grande, afluente do rio Yí.

Do ponto de vista geológico, afloram no entorno da ponte rochas metamórficas e ígneas que mostram uma interessante geodiversidade litológica. Associada às rochas metamórficas, existe uma grande estrutura geológica denominada Falha de Lugo, que divide o bloco com quartzitos na porção norte dos gnaisses intrudidos com granitos na porção sul. Estes gnaisses, do período Riácico, afloram embaixo da ponte (PICCHI, 2018).

Ao sul da área existe uma antiga pedreira de rochas graníticas, sendo possível observar alguns diques com grandes cristais de quartzo. Estas rochas graníticas de cor cinza são cortadas por diques de gabro, que tem entre 20 e 500 metros de comprimento e espessuras que variam até 20 metros, semelhantes e pertencentes ao mesmo evento magmático que originou os diques de dois geossítios, o Dique Máfico e o Dique Gabro Chamangá.

Neste lugar existem vestígios da construção de um antigo posto de carruagem utilizado pelos viajantes que cruzavam o arroio Grande. Para a construção, foram utilizadas as rochas quartzíticas que afloram próximo à ponte, em virtude da propriedade deste tipo de rocha, que é fragmentada no formato de “laje” e “paralelepípedo”. Essas rochas foram utilizadas na construção das paredes e pisos deste posto.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Paso de Lugo é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 180, valor educativo 195, e valor turístico 155.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 300, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 300 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Paso de Lugo Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.248844°/Long.: -57.262150° A 45 km ao norte de Trinidad, seguindo pela Rota nº 14. O sítio fica sob a ponte do arroio Grande.</p>		
Geologia	Quartzitos e gnaisses intrudidos por granitos que estão cortados por diques máficos originados na era Paleoproterozoica.		
Relevo	Suave a moderadamente ondulado, e baixo e plano junto às margens do arroio Grande.		
Temática	Petrologia e Geomineração		

Figura 78 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Paso do Lugo
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023) e Picchi (2018).

5.4.11 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE PIEDRAS BLANCAS

O sítio Piedras Blancas está localizado dentro da área de um estabelecimento agrícola a aproximadamente 5 quilômetros a sudoeste da cidade de Trinidad. O acesso é pela rota nº 57, nas proximidades do km 56. Tem como classificação temática principal a estratigrafia, e como secundária, a geomineração.

O ambiente do geossítio destaca-se pelo seu relevo de colinas suaves com altitudes que ficam entre os 110 metros, não ultrapassando os 130 metros. A geografia determina a flora que podemos encontrar, e, assim, neste local podemos apreciar área de pastagens, com vegetação baixa associada às rochas, e mata de galeria junto às margens dos cursos de água.

É uma região escassamente povoada, em que existem produtores rurais dedicados principalmente à pecuária e à agricultura.

Os afloramentos aqui não são muito frequentes, pois ocorre uma cobertura de solos do tipo argissolos, muito utilizada para agricultura. Às vezes há alguns afloramentos de rochas calcárias silicificadas, que são aquelas que podem ser vistas na pedreira e que foram matéria-prima para o forno de cal.

A geologia da área do sítio é formada pela sucessão de rochas sedimentares siliciclásticas de cor vermelha. Destacam-se a ocorrência de vestígios fósseis de insetos, e processos secundários de ferrificação e silicificação, com intercalações calcárias. Essas rochas são originadas no período Cretáceo-Paleogeno (Eoceno), com idade aproximada entre 65 Ma a 33 Ma AP.

Estes escassos afloramentos de rochas calcárias é que foram explorados junto às margens do arroio Sarandi, curso d'água que integra a bacia do rio Yí (SANGUINETTI, 2021).

Este sítio, de interesse geológico, mineiro e industrial, é constituído por uma pedreira calcária e um forno para produção de cal, estrutura que mostra como o mineral era beneficiado e transformado em cal viva para usos na construção civil, agricultura e na desinfecção de água.

Os alunos da escola rural nº 28 realizaram uma investigação deste sítio geológico, que foi publicada na edição nº 18 *intitulada Segredos ocultos do Geoparque Mundial Grutas del Palacio*, um olhar da comunidade rural (GEOPARQUE, 2023).

Segundo o aplicativo *Geossít*, Piedras Blancas é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 155, valor educativo 170, e valor turístico 155.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 300, sendo classificado como um sítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 460 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Piedras Blancas Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.567284°/Long.: -56.951429° A 5 km a sudoeste de Trinidad, o acesso é pela rota nº 57 nas proximidades do km 56.</p>		
Geologia	<p>Sucessão de rochas sedimentares siliciclásticas de cor vermelha,. Destaca-se a ocorrência de vestígios fósseis de insetos. Apresenta processos secundários de ferrificação e silicificação, com intercalações calcárias originadas no período Cretáceo-Paleogeno (Eoceno). Idade aproximada entre 65 Ma a 33 Ma AP.</p>		
Relevo	Colinas suaves com altitudes que ficam entre os 110 metros, não ultrapassando os 130 metros.		
Temática	Estratigrafia e Geomineração		

Figura 79 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Piedras Blancas.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.12 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE SAN MARTÍN DEL YÍ

O sítio San Martín de Yí fica localizado ao norte do geoparque, perto do rio Yí, na área da fazenda que dá o nome ao geossítio, a aproximadamente 32 quilômetros da cidade Trinidad. Tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a petrologia.

Na área ocorre uma abundância de afloramentos de granito com formas de lajeados, blocos e matacões, classificada como um "mar de pedras". Ocorre este tipo de relevo em outras regiões do Uruguai, como as denominadas serras de Mahoma, no departamento de San José, e Mal Abrigo, no departamento de Colônia.

O ambiente do sítio destaca-se por um grande campo rochoso cujo relevo é formado por colinas com altitudes de cerca de 50 metros, não ultrapassando os 80 metros, e apresentando uma interessante variedade paisagística.

A geologia da área mostra litologias graníticas que afloram na forma de blocos e matacões e lajeados. São rochas de coloração rosa pálido, e que mostram grandes cristais de minerais de quartzo, feldspato e micas.

Ocorrem ocasionalmente, na superfície destes granitos, processo de disjunção esferoidal – uma erosão que escama as rochas como cascas de uma cebola – e cavidades do tipo “taffonis”, pequenas concavidades com a forma de colmeia de abelhas.

Este maciço granítico é da era Paleoproterozoica, com idades que variam entre 2,3 milhões anos e 2,14 milhões de anos antes do presente.

Nesta área, devido ao padrão de fraturamento dos granitos, há na superfície lajeados que foram explorados por cortadores de pedra para fazerem postes de pedra, que são utilizados nas cercas para delimitar as propriedades rurais da região.

Segundo o aplicativo Geossit, San Martín de Yí é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 190, valor educativo 195, e valor turístico 180.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 150, sendo classificado como um sítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 338 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	San Martin del Yí Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.222989°/Long.: -56.986607° A 32 km ao norte da cidade Trinidad, na área da fazenda San Martín del Yí.		
Geologia	Afloramentos de blocos, matacões e lajeados de granitos e granodioritos da era Paleoproterozoica, de idade variando entre 2300 Ma a 2140 Ma.		
Relevo	Suave a moderadamente ondulado intercalados com extensos campos de matacões e blocos, os denominados mares de pedra.		
Temática	Geomorfologia e Petrologia		

Figura 80 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade San Martín del Yí.

Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).

Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.13 SÍTIO DA GEODIVERSIDADE SENDERO DE LAS ROCAS PÉRMICAS

O sítio Sendero de Las Rocas Pérmicas fica localizado dentro do Parque Nacional Bartolomé Hidalgo, que está localizado no departamento de Soriano e que abriga também um segundo geossítio, o “Lagarto de Piedra”. O Sendero de Las Rocas Pérmicas tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a sedimentologia.

Está localizado a cerca de 50 quilômetros ao norte da cidade de Trinidad, e o acesso é pelo km 245 da Rota nº 3, posicionado entre as pontes sobre o arroio Grande e Rio Negro. Uma alternativa de acesso é pela estrada local a partir do quadrante oeste, a cerca de 12 quilômetros da rota nº 14. Os dois sítios da geodiversidade ficam nas margens do lago artificial Paso del Palmar e do rio Negro.

Do ponto de vista da paisagem, predomina um grande lago artificial, o Paso del Palmar, originado depois da instalação da Usina hidrelétrica Constitución em 1982, que fica localizada a 32 quilômetros a jusante do Rio Negro, no chamado Paso del Palmar.

Nas margens do lago, predomina o relevo de colinas suaves entrecortadas por porções planas e baixas. A erosão produzida pela água da chuva por milhares de anos modelou as rochas, formando relevos com formas curiosas, do tipo do denominado bloco “Lagarto de Piedra”.

A margem sul do lago é denominada arroio Grande, e a geologia é predominantemente formada por rochas graníticas. Estas foram originadas de um maciço plutônico intrusivo no período Riácico, sendo observada em afloramentos com forma de blocos e matacões.

E na margem norte do riacho Negro afloram rochas de arenito de granulometrias variadas e cores castanhas. São conglomerados com grandes fragmentos de rochas e algumas rochas argilosas cinzentas e um pouco violetas, com idade próxima dos 65 milhões de anos, originadas no limite entre os períodos Cretáceo Superior e Eoceno Médio (CABALLERO, 2020).

O Parque Bartolomé Hidalgo fica localizado no departamento de Soriano, na fronteira com Flores, nas margens do lago artificial de Palmar, e nas margens do Rio Negro. Tem uma área de 598 hectares e foi criado em 1944 pelo presidente Juan J. Amézaga.

O parque tem esse nome em homenagem ao escritor oriental Bartolomé Hidalgo, e em 1976 foi declarado um marco histórico nacional. Além de abrigar dois sítios geológicos, é um dos locais de interesse do Geoparque Grutas del Palacio. Dispõe de zonas de campismo, trilhas naturais, uma pequena reserva de animais, jogos para crianças, churrasqueiras e vários serviços para os turistas.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Sendero de Las Rocas Pérmicas é classificado como sítio da geodiversidade, com relevância regional/local. Apresenta valor científico 170, valor educativo 190, e valor turístico 180.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 240, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 423 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Sendero de Las Rocas Pérmicas Sítio da Geodiversidade		
Localização e Acesso	Lat.: -33.135468°/Long.: -57.170564° A 50 km ao norte da cidade de Trinidad. Acesso no km 245 da rota n° 3.		
Geologia	Rochas areníticas associadas a depósitos conglomeráticos estratificados de idade cretácia superior e granitos formados no período Riácico.		
Relevo	Colinas suaves entrecortadas por porções planas e baixas.		
Temática	Geomorfologia e Sedimentologia		

Figura 81 – Imagem de satélite e fotografias do sítio da geodiversidade Sendero de Las Rocas Pérmicas
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.14 GEOSSÍTIO ARENALES DE PASO DEL PALMAR

Este geossítio pertence ao Geoparque Grutas del Palacio, fica localizado no departamento do Rio Negro e compõe a imponente paisagem dos Lagos Andresito. Tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a estratigrafia.

O afloramento sedimentar fica ao sul do departamento de Río Negro, a uma distância aproximada de 50 quilômetros ao norte-noroeste da cidade de Trinidad, nas margens do lago artificial Paso del Palmar, onde se pode observar nas margens uma barra de rio arenosa acumulada pela ação do Rio Negro.

Esta barra fluvial foi originada antes da implantação da barragem e foi retrabalhada pelo vento. Os efeitos da erosão produzida pela dinâmica do lago nos momentos de inundações causadas por chuvas intensas resultaram em margens e taludes expostos (AGUILAR, 2020).

Na trilha junto às margens do lago ou caminhando na areia, podem ser observados os efeitos da erosão causada pelas chuvas e pela gestão da barragem hidrelétrica localizada a jusante da represa El Palmar.

A variação do nível da água causa erosão, gerando nas margens e terraços sulcos e ravinas. Além de expor erosão fluvial, essa variação acarreta depósitos eólicos e geformas de erosão associadas aos sedimentos arenosos, brancos e quartzosos predominantes no local.

Na área do geossítio há vestígios de artefatos ou utensílios e armas indígenas, como boleadeiras, pontas de flechas, alfinetes de queima, núcleos e inúmeros flocos de escultura produzidos por habitantes que estavam nesta região há aproximadamente 10 mil anos, trazendo um valor arqueológico e patrimonial ao sítio geológico (AGUILAR, 2020).

Segundo o aplicativo *Geossit*, os Arenales de Paso del Palmar é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 200, valor educativo 215, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 250, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 407 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Arenales de Paso del Palmar Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.110989°/Long.: -57.148667° A 50 km a norte-noroeste de Trinidad,,dentro dos limites do departamento de Rio Negro.</p>		
Geologia	Sedimentos arenosos de origem fluvial formados predominantemente por areias finas com tons claros, de idade quaternária, com vestígios arqueológicos,		
Relevo	Terraços fluviais plano a suave ondulado com feições erosivas fluviais e acumulações arenosas de origem eólica.		
Temática	Geomorfologia e Estratigrafia		

Figura 82 – Imagem de satélite e fotografias das margens do geossítio Arenales de Paso del Palmar.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.15 GEOSSÍTIO CERRO BATOVÍ

O geossítio Cerro Batoví está localizado no Departamento de Tacuarembó, Uruguai, e fica a 18 km ao sul da capital do mesmo nome, Tacuarembó. O acesso é realizado pela rota 5, no km 318, da denominada estrada Brigadeiro General Fructuoso Rivera.

O Cerro Batovi, com altitude de 224 metros, fica na denominada região geomorfológica Cuesta do Haedo, localizada no extremo sul do Rio Grande do Sul, e estende-se no território Uruguaio na porção centro-norte. Tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a estratigrafia.

A Cuesta do Haedo é classificada como um planalto baixo, com altitudes médias variando de 100 metros a 300 metros, e com o predomínio de relevo colinoso dissecado e morros baixos. Ocorrem em toda a sua extensão, mas de forma isolada, morros testemunhos, como o do Batovi, no Uruguai, e Jarau e Palomas, no Brasil.

O Cerro Batoví geograficamente integra a Coxilha de Los Once Cerros, cuja principal característica é o topo achatado ou plano, constituído por rochas basálticas.

A geologia predominante é de arenitos finos com idade aproximada de 200 milhões de anos. Estas rochas sedimentares foram formadas entre o final do período Triássico Superior e início do Jurássico.

Nestas rochas sedimentares, foram encontrados fósseis de lhamas, e há indícios paleogeográficos de que elas já foram um pico de alta altitude e nevado (SGM, 2014).

O geossítio Cerro Batoví é o símbolo paisagístico do departamento e importante patrimônio natural, fundamental para a identidade local, sendo declarado no ano de 1960 Patrimônio Histórico e Cultural de Tacuarembó, além de ser símbolo relevante, uma vez que compõe o escudo do departamento.

Segundo o aplicativo *Geossít*, o Cerro Batoví é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 225, valor educativo 235, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 160, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 423 é a médio prazo.

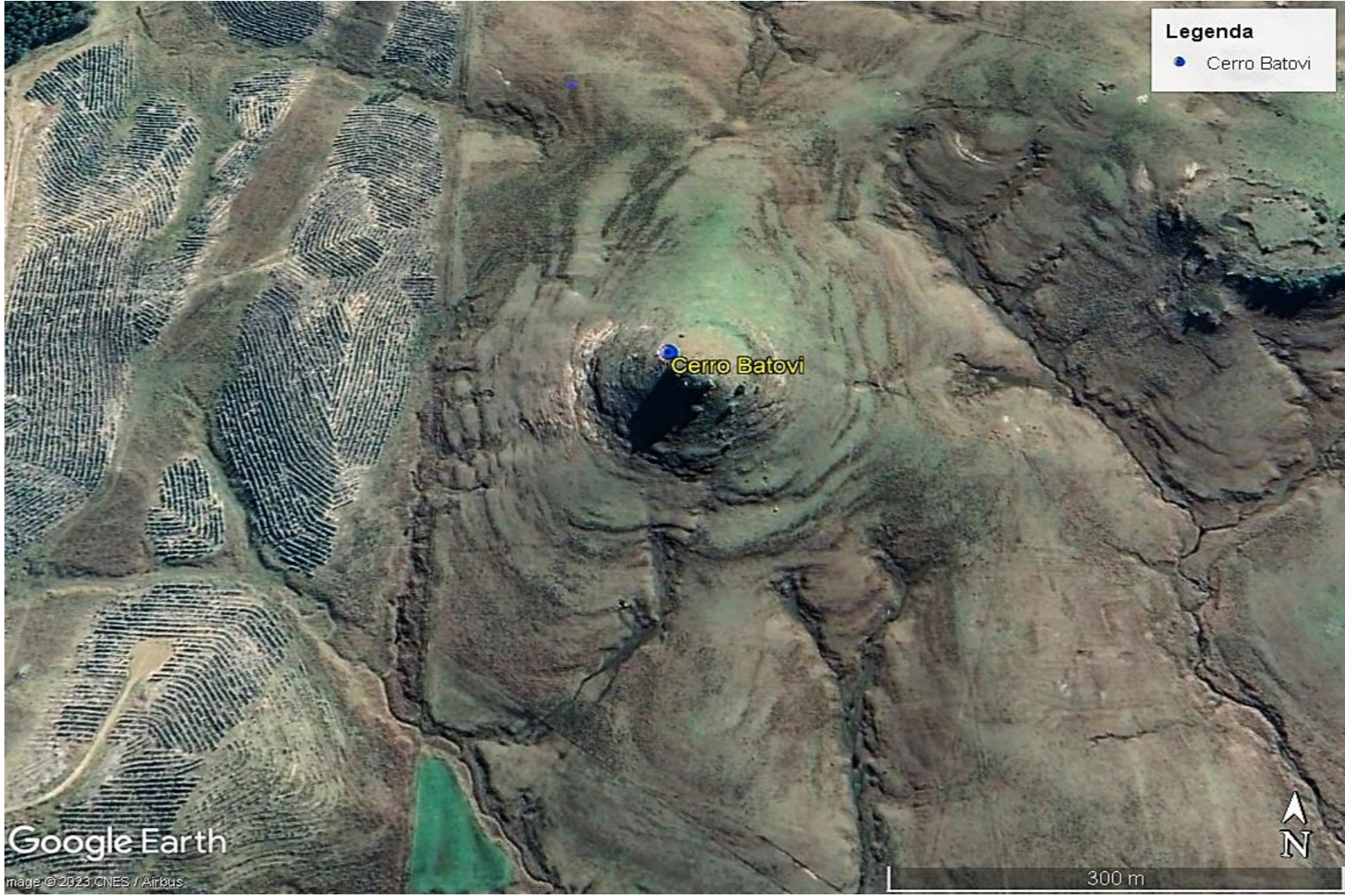

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro Batovi Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -31.875619°/Long.: --56.011627° A 18 km ao sul de Tacuarembó		
Geologia	<i>Arenitos finos a médio intercalados com finas camadas de argila pertencentes à formação Tacuarembó, com idade aproximada de 200 Ma.</i>		
Relevo	<i>Predominantemente colinoso residual com morros baixos, localizado na região geomorfológica de Cuesta de Haedo</i>		
Temática	<i>Geomorfologia e Estratigrafia</i>		

Figura 83 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro Batovi.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022), Estúdio Testoni (SGM, 2014) e Tacuarembó Turismo (2022).

5.4.16 GEOSSÍTIO CERRO CATEDRAL

O geossítio Cerro Catedral ou Cerro Cordilheira é considerado um dos pontos mais altos do território uruguaio, com 513,66 metros de altitude, e tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a petrologia. Está localizado ao norte do departamento de Maldonado, no município de Aiguá.

Até o ano de 1973, o Cerro de las Ánimas, com seus 501 metros de altitude, era considerado o ponto mais elevado do Uruguai. Neste ano, um grupo de especialistas do Serviço Geográfico Militar do Uruguai refez as medições e constatou que o Cerro Catedral era poucos metros mais alto.

O Cerro Catedral pertence à chamada Serra Carapé, que compõe o sistema Cordilheira Grande, relevos serranos com idade pré-cambriana, que se estende pelo Departamento de Maldonado de oeste para leste e entra no Departamento de Rocha. A serra Coxilha Grande é a fronteira geográfica entre os departamentos de Lavalleja e Maldonado (SGM, 2014).

Este geossítio pertence à região geomorfológica Serras Cristalinas Metamórficas, que são as formas mais altas de relevo, com altitudes que variam entre 250 e 400 metros, atingindo 500 metros em seus pontos culminantes.

Com encostas íngremes, apresenta afloramentos rochosos nas convexidades superiores e encostas com inclinação superior a 18% (SGM, 2014).

As rochas formadoras do Cerro Catedral são de origem ígnea e vulcânica pertencente à unidade Cerro Catedral, complexo ígneo-vulcânico. São riolitos, traquitos quartzosos, dacitos e microgranitos porfiriticos formados no período Ediacarano (≈542 a 630 Ma).

Nas proximidades do Cerro Catedral nascem o Arroio José Ignacio, que escoia de norte a sul, e o Arroio Coronilla, que escoia na direção noroeste, desaguando em Aiguá.

Nas costas mais altas do Cerro Catedral, a vegetação praticamente não existe. Há ocorrência ocasional de um arbusto chamado murta entre as rochas. Em altitudes acima de 400 metros, predominam as gramíneas duras, vegetação xerófila, carqueja e marcela.

Na região do cerro predomina o clima subtropical úmido ou temperado, com verões amenos e invernos relativamente frios, com geadas frequentes, podendo

inclusive ocorrer precipitação de neve. Os ventos fortes são constantes, e as chuvas são distribuídas regularmente durante o ano.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro Catedral ou Cerro Cordilheira é um geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 225, valor educativo 230, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 165, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 385 é a médio prazo.

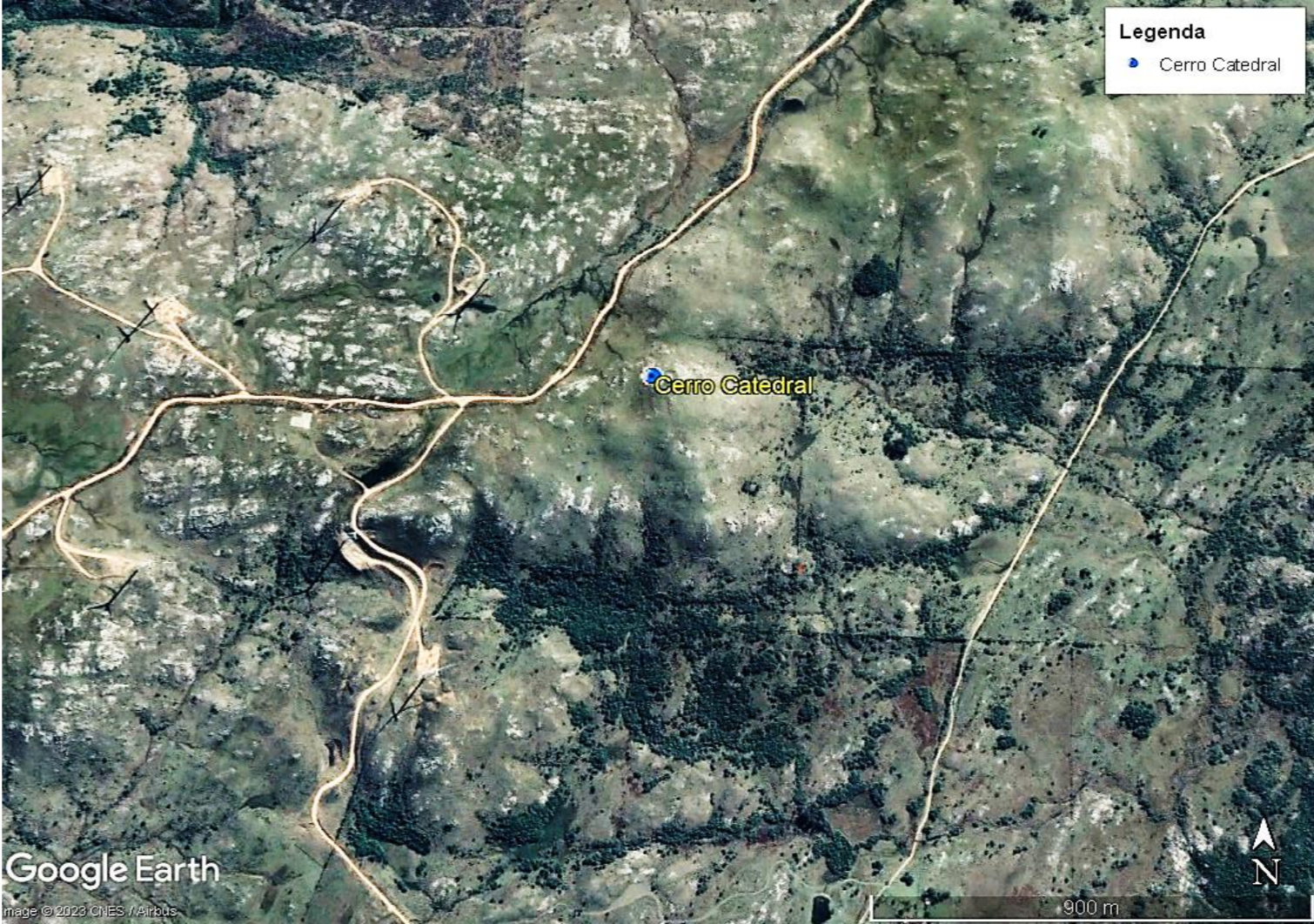

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro Catedral Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -34.382472°/Long.: -54.674555° A 21 km ao sul da cidade de Aiguá, situada no departamento de Maldonado. Acesso pela rota 109.</p>		
Geologia	Litologias pertencentes à unidade Cerro Catedral, complexo ígneo-vulcânico. São riolitos, traquitos quartzosos, dacitos e microgranitos porfíricos formados no período Ediacarano (≈542 a 630 Ma).		
Relevo	Predomina o relevo serrano com encostas íngremes, com afloramentos rochosos no topo e nas encostas dos cerros.		
Temática	Geomorfologia e Petrologia		

Figura 84 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro Catedral.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: SGM (2014) e Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.17 GEOSSÍTIO CERRO DE LAS ÁNIMAS

O Cerro de Las Ánimas, em português o Cerro das Almas, é o segundo ponto mais alto do Uruguai, com 501 metros de altitude. Antigamente era denominado de Mirador Nacional.

Fica localizado a sudoeste do Departamento de Maldonado, na Serra das Almas, no município de Piriápolis, extremo sul do Uruguai, a 12 quilômetros a noroeste da cidade de Piriápolis. Tem como classificação temática principal a geomorfologia, e como secundária, a petrologia.

Na região predomina o relevo serrano, onde está localizado um conjunto de mais de 20 cerros que apresentam encostas íngremes, e, no topo e em suas meias encostas, há afloramentos rochosos.

As litologias formadoras desta região serrana pertencem ao Complexo Sierra de Ánimas, que é um complexo ígneo subvulcânico e vulcânico formado por rochas do tipo traquitos, riolitos, ignimbritos, sienitos e microsienitos, que foram gerados no período Ediacarano de idade aproximada entre 542 a 630 Ma.

Até o ano de 1973, o Mirador Nacional/Cerro de Las Ánimas era o ponto mais elevado do Uruguai, mas neste ano, especialistas do Serviço Geográfico Militar Uruguaio, por meio de novas medições topográficas, classificaram o Cerro Cathedral como sendo o cume mais alto do Uruguai.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Cerro Las Ánimas é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 210, valor educativo 210, e valor turístico 190.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 90, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 385 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Cerro de Las Ánimas Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -34.744595°/Long.: -55.320223° A 12 km a noroeste da cidade de Piriapólis. Acesso pela Rota 9.		
Geologia	Litologias pertencentes ao Complexo Sierra de Ánimas, complexo ígneo subvulcânico e vulcânico. São traquitos, riolitos, ignibritos, sienitos e microssienitos formados no período Ediacarano (≈542 a 630 Ma).		
Relevo	Predomina o relevo serrano, com encostas íngremes e com afloramentos rochosos no topo e nas encostas dos cerros.		
Temática	Geomorfologia e Petrologia		

Figura 85 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Cerro de Las Ánimas.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Intendência (2023).

5.4.18 GEOSSÍTIO CERRO PAN DE AZÚCAR

O Cerro Pan de Azúcar fica localizado no sul do departamento de Maldonado, a aproximadamente 4,5 quilômetros ao norte do centro da cidade de Piriápolis, acessando pela Rota nº 37 a entrada do parque. Tem como classificação temática principal a geomorfologia e secundária plutonismo.

Na área do geossítio predomina o relevo de serras cristalinas metamórficas (SGM, 2014). São formas mais altas de relevo que apresentam altitudes variando entre 250 e 400 metros, podendo atingir em seus pontos culminantes até 500 metros de altitude. As encostas são íngremes, com afloramentos rochosos nas convexidades superiores e encostas superiores.

Este cerro pertence à grande estrutura geomorfológica Cordilheira Grande, que cruza o território uruguaio no quadrante sudeste, sendo formado por inúmeros cerros. O Pan de Azúcar foi classificado como a terceira elevação mais alta do Uruguai, com 423 metros de altitude, e no seu cume, existe uma cruz de cimento com 35 metros de altura.

A geologia do cerro mostra um corpo granítico de origem ígneo-intrusiva formado por granitos, sienitos e microssienitos pertencentes ao domínio tectônico Cinturão Dom Feliciano, gerados no período Ediacarano de idade aproximada variando entre 630 milhões de anos a 542 milhões de anos.

Em 1980, foi criada a reserva de flora e fauna do Cerro Pan de Azúcar com 86 hectares de área. Existem dentro da área deste sítio, mais precisamente em um dos blocos existentes no percurso que há dentro da reserva, pinturas rupestres que, no ano de 2005, foram declaradas monumento histórico nacional.

Segundo o aplicativo Geossit, o Cerro Pan de Azúcar é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 210, valor educativo 265, e valor turístico 255.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 135, sendo classificado como um geossítio em situação de risco baixo e a urgência na prioridade de proteção com valor 378 é a médio prazo.


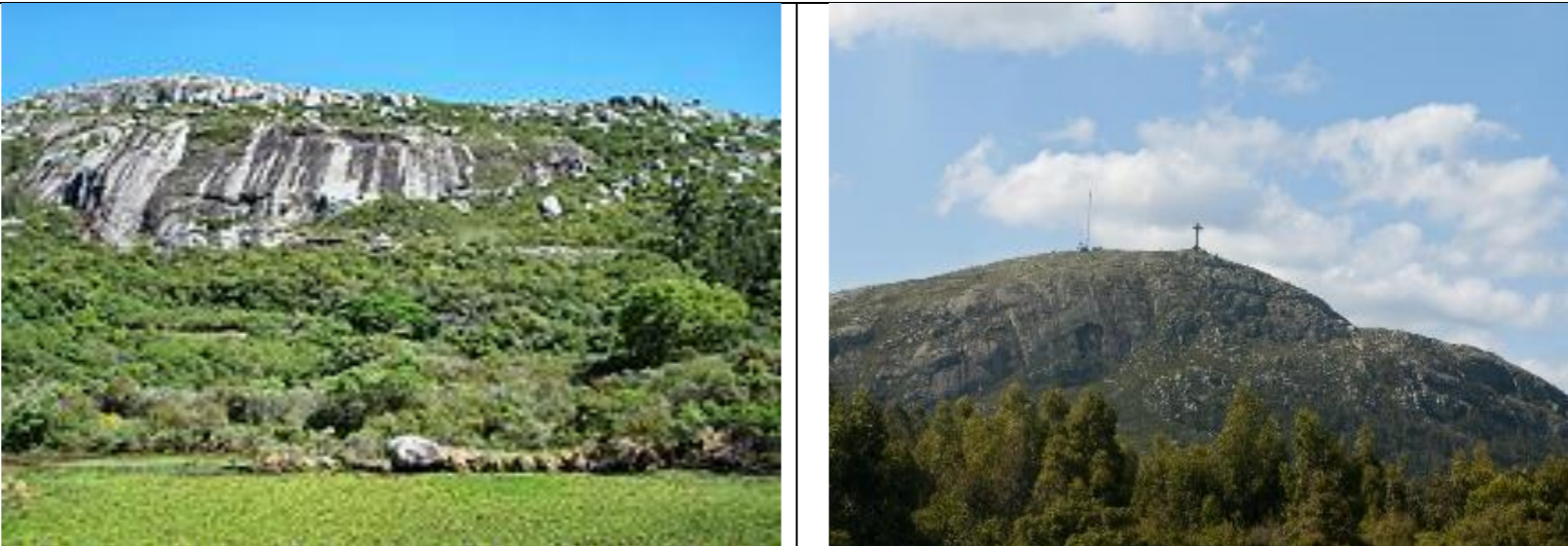
Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Pan de Azúcar Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -34.809887°/Long.: -55.257735° A 4,5 km do centro da cidade de Piriapólis		
Geologia	Granitos e sienitos e microsienitos de idade Ediacariana (≈542-630 Ma AP)		
Relevo	Predomínio de relevo do tipo Serra pertencente à estrutura Cuchilla Grande, conjunto de cerros com altitudes variando entre 250 a 500 metros de altitude		
Temática	Geomorfologia e Plutonismo		

Figura 86 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Pan de Azúcar.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Piriapolis Hoy (2023).

5.4.19 GEOSSÍTIO GRUTAS DEL PALACIO

O geossítio Grutas del Palacio é o sítio geológico mais emblemático, e empresta esta denominação ao geoparque. Tem como classificação temática principal a espeleologia, e como secundária a geomorfologia. As Grutas del Palacio integram o Sistema Nacional de Áreas Protegidas SNAP na categoria de "Monumento Natural".

A sede do geoparque fica dentro da área do geossítio. Este fica localizado a cerca de 45 quilômetros ao norte da cidade de Trinidad, no Departamento de Flores. O geossítio é acessado pela antiga Rota Nacional nº 3, ou pelo km 236 da atual Rota Nacional nº 3.

A área do geossítio apresenta formas de relevo suavemente onduladas, onde as elevações topográficas mais altas variam de 80 e 100 metros. As porções mais baixas estão nas margens dos cursos de água, sendo terrenos planos com cotas variando entre 60 a 75 metros.

O geossítio é formado por uma escarpa erosiva, que foi gerada pela erosão hídrica que formou um conjunto de cavernas conhecidas como Gruta do Palácio dos Índios (PICCHI, 2018).

As Grutas do Palácio são compostas principalmente por uma couraça de 70 centímetros de espessura, apoiada numa série de colunas de arenitos ferrificados, silicificados e de cor avermelhada, com altura média de dois metros.

As colunas resistiram aos processos erosivos que vêm ocorrendo há milhares de anos. A água subterrânea que aflora na base da gruta apresenta temperatura média próxima aos 20°C ao longo de todo ano.

Na área do entorno do geossítio, a geologia mostra que afloram os seguintes tipos litológicos: os granitos, que estão associados às rochas sedimentares, conglomerados e arenitos brancos e silcretes e os arenitos ferrificados e silicificados, e estas são as rochas formadoras das colunas e da base das grutas (PICCHI, 2018).

Existem estudos paleontológicos realizados nesta unidade geológica que aponta que os processos de sedimentação destas areias ocorreram há cerca de 70 milhões de anos, no período Cretáceo, e que estas areias foram consolidadas por ação dos óxidos de ferro. Este processo pedogenético teria ocorrido há cerca de 55 milhões de anos no Paleoceno–Eoceno (PRECIOZZI et al., 1985).

Segundo o aplicativo *Geossít*, as Grutas del Palacio são classificadas como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 320, valor educativo 295, e valor turístico 290.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 215, sendo classificado como um geossítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 517 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Grutas del Palacio Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -33.280022°/Long.: -57.142934° A 45 km ao norte da cidade de Trinidad, sendo acessado pela antiga Rota Nacional nº 3, ou pelo km 236 da atual Rota Nacional nº 3.</p>		
Geologia	<p>Rochas areníticas finas e bem selecionadas, ferrificadas e silicificadas de idade entre o Cretáceo e o Eoceno Superior Médio. Ocorrência de fósseis de insetos.</p>		
Relevo	<p>Predomínio do relevo suave ondulado no entorno do geossítio, formado pela baixa escarpa erosiva, associada a um conjunto de grutas.</p>		
Temática	Espeleologia e Geomorfologia		

Figura 87 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Grutas del Palacio.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.20 GEOSSÍTIO LOCALIDAD RUPESTRE DE CHAMANGÁ

O geossítio Localidad Rupestre de Chamangá pertence ao Geoparque Grutas del Palacio e fica a 20 quilômetros ao sul da cidade de Durazno, percorrendo uma estrada rural sem pavimento com extensão aproximada de 120 quilômetros quadrados. Tem como classificação temática principal a geomorfologia.

A área apresenta relevo predominantemente de colinas suaves, com altitudes de no máximo 100 metros de altura. Nesta topografia, o destaque são os extensos campos de matacões formados por rochas de origem granítica, e, nas superfícies de vários blocos graníticos, é que podem ser observadas as pinturas rupestres.

A geologia da área mostra que seu substrato é formado por granitos indiferenciados dos tipos calcoalcalinos, leucogranitos e granodioritos com idade aproximada de 2 milhões de anos, gerados no período Riácico. Os granitos estão associados a rochas gnáissicas do complexo basal e rochas sedimentares do tipo arenitos médios, da formação Mercedes, de idade cretácea (IRIZÁBAL et al., 2006).

Devido à atuação de processos tectônicos, fraturas e falhas que compartimentaram o corpo rochoso ígneo, à longa ação erosiva da água, gelo e vento, e ao intemperismo físico resultante da grande variação de temperatura, gerou-se um extenso conjunto de blocos e matacões graníticos. Este tipo de ocorrência geomorfológica é encontrado apenas nessa região centro-sul do Uruguai.

A área Localidad Rupestre de Chamangá entrou no ano de 2010 no Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), enquadrada na categoria de “Paisagem Protegida”, por possuir a maior concentração de pinturas rupestres nesta região do Uruguai, valendo ressaltar que estudos preliminares já cadastraram 44 registros.

Sobre as pinturas, estas mostram uma grande singularidade e alto valor científico, didático e cultural, por serem feitas em blocos de granito que estão em campos abertos, e não como geralmente são encontradas, no interior de cavernas, grutas ou beirais.

As pinturas têm idade aproximada entre 900 e 1000 anos, apresentam tons avermelhados, traços e formas geométricas abstratas. Estima-se que tenham sido feitas com uma mistura de hematita com algum material orgânico, possivelmente gordura animal, para possibilitar a sua adesão à rocha. A preservação única desses traços deve-se provavelmente às superfícies lisas do granito (GEOPARQUE, 2023).

Segundo o aplicativo *Geossit*, a Localidad Rupestre de Chamangá é classificada como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 255, valor educativo 235, e valor turístico 205.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 215, sendo classificado como um sítio em situação de risco médio e a urgência na prioridade de proteção com valor 447 é a médio prazo.

Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Localidad Rupestre de Chamangá Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -33.564580°/Long.: -56.567459° A 20 quilômetros ao sul da cidade de Durazno		
Geologia	Rochas graníticas de idade aproximada de 2000 Ma, período Riácico – Paleoproterozoico		
Relevo	Colinas suaves com a ocorrência de extensos campos de matacões e blocos graníticos		
Temática	Geomorfologia		

Figura 88 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Localidad Rupestre de Chamangá.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: Geoparque Grutas del Palacio (2023).

5.4.21 GEOSSÍTIO LOS CATALANES

O geossítio Los Catalanes é considerado um importante distrito gemológico de ametista. Está localizado a 50 quilômetros da cidade de Artigas. Percorrendo-se no sentido sudeste pela rota nº 30, chega-se à localidade El Catalán. Neste ponto, existem inúmeras cavas subterrâneas de extração de geodos. Tem como classificação temática principal a gemologia, e como secundária, a geominação.

Atualmente a região é reconhecida pela alta qualidade das ametistas encontradas, as quais são classificadas como pedras semipreciosas pela principal característica destas gemas, que é a intensa coloração violeta dos cristais que revestem os geodos.

Em setembro de 2007, o Serviço Geológico do Uruguai publicou o primeiro estudo detalhado na área, cartografando o Distrito Gemológico dos Catalães (TECHERA et al., 2007).

No distrito gemológico, predomina o relevo de serras basálticas. São formas mais altas de relevo que se desenvolvem no norte do Uruguai, apresentam altitudes variando entre 250 e 400 metros, podendo atingir em seus pontos culminantes até 500 metros de altitude. As encostas são íngremes, com afloramentos rochosos nas convexidades superiores e encostas superiores.

A geologia na área do geossítio é formada basicamente por rochas ígneas vulcânicas de composição básica, do tipo basaltos toleíticos. Apresenta pequenas áreas com intercalações de arenitos eólicos no quadrante nordeste e noroeste. Os basaltos foram formados no período Cretáceo Inferior (138-128 Ma), quando ocorreram extensos derrames de lavas basálticas, formando a denominada província ígnea do Paraná-Etendeka (TECHERA et al., 2011).

Estes extensos derrames cobriram uma área de 1,5 milhão de quilômetros quadrados e gerou um volume de mais de 2 milhões de quilômetros cúbicos, razão por que tal área é classificada como uma das maiores províncias ígneas do mundo.

Este evento magmático efusivo foi associado com a ruptura do supercontinente Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico Sul, resultando na extrusão de lava, através de múltiplas fissuras, que ocorreu em pulsos (mais de 25). Este evento magmático formou uma sucessão de corpos tabulares, chamados derramamentos ou fluxos de lava, que em alguns setores atingiu mais de 1 quilômetro de espessura.

O geossítio Los Catalanes é classificado como de relevância internacional e de interesse mineralógico, possuindo valor científico, turístico e didático por ser uma região com uma tradição mineira de mais de um século. Atualmente, minas abandonadas apoiam um empreendedorismo geoturístico.

O Distrito Gemológico Los Catalanes, localizado na cidade de El Catalán, departamento de Artigas, foi classificado como um lugar de geologia única na Terra e está na lista do Patrimônio Geológico Mundial, elaborada pela União Internacional de Ciências Geológicas da UNESCO como site 077 (IUGS, 2022).

Segundo o aplicativo *Geossít*, Los Catalanes é classificado como geossítio, com relevância internacional. Apresenta valor científico 325, valor educativo 240, e valor turístico 210.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 325, sendo classificado como um sítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 583 é a curto prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Los Catalanes <i>Distrito Gemológico</i> Geossítio		
Localização e Acesso	Lat.: -30.874762°/Long.: -56.343582° A 50 quilômetros da cidade de Artigas, percorrendo-se no sentido sudeste pela rota nº 30.		
Geologia	Lavas básicas do tipo basalto com intercalações de arenitos eólicos do período Cretáceo Inferior (138-128 Ma).		
Relevo	Predomínio de serras basálticas com altitudes que variam entre 250-400 metros, atingindo em seus pontos culminantes 500 metros.		
Temática	Gemologia e Geominação		

Figura 89 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Los Catalanes – Distrito Gemológico.
 Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
 Fotografias: IUGS (2022).

5.4.22 GEOSSÍTIO PASO DEL CUELLO

O geossítio Paso del Cuello fica localizado a aproximadamente 25 quilômetros ao norte da cidade de Canelones, próximo às margens do rio Santa Lúcia, com acesso pela rota nº 63. Tem como classificação temática principal a paleontologia, e como secundária, a estratigrafia.

Na área do geossítio, predomina o relevo suavemente ondulado, representado por colinas com altitude média entre os 50 e os 100 metros, podendo ocorrer no entorno a existência de colinas mais altas, com altitude próxima aos 150 metros.

Ocorrem áreas planas e baixas formando planícies de inundação nas margens do rio Santa Lúcia. Este padrão de relevo colina é predominante e ocorre associado a áreas de planícies de inundação que ocorrem junto aos rios e arroios, e que formam a unidade geomorfológica colinas sedimentares, segundo o Serviço Geográfico Militar (2014).

A geologia predominante na área do jazimento paleontológico apresenta um substrato composto por arenitos finos, argila e loess formados em ambientes de sedimentação do tipo continental peridesértica entre as épocas Oligocência Superior e Miocênica Inferior, com idade variando de 23 milhões de anos a 5,3 milhões de anos.

Nesta área, segundo Perea (1998), foram encontrados fósseis da espécie *Propachyrucos schiaffinoi*, mamífero tipo lebre grande. Tais fósseis não estavam bem preservados: estavam desarticulados e com sinais de transporte.

É um geossítio onde o principal interesse é paleontológico. Apresenta alta suscetibilidade de riscos a degradação, tem relevância internacional, e seus valores dominantes são científico e didático.

Segundo o aplicativo *Geossít*, Paso de Lugo é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 285, valor educativo 150, e valor turístico 135.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 310, sendo classificado como um sítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 477 é a médio prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Paso del Cuello Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -34.388117°/Long.: -56.187713° A 25 quilômetros ao norte da cidade de Canelones, às margens do rio Santa Lúcia. O acesso é pela rota nº 63.</p>		
Geologia	Arenitos finos, argila e loess formada por sedimentação continental peridesértica, com idade Oligoceno Superior a Mioceno Inferior (23 - 5,3 Ma).		
Relevo	Suave ondulado formado por colinas baixas. Ocorrem planícies de inundação próximo aos rios e arroios.		
Temática	Paleontologia e Estratigrafia		

Figura 90 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Paso del Cuello.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022).
Fotografias: Hoy Canelones (2023).

5.4.23 GEOSSÍTIO PUNTA BALLENA

O geossítio Punta Ballena é uma pequena península situada no departamento de Maldonado a cerca de 10 quilômetros do centro da cidade de Maldonado, capital deste departamento. A área do sítio geológico abrange uma faixa de aproximadamente 12 quilômetros de praias, que se estendem por ambos os lados da rota nº 10. Tem como classificação temática principal a tectônica, e como secundária, a espeleologia.

O relevo que ocorre na área do geossítio é de colinas cristalinas que apresentam formas suaves a onduladas, e estão associadas às extensas e estreitas faixas de planícies marinhas e lagunas, como a del Dario e a del Sauce.

A geologia de Punta Ballena mostra que os milonitos e cataclasitos são importantes litologias, cujas estruturas metamórficas e feições tectônicas, como dobras, crenulações e microbudinagem, colaboram para a compreensão da evolução geotectônica da zona de cisalhamento Sierra Ballena (ZCSB), de extensão regional.

Este evento tectônico ocorreu durante o ciclo orogênico Brasileiro, no Neoproterozoico, e gerou rochas miloníticas e cataclásticas, com idade variando entre 650 e 560 milhões de anos antes do presente (SPOTURNO; OYHANTÇABAL, 2012).

Na base da península existe um conjunto de cavernas originadas pela erosão marinha, escavadas nas rochas que eram utilizadas nos anos de 1970 como espaços para discoteca e piscinas. Atualmente foram recuperadas e transformadas em espaço de uso público.

O geossítio tem relevância nacional e de interesse geológico, com temática principal a tectônica, valores dominantes turístico, didático e científico.

Segundo o aplicativo *Geossit*, o Punta Ballena é classificado como geossítio, com relevância nacional. Apresenta valor científico 250, valor educativo 285, e valor turístico 280.

Na avaliação de risco de degradação, obteve o valor 345, sendo classificado como um sítio em situação de risco alto e a urgência na prioridade de proteção com valor 617 é a curto prazo.



Informações Gerais		Imagem de Satélite Google Earth/Fotografias	
Designação	Punta Ballena Geossítio		
Localização e Acesso	<p>Lat.: -34.911279°/Long.: -55.045032° A 10 quilômetros do centro da cidade de Maldonado, no sentido sudoeste pela rota nº 10.</p>		
Geologia	Rochas miloníticas e cataclásticas, com idade variando entre 650 e 560 milhões de anos, antes do presente (AP), localizadas em uma Zona de Cisalhamento.		
Relevo	Colinas cristalinas com formas suaves, associadas às estreitas faixas de planícies marinhas e lagunas del Dario e del Sauce.		
Temática	Tectônica e Espeleologia		

Figura 91 – Imagem de satélite e fotografias do geossítio Punta Ballena.
Fonte: Google Earth Pro e Google Maps (2022). Fotografias: Anuario (2023).

5.5 ANÁLISE INTEGRADA DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO DO BIOMA PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO

A inventariação do patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço apresenta resultados preliminares. No Brasil e Uruguai, os projetos de mapeamento do patrimônio geológico encontram-se em processo inicial de inventariação, identificação, quantificação e qualificação dos geossítios e sítios da geodiversidade. A Argentina está com o trabalho de inventariação do patrimônio geológico finalizado e tem seus geossítios já publicados no site do SEGEMAR.

A necessidade de avanços no processo de cadastro e avaliação dos sítios de interesse geológico conta com as iniciativas da ASGMI e com o apoio de um grupo de peritos em patrimônio geológico, criado no ano de 2017, na XXIII Assembleia Geral da associação, realizada na cidade de Havana, em Cuba.

Essa assembleia deliberou como prioridade desenvolver uma metodologia de trabalho para realizar o inventário de Lugares de Interesse Geológico (LIGs), aplicável pelos serviços geológicos nacionais, membros da ASGMI, para a realização dos seus inventários. Isso se deve à urgência no desenvolvimento de ações, projetos e planos de geoconservação a serem executados para a preservação dos geossítios e sítios da geodiversidade desses países que se encontram ameaçados pelas ações antrópicas locais.

Serão apresentados nos quadros a seguir os resultados obtidos com o uso do aplicativo Geossit, utilizado para realizar o inventário, a qualificação e avaliação quantitativa do patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço.

No Quadro 20 e 21, serão apresentadas as seguintes informações: denominação do LIG, valor científico, valor educativo, valor turístico, risco de degradação, prioridade de proteção, relevância e, por fim, recomendações de proteção dadas pelo sistema SNUC, gerenciado pelo órgão ambiental brasileiro, ou o que é proposto nos registros contidos no SIGEP. Em casos específicos, que não estão no sistema estadual ou federal, será indicado o tipo de categoria ou então será utilizado o termo NA caso a medida ambiental de conservação não se aplique, por ser esta a informação disponível até a conclusão deste estudo.

Quadro 21 – Avaliação dos Sítios da Geodiversidade e Geossítios Brasileiros.

(continua)

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO - SNUC
AFLORAMENTOS GRANJA DOM AUGUSTO	155	180	165	Médio = 200	367 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Não se Aplica (NA)
CAIEIRAS PEDREIRAS DE CALCÁRIO	175	215	190	Alto = 350	543 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CAMPO DE MATAÇÕES CAPELA SANTO ANTÔNIO	185	180	180	Baixo = 135	317 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CAMPO DE MATAÇÕES LAVRAS DO SUL	175	195	175	Baixo = 120	302 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CAPÃO DAS GALINHAS	135	260	255	Baixo = 155	566 = A Curto Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CAPÃO DO CEDRO	175	190	170	Baixo = 155	333 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	SIGEP 76
CASCATA DO PESSEGUEIRO	170	195	170	Baixo = 155	333 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CASCATA DO SALSO	170	200	190	Baixo = 150	367 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Natural Municipal
CERRO COLORADO	185	195	170	Baixo = 155	338 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CERRO DO PERAU	185	245	240	Baixo = 165	388 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
LAVA EM CORDA ARROIO CARAJÁ	170	175	160	Médio = 225	393 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
MATAÇÕES CHÁCARA DO FORTE	175	280	250	Baixo = 165	400 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
MINA DO ANDRADE	170	190	180	Médio = 285	465 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
MORRO DA CRUZ	170	275	220	Médio = 225	447 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	Unidade de Uso Sustentável – Área de Relevante Interesse Ecológico – SIGEP 64
PEDRA DO ENGENHO	185	230	190	Baixo = 170	372 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	SIGEP 64
PEDRA DO LEÃO	145	250	260	Médio = 220	438 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
PEDRA RINCÃO DA GUARDA VELHA	180	245	180	Médio = 210	412 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA

Quadro 21 – Avaliação dos Sítios da Geodiversidade e Geossítios Brasileiros.

(conclusão)

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO – SNUC
RINCÃO DA TIGRA	170	195	150	Médio = 225	397 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
TOCAS FAZENDA SÃO JOÃO	185	205	180	Baixo = 150	340 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Nacional	NA
CERRO DA ANGÉLICA	230	240	230	Baixo = 165	398 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
CERRO DO BUGIO	290	285	295	Baixo = 155	445 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
GALPÃO DE PEDRA	215	220	195	Baixo = 190	400 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
GRUTA DA VARZINHA	295	215	150	Médio = 285	505 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Unidade de Uso Sustentável - Reserva Particular do Patrimônio Natural
MINAS DE CAMAQUÃ CAVA URUGUAI	350	240	215	Alto = 320	588 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	SIGEP 64
PEDRA DAS GUARITAS	360	245	235	Médio = 300	580 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	Unidade de Uso Sustentável Área de Relevante Interesse Ecológico – SIGEP 76
PEDRA DO SEGREDO	325	285	255	Médio = 220	508 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Unidade de Proteção Integral Monumento Natural Parque Municipal - Lei nº 1055 04/05/1999.
PEDRA PINTADA	290	215	195	Médio = 225	458 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Unidade de Conservação de Proteção Integral Monumento Natural – SIGEP 76
RINCÃO DO INFERNO	295	185	210	Baixo = 195	425 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
TOCA DAS CARRETAS	230	230	200	Médio = 265	485 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Unidade de Uso Sustentável Área de Relevante Interesse Ecológico
TOCA DO SAPATEIRO	205	180	150	Médio = 265	443 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Unidade de Conservação de Proteção Integral Monumento Natural

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 22 – Avaliação dos Geossítios Brasileiros publicados pela SIGEP.

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO – SNUC
AFLORAMENTO QUITÉRIA	210	175	155	Alto = 330	510 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	SIGEP 008
CERRO DO JARAU	330	205	205	Baixo = 155	402 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	Unidade de Conservação de Proteção Integral Monumento Natural (Em implantação)
MORRO DO PAPALÉO	270	170	140	Alto = 325	518= A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	SIGEP 101
PASSO DAS TROPAS	255	230	230	Alto = 335	553 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	SIGEP 084
SÍTIOS PALEOBOTÂNICOS DO ARENITO MATA-RS	255	275	260	Alto = 315	578 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	SIGEP 009
TETRÁPODES TRIÁSSICO DO RIO GRANDE DO SUL	210	230	235	Alto = 310	535 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	SIGEP 022

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O Quadro 22 apresenta os resultados obtidos com o uso do aplicativo Geossit na avaliação do patrimônio geológico argentino, contendo as seguintes informações: denominação do LIG, valor científico, valor educativo, valor turístico, risco de degradação, prioridade de proteção, relevância e recomendações de proteção indicada pelo órgão ambiental argentino (SiFAP) ou por acordos internacionais, ou será utilizada a sigla NA se a medida ambiental de conservação não se aplica, por ser a informação disponível até a conclusão deste estudo.

Quadro 23 – Avaliação dos Geossítios Argentinos.

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO - SiFAP
Cerro Tres Picos	270	290	295	Baixo=140	425 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Não se Aplica (NA)
Cerro Ventana	340	260	265	Baixo=100	388 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	Parque Provincial Ernesto Tornquist
El Corredor Termal del Río Uruguay	200	245	215	Médio=215	435 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Acordo Internacional Projeto Aquífero Guarani (2010)
La Costa Entrerriana del Río Paraná	245	185	190	Médio=275	435 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Parque Nacional Pré-Delta
Las Barrancas Bonaerenses del Río Paraná	205	210	195	Médio=255	458 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Los Acantilados de Chapadmalal	265	245	230	Médio=285	458 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Rio de La Plata y Delta del Paraná	220	290	265	Alto=320	578 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Tandilia	225	240	215	Baixo=180	407 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Yacimiento Paleocnológico de Pehuen-Co	320	220	235	Médio=280	407 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	Reserva geológica, paleontológica e arqueológica Pehuen Có-Monte Hermoso e Reserva Natural de la Defensa Baterías Charles Darwin

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No Quadro 23, constam os resultados obtidos com o uso do aplicativo Geossit na avaliação do patrimônio geológico uruguaio, contendo as seguintes informações: denominação do LIG, valor científico, valor educativo, valor turístico, risco de degradação, prioridade de proteção, relevância e recomendações de proteção indicada pelo órgão ambiental uruguaio (SNAP) ou pelo governo departamental ou municipal, ou será utilizado a sigla NA se a medida ambiental de conservação não se aplica, por ser a informação disponível até a conclusão deste estudo.

Quadro 24 – Avaliação dos Sítios da Geodiversidade e Geossítios Uruguaios.

(continua)

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO – SNAP
Balneario Don Ricardo	155	190	180	Médio=290	423 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Canteras de Rio Negro	175	195	165	Médio=285	463 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Cerros Ojosmin	105	190	175	Médio=265	422 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Dique Gabro Chamangá	185	195	165	Médio=235	417 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Dique Máfico	190	170	165	Baixo=195	370 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Falla Villasboas	195	180	155	Baixo=165	342 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Horblendita Marinho	150	190	165	Médio=300	468 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Lagarto de Piedra	185	195	205	Médio=205	400 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	Parque Nacional Bartolomé Hidalgo
Las Piedras Altas	195	205	165	Alto=325	513 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	Parque Prado de La Piedra Alta
Paso de Lugo	180	195	155	Médio=300	477 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Piedras Blancas	155	170	155	Alto=300	460 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
San Martín del Yi	190	195	180	Baixo=150	338 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	NA
Sendero de Las Rocas Pérmicas	170	190	190	Médio=240	423 = A Médio Prazo	Sítio da Geodiversidade de Relevância Regional/Local	Parque Nacional Bartolomé Hidalgo

Quadro 24 – Avaliação dos Sítios da Geodiversidade e Geossítios Uruguaios.

(conclusão)

DENOMINAÇÃO	VALOR CIENTÍFICO	VALOR EDUCATIVO	VALOR TURÍSTICO	RISCO DE DEGRADAÇÃO	PRIORIDADE DE PROTEÇÃO	RELEVÂNCIA	RECOMENDAÇÕES DE PROTEÇÃO – SNAP
Arenales de Paso del Palmar	200	215	205	Médio=250	407 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Não se Aplica (NA)
Cerro Batovi	230	255	245	Baixo=180	423 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Cerro Catedral	225	230	205	Baixo=165	385 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Cerro de Las Animas	210	210	190	Baixo=90	385 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Cerro Pan de Azúcar	210	265	255	Baixo=135	378 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Reserva de Fauna e Flora Pan de Azúcar
Grutas del Palacio	320	295	290	Médio=215	517 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	Monumento Natural
Localidad Rupestre de Chamangá	255	235	205	Médio=215	447 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	Paisagem Protegida
Los Catalananes	325	240	210	Alto=325	583 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Internacional	NA
Paso del Cuello	285	150	135	Alto=310	525 = A Médio Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA
Punta Ballena	250	285	280	Alto=345	617 = A Curto Prazo	Geossítio de Relevância Nacional	NA

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No Quadro 25, constam os resultados, em percentuais, da quantidade de sítios geológicos, relevância científica e risco de degradação ambiental do patrimônio geológico do Pampa transfronteiriço.

Os dados são apresentados na seguinte ordem: Brasil, Uruguai e Argentina, e por fim do bioma Pampa Transfronteiriço.

Os valores calculados com o uso do aplicativo Geossit mostram os seguintes resultados para os geossítios e sítios da geodiversidade que formam o conjunto de patrimônio geológico inventariado no Pampa: 52,94%, ou seja, 36 do total de 68 LIGs inventariados pelo estudo, apresentam relevância científica internacional ou nacional. E 47,06% são sítios da geodiversidade que têm relevância regional/nacional e regional/local, ou seja 32 do total de LIGs inventariados pelo estudo.

No Brasil está a maior ocorrência de geossítios e sítios da geodiversidade. São 36 LIGs inventariados, que representam 52,94% do total. O Uruguai vem em segundo lugar, com 23 LIGs, perfazendo 33,82%, e, por fim, a Argentina, apesar de ser o país que tem a maior área do Pampa em seus limites territoriais, tem apenas nove LIGs inventariados, o que representa 13,24% do total de 68 LIGs inventariados pelo estudo.

O patrimônio geológico que está sob grau de risco de degradação ambiental entre alto e médio é de 61,76%, ou seja, 42 geossítios e sítios da geodiversidade estão sob alguma forma de impacto ambiental.

Os números de geossítios e sítios da geodiversidade identificados com o uso do Geossit que estão sob risco de degradação ambiental são: no Brasil, 20; no Uruguai, 16; e na Argentina, seis.

O Uruguai mostra o maior percentual por país, pois 69,56% do seu patrimônio geológico está sob risco alto a médio, seguido pela Argentina, com o percentual de 66,66%. No Brasil, o valor fica em 55,55% do total inventariado.

Esses valores demonstram que o patrimônio geológico do bioma Pampa transfronteiriço está exposto à degradação ambiental, com o grau tendendo a alto risco, devido às atividades antrópicas de desenvolvimento e expansão urbana e agropastoril, e por processos naturais cíclicos e induzidos aos quais o meio ambiente é submetido.

No que diz respeito à atividade geoturística, esta poderá causar impacto. Contudo, no caso dos lugares de interesse geológico que estão localizadas nos limites das unidades de conservação ou nas áreas ou zonas de amortecimento desses parques naturais – isso, é claro, se o tipo de uso for de Proteção Integral ou Sustentável –, o geoturismo poderá ter um caráter positivo, devido às limitações exigidas pelo plano de manejo para visitação pública das UCs.

Os acessos aos LIGs em territórios de geoparques ocorrem geralmente com acompanhamento de guias turísticos, e poderá ocorrer a fiscalização de guarda-parques. Além disso, existe nos geoparques chancelados pela UNESCO no Brasil e no Uruguai sistema de placas de sinalização para orientação dos geoturistas. Esses painéis são elaborados utilizando conceitos de geoeducação e geoconservação.

No caso da infraestrutura de acesso e apoio, como estradas, parques, trilhas, rede de hospedagem, centro de recepção, restaurantes e banheiros, serão construídos apenas caso atendam o que determina o plano de manejo da unidade de conservação e com as licenças ambientais exigidas pela legislação ambiental vigente do país.

A seguir quatro gráficos mostram a composição e distribuição percentual dos dados apresentados no quadro 24, começando pelo gráfico 2, que mostra a composição do patrimônio geológico de acordo com a relevância obtida com o uso do Geossit.

O gráfico 3 mostra a distribuição percentual por relevância e por país do patrimônio geológico inventariado no Pampa Transfronteiriço.

Os gráficos 4 e 5 mostram dados sobre o risco de degradação alto e médio a que está submetido o patrimônio geológico inventariado no Pampa por país, e depois comparando com o total existente dentro dos limites territoriais do bioma.

Quadro 25 – Patrimônio geológico: percentual de relevância por bioma/país do PG, SG, GN e GI e do Risco de Degradação (Alto + Médio).

BIOMA/PAÍS	PATRIMÔNIO GEOLÓGICO (PG)		SÍTIOS DA GEODIVERSIDADE (SG)		GEOSSÍTIOS NACIONAIS (GN)		GEOSSÍTIOS INTERNACIONAIS (GI)		RISCO DE DEGRADAÇÃO (RD) (Alto+Médio)	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem
BRASIL	36	52,94%	19	59,37%	14	48,28%	03	42,86%	20	55,55%
URUGUAI	23	33,82%	13	40,63%	08	27,59%	02	28,57%	16	69,56%
ARGENTINA	09	13,24%	00	00	07	24,13%	02	28,57%	06	66,66%
PAMPA TRANSFRONTEIRIÇO	68	100%	32	100%	29	100%	07	100%	42	61,76%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

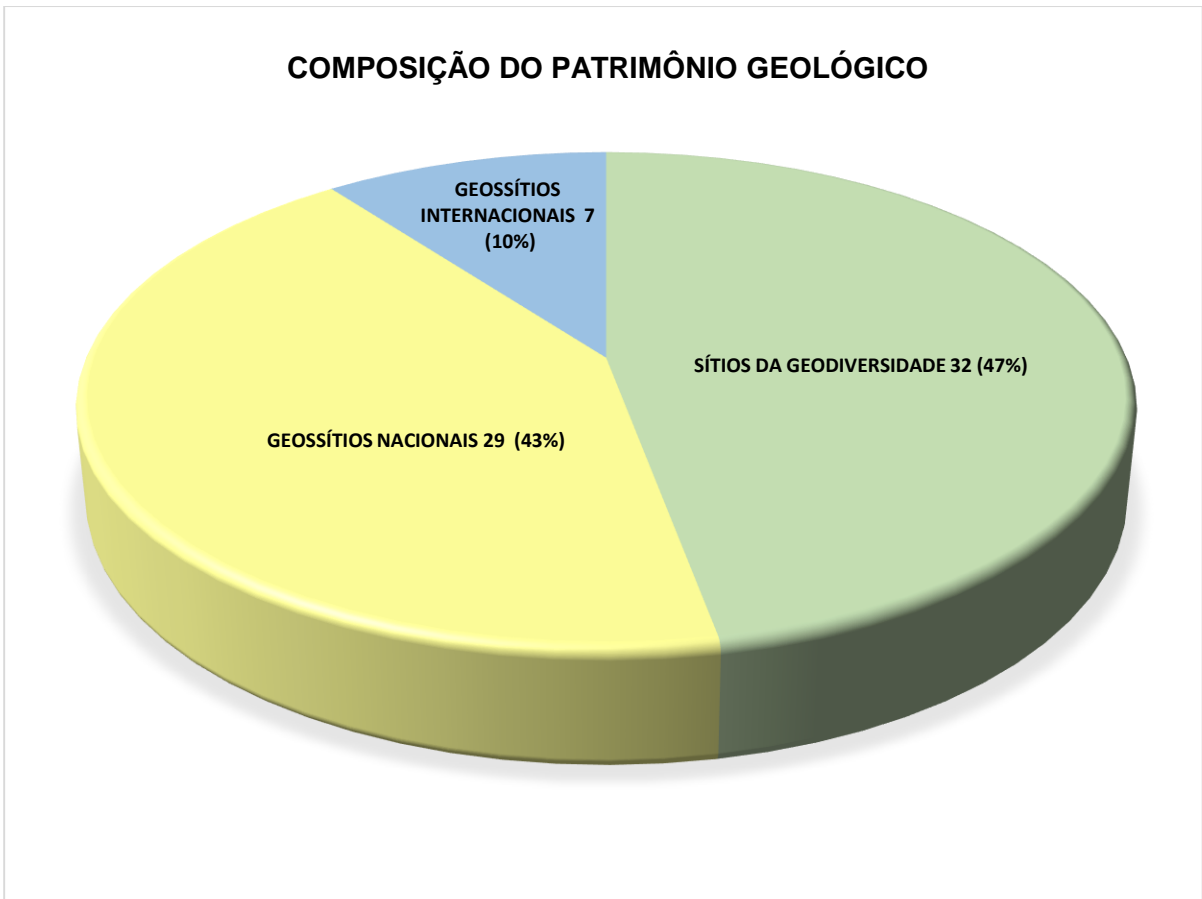


Gráfico 2 – Composição do patrimônio geológico de acordo com a relevância obtida com o uso do *Geossit*.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

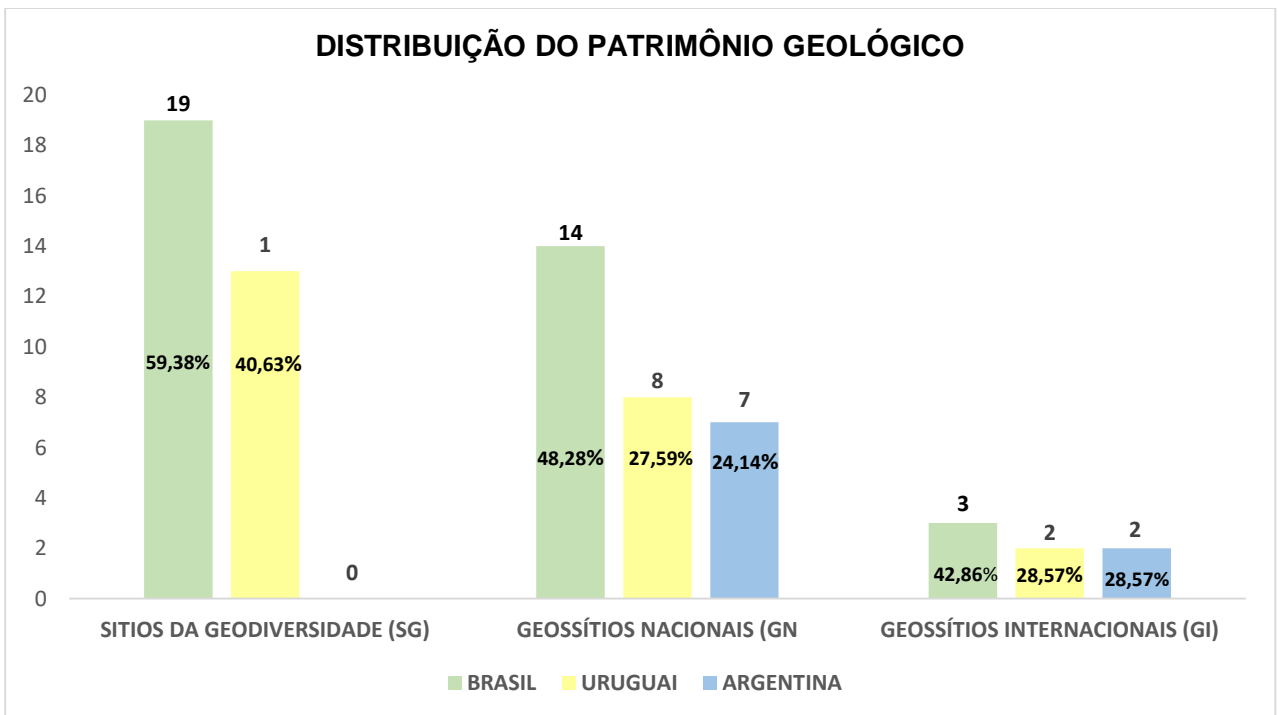


Gráfico 3 - Distribuição percentual por relevância e por país do patrimônio geológico inventariado no PampaTransfronteiriço.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

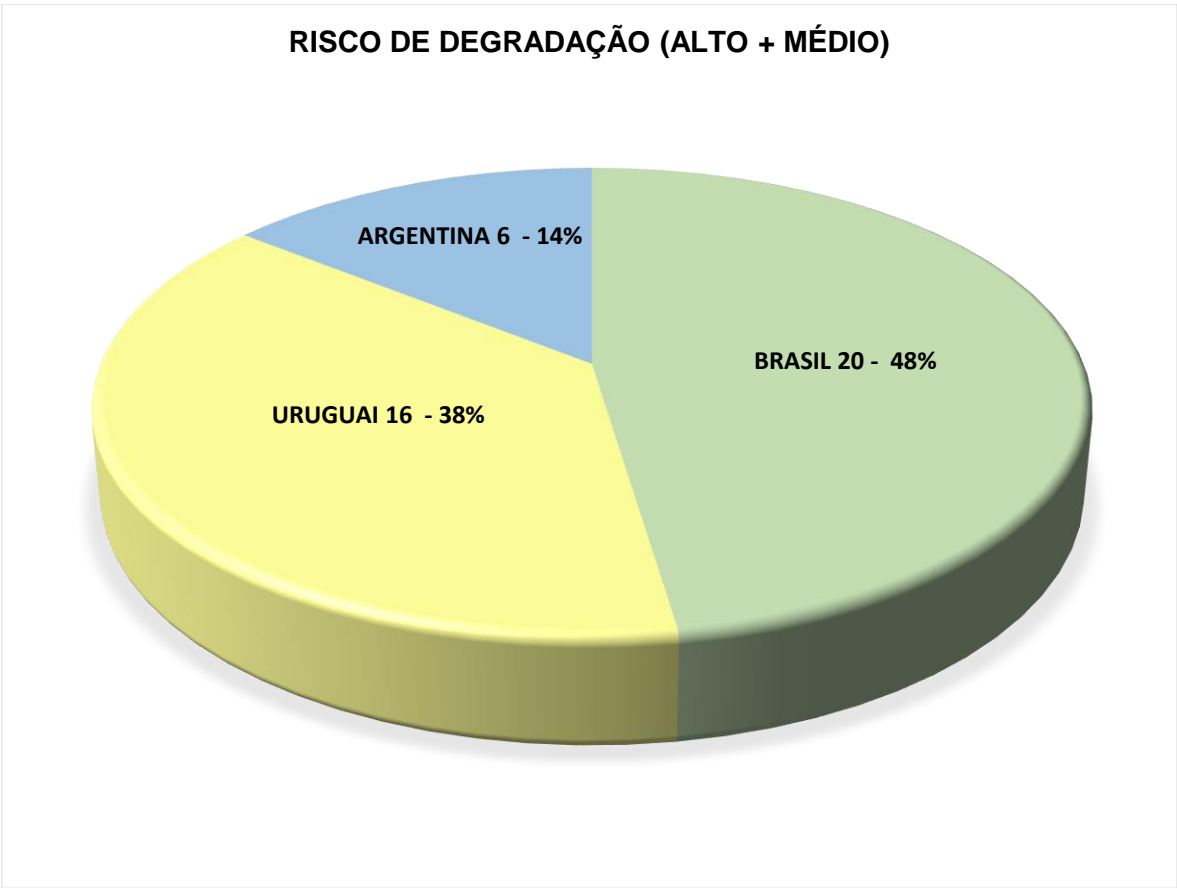


Gráfico 4 – Distribuição percentual por país do patrimônio geológico sobre risco de degradação alto+médio.
 Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

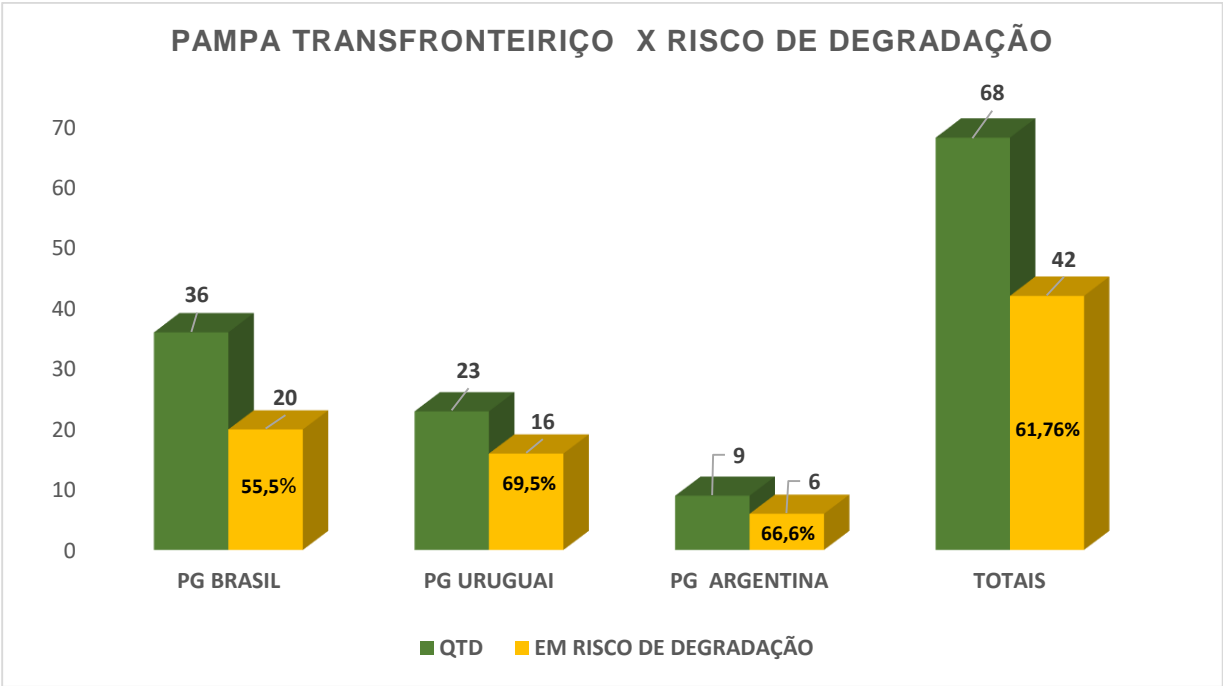


Gráfico 5 - Distribuição percentual do patrimônio geológico por país e no bioma Pampa Transfronteiriço sobre risco de degradação alto+médio.
 Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

Neste capítulo são apresentadas, em um primeiro momento, as estratégias de geoconservação a partir da criação de um Sistema de Gestão do Patrimônio Geológico (SGPG), sendo este sistema gerencial baseado nas diretrizes reconhecidas internacionalmente para implantação de Sistema de Gestão Ambiental no terceiro setor. E em um segundo momento, é apresentado o modo como foi elaborada a estrutura dos três programas balizadores para o funcionamento do SGPG, que são os programas de Geoconservação, Geoeducação e Geoturismo.

6.1 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO BASEADA NO SISTEMA DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

As estratégias de conservação são um conjunto de ações conectadas para a preservação, proteção e conservação dos geossítios e sítios da geodiversidade que compõem o patrimônio geológico da área, território ou região que está sendo inventariada (GORDON, 2019 e GORDON *et al.*, 2021).

Para isso, foi necessário identificar, primeiro, os valores científico, cultural e turístico, e o grau de risco de degradação a que esses LIGs estão expostos. Posteriormente, aplica-se o conceito de geoconservação em sua totalidade. Esse termo será apresentado e discutido para entender em que momento o prefixo “geo” é incorporado pelo termo conservação nos debates e na visão dos geocientistas nas últimas três décadas.

No ano de 1993, o geólogo Chris Sharples, pesquisador associado da Universidade da Tasmânia, publica o artigo *Geoconservation in forest management – principles and procedures*, em tradução literal, “A geoconservação na gestão florestal – princípios e procedimentos”.

O autor afirma a importância da geoconservação como forma de manejo em manter as características dos sistemas e processos geológicos e geomorfológicos e do solo. Ele define a geoconservação “como aquele esforço que tem como objetivo básico a conservação da geodiversidade pelos seus valores intrínsecos, ecológicos e (geo)patrimoniais” (traduzido pelo autor).

Em setembro de 2022, Sharples amplia o conceito em uma publicação, afirmando que a geoconservação visa a preservar a diversidade natural ou a geodiversidade de características e processos geológicos significativos, como o leito rochoso, aspectos geomorfológicos (relevo) e a conservação do solo, e a manter as taxas e magnitudes naturais de mudanças nessas características do meio físico e nos processos.

O autor complementa esse conceito sobre a geoconservação, alertando que os componentes abióticos do ambiente natural, tais como os componentes vivos, são fundamentais para a conservação da natureza, e, portanto, necessitam de uma gestão adequada.

Brilha (2005), baseado em Sharples (2002), propõe dois sentidos para o termo “geoconservação”. Em sua forma mais ampla, teria como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todos os tipos de recursos geológicos.

Em sentido mais restrito, seria apenas a conservação de alguns elementos da geodiversidade que tenham valores científicos acima da média.

Assim, a geoconservação é a base essencial para a bioconservação, pois a geodiversidade fornece a variedade de ambientes e pressões ambientais que influenciam diretamente na biodiversidade – o processo de degradação das formas de relevo, solos e águas terão impacto adverso em espécies biológicas – e nas comunidades que vivem em ou sobre esses ambientes.

Na proposta metodológica, a Associação de Serviços Geológicos e Mineração Ibero-americana (ASGMI), na assembleia geral em Salto/Argentina, no ano de 2018, definiu o termo “geoconservação” como o conjunto de ações, técnicas e medidas destinadas a assegurar a conservação (incluindo a reabilitação) e a gestão sustentável do patrimônio geológico, com base na análise dos seus valores intrínsecos, da sua vulnerabilidade e do seu risco de degradação.

Em resumo, geoconservação é a conservação do patrimônio geológico, e deverá ser abordada por meio de quatro ações: inventários; legislação; geoconservação *stricto sensu*; e divulgação e uso público.

A geoconservação, segundo Gordon (2019), inclui a proteção das características dos geossítios que compõem o patrimônio geológico e a aplicação dos princípios de geoconservação de uma forma geral, com foco na gestão sustentável de uma ampla gama de categorias de áreas protegidas, como: Rede de Geoparques

Globais (GGN/UNESCO), Reservas da Biosfera, Patrimônios da Humanidade, Sítios RAMSAR e Áreas Marinhas protegidas, o que beneficiaria a conservação da geodiversidade e conseqüentemente da biodiversidade.

Segundo Gordon *et al.* (2021, p 323), “a geoconservação é principalmente o processo de conservação do patrimônio geológico, incluindo sua gestão, proteção e promoção através da interpretação e educação, geralmente em áreas protegidas ou conservadas”.

Isso inclui o reconhecimento da identidade formal ou informal dos geossítios e sítios da geodiversidade que têm uma única ou uma variedade de características e processos geológicos ou geomorfológicos dignos de proteção por conta de seu valor científico obtido com o uso do aplicativo Geosit.

O patrimônio geológico do bioma Pampa transfronteiriço, identificado e inventariado pelos serviços geológicos nacionais, foi quantificado e qualificado no capítulo 5 desta tese. Observou-se que 61,76% deste patrimônio geológico está em risco médio de degradação, com tendência a alto em termos de vulnerabilidade ambiental, devido a ações antrópicas, como urbanização, obras de infraestrutura, pecuária, agricultura industrial e mineração.

A avaliação do risco ambiental do patrimônio geológico do bioma Pampa necessita de um conjunto de ações propostas dentro de um grupo de programas gerenciados pelo Sistema de Gestão do Patrimônio Geológico (SGPG).

Mesmo que cada país envolvido tenha legislações específicas, os programas que contêm os passos que devem ser realizados para o planejamento, implantação e execução do conjunto de ações para obter os resultados previstos para a preservação, proteção e conservação do patrimônio geológico no bioma Pampa têm arcabouço jurídico.

Em linhas gerais, a proteção ambiental do seu patrimônio geológico é estratégica para que as comunidades e suas gerações futuras possam entender a evolução geológica do planeta Terra.

Os programas que formam o sistema de gestão do patrimônio geológico são os seguintes: geoconservação, geoeducação e geoturismo. Estes têm como objetivo a plena gestão dos geossítios e sítios de geodiversidade integrantes da geodiversidade do bioma Pampa Transfronteiriço, visando à sua proteção e preservação com impactos ambientais positivos para a conservação da biodiversidade desse bioma.

Os programas terão escopo bem definido, contendo introdução, justificativa, metodologia, objetivos e metas, governança e órgãos responsáveis e avaliação de resultados.

6.1.1 PROGRAMA DE GEOCONSERVAÇÃO

O programa de geoconservação tem a sua estrutura baseada nos princípios definidos e adaptados de Gordon *et al.* (2018). Tais princípios são utilizados nas ações que devem ser aplicadas na proteção da geodiversidade e conseqüentemente no patrimônio geológico do bioma Pampa Transfronteiriço.

O resultado almejado é a conservação dos geossítios e sítios da geodiversidade inventariados em uma área que tem características bem específicas, como sua ampla extensão territorial, que se estende por três países - Brasil, Argentina e Uruguai - com diferentes políticas públicas para a área das geociências e de proteção do meio ambiente.

Os princípios, segundo o autor, estão descritos a seguir e foram utilizados para embasar a estrutura do programa de geoconservação:

- A geoconservação eficaz requer uma abordagem sistemática de todos os aspectos da identificação e gestão dos geossítios e dos sítios da geodiversidade;
- Os múltiplos valores do patrimônio geológico devem ser identificados, quantificados e qualificados com o uso do aplicativo Geossit;
- A interação e a interdependência da geodiversidade e da biodiversidade devem ser reconhecidas na gestão da geoconservação;
- Os sistemas e processos naturais devem ser geridos de forma espacialmente integrada;
- A gestão da conservação de sistemas ativos deve basear-se no entendimento dos processos abióticos subjacentes;
- Os impactos das alterações climáticas globais devem ser avaliados;
- A suscetibilidade dos sistemas naturais, como suas alterações, deve ser reconhecida e gerida dentro dos limites da sua capacidade de absorver essas modificações.

Deve-se, portanto, propor, para lugares sensíveis de interesse geológico, plano de gestão e controle dos geoturistas com ações que promovam a educação e a interpretação do patrimônio natural abiótico e biótico.

O programa de geoconservação proposto para o bioma Pampa foi adaptado e modificado a partir da publicação *Diretrizes para geoconservação em áreas protegidas*, da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2023).

Nessa elaboração, utilizaram-se como base modelos de programas ambientais norteadores de estudos de impactos ambientais (EIAs) e procedimentos, práticas e técnicas empregadas para a implantação e gerenciamento de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) regulamentados pela NBR ISO 14001, que o terceiro setor utiliza para reduzir o impacto de suas atividades no meio ambiente e promover o bem-estar ambiental para a sociedade.

No Quadro 26 é apresentada a proposta de estruturação do programa de geoconservação, com a descrição resumida da premissa básica do programa, justificativa para sua implementação, metodologia, objetivos e metas, ações para a geodiversidade local, órgãos responsáveis e governança, e cronograma e resultados.

Quadro 26 – Estrutura do Programa de Geoconservação.

(continua)

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
INTRODUÇÃO	O programa tem como premissa básica a conservação e gestão do patrimônio geológico e da geodiversidade do bioma Pampa e a promoção do reconhecimento das inter-relações e interações com os aspectos biológicos e a biodiversidade.
JUSTIFICATIVA	Conservar, proteger e preservar o patrimônio geológico é poder entender e aprender sobre a história evolutiva de 4,5 milhões de anos da Terra. Assim as autoridades nacionais e internacionais devem utilizar todas as medidas legais, financeiras e organizacionais para evitar a destruição dos lugares de interesse geológico do Pampa. Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra (1991)
METODOLOGIA	Inventariação do patrimônio geológico com a utilização do aplicativo Geossit, identificando os valores científicos, culturais e turísticos (BRILHA, 2016).
OBJETIVOS E METAS	Elaborar o inventário completo do patrimônio geológico do bioma e definir o valor e relevância mensurar o risco ambiental e divulgar os resultados para elaboração do arcabouço jurídico específico para conservação desse patrimônio dentro de prazos que sejam adequados à necessidade urgente de implantação de programas de geoconservação.
AÇÕES PARA GEODIVERSIDADE LOCAL	Criar planos de ações em escalas internacionais, nacionais, regionais e locais com metas mensuráveis de conservar e proteger o patrimônio geológico e a geodiversidade e que possam ser implantados a curto prazo. Os planos devem 1) conter a) mecanismos de proteção dos geossítios, sítios da geodiversidade e das paisagens; b) formas de manejo e identificação das ameaças ambientais e antrópicas; c) monitoramento e avaliação da integridade dos geossítios e sítios da geodiversidade; d) definição da origem das fontes de recursos e fomentos de forma contínua para a execução das ações de conservação; e) canais de comunicação e educação para engajamento das comunidades locais; e 2) definir a gestão compartilhada entre as governanças para eleger os responsáveis pela gestão do patrimônio geológico internacional.

Quadro 26 – Estrutura do Programa de Geoconservação.

(conclusão)

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
<p>GORVENANÇA E ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil: Ministério do Meio Ambiente e Serviço Geológico do Brasil; • Argentina: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Serviço Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); • Uruguai: Ministerio de Ambiente e Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE).
<p>AVALIAÇÃO E RESULTADOS</p>	<p>A eficácia dos objetivos e metas e das ações propostas no programa de geoconservação deverá ser avaliada anualmente por comissões de especialistas dos órgãos governamentais locais. Os resultados são normalmente avaliados em relação aos objetivos originais do planejamento, mas também se devem levar em conta avaliações mais genéricas de como a geoconservação tem avançado com as ações empreendidas. Os resultados devem ser quantificados, pois fornecerão informações fundamentais para que as organizações governamentais façam os ajustes necessários para o progresso da conservação dos geossítios e sítios da geodiversidade. Essas informações deverão ser publicadas em relatório anual e divulgadas nos sites dos órgãos responsáveis e de governança local.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.1.2 PROGRAMA DE GEOEDUCAÇÃO

O programa de geoeducação busca ampliar a conscientização e o envolvimento da sociedade por meio da educação ambiental e da interpretação, duas partes essenciais para entender as ações propostas no programa de geoconservação. Contar a história geológica de uma região, como o bioma Pampa, equivale a contar às pessoas parte da história evolutiva da Terra.

O desafio é tornar a história geológica inovadora e de fácil compreensão, pois as informações sobre o patrimônio geológico podem ser muito complexas e de difícil entendimento ao cidadão comum.

Segundo James Hutton (1795), o estudo da Terra “pode proporcionar à mente humana tanta informação como entretenimento”, sendo um dos maiores desafios comunicar a imensidão do tempo geológico a um público pouco familiarizado com os conceitos básicos das geociências.

Na construção e desenvolvimento do conceito científico de geoeducação, Moura-Fé *et al.* (2016) considera a geoeducação como a segunda estratégia geoconservacionista, entendendo-a como um ramo específico da educação ambiental a ser aplicado na geoconservação, e que deve ser tratado, fomentado e desenvolvido nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino.

A geoeducação é conceituada por Soares, Nascimento e Moura-Fé (2018) como um ramo científico que propõe, a partir dos objetivos, princípios, conceitos e metodologias da Educação Ambiental, se consolidar como uma das estratégias de geoconservação.

O programa de geoeducação deverá buscar aporte no que já foi desenvolvido para a construção dos princípios e bases legais pertinentes à educação ambiental (EA) e, a partir desse amplo escopo teórico-metodológico, elaborar ações e práticas (geo)educativas (SOARES; NASCIMENTO; MOURA-FÉ, 2018) a serem aplicadas para fortalecer e divulgar o programa de geoconservação para a população que habita o extenso território pampeano.

O processo de geoeducação pode ocorrer de três formas: a formal, que é ensinar de forma estruturada dentro da escola, sendo um processo educacional aplicado por um professor; a não formal, que é uma forma de educar na escola ou fora dela, como um curso ao ar livre; e a informal, que é o ensinamento não intencional, uma aprendizagem experimental (Moura-Fé *et al.*, 2021).

A geoeducação é uma das ferramentas essenciais para que o programa de geoconservação tenha os resultados propostos atingidos de forma plena na proteção da geodiversidade e conseqüentemente do patrimônio geológico.

No Quadro 26 é apresentada a proposta de estruturação do programa de geoeducação com a descrição resumida da premissa básica do programa, justificativa para sua implementação, metodologia, objetivos e metas, ações geoeducativas, governança e órgãos responsáveis, e avaliação e resultados.

Quadro 27 – Estrutura do Programa de Geoeducação.

(continua)

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
INTRODUÇÃO	O programa de geoeducação tem como premissa básica explicar para a coletividade como ocorrem os processos geológicos na natureza e como interpretar o patrimônio geológico existente no bioma Pampa e as relações da geodiversidade com a biodiversidade local com estratégias e ações em níveis formais, não formais e informais de ensino.
JUSTIFICATIVA	A geoeducação utiliza o arcabouço teórico-metodológico da EA, que se propõe a conscientizar os cidadãos por meio de um processo pedagógico participativo permanente para criar uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e a importância de proteger e conservar o patrimônio geológico e a geodiversidade. É fundamental, nesse programa, divulgar conhecimentos com técnicas de comunicação em massa, trabalhar habilidades que resultem na criação de novas atitudes, hábitos e valores, e envolver e sensibilizar a sociedade e cada cidadão para que este entenda e seja divulgador, e multiplicador desse conhecimento, pois é urgente conservar, proteger e preservar os elementos do meio abiótico.
METODOLOGIA	Serão utilizadas ações diretas para a prática da geoeducação, com o uso de comunicação por meios digitais, tais como aplicativos, e comunicação por meios convencionais, como campanhas turísticas nacionais com foco na divulgação do patrimônio geológico, palestras educativas em instituições de ensino em todos os níveis, cartilhas e folders contendo informações da história evolutiva da Terra com foco no bioma Pampa. A elaboração de um plano interpretativo envolvendo os LIGs colaboraria para desenvolver um design padronizando a informação a ser utilizada em painéis, folder, mapas e outros meios interpretativos que são utilizados em centros de recepção ao geoturista, nas estradas e acessos a áreas de geoparque e nos mirantes e geotrilhas existentes dentro destes territórios.
OBJETIVOS E METAS	O objetivo principal é o desenvolvimento de ações geoeducativas para explicar e divulgar para a sociedade em geral o significado dos termos “geodiversidade” e “patrimônio geológico”, e a importância de proteger o patrimônio geológico e a geodiversidade do bioma Pampa.
AÇÕES GEOEDUCATIVAS	Ações geoeducativas têm como objetivo educar para a formação de uma consciência ambiental e mudar comportamentos, atitudes e procedimentos na relação entre os diferentes públicos-alvo e o meio natural. Temos como exemplo a atividade “GEODIA”, organizada pelas entidades brasileiras: Associação Brasileira de Defesa do Patrimônio Geológico e Mineiro (AgeoBR), Federação Brasileira de Geólogos (FEBRAGEO), e Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM). Outro objetivo é a criação pelos governos nacionais, em todos os níveis de ensino, de disciplinas de educação ambiental e legislação ambiental e que estas abordem o tema geodiversidade e todos os termos correlacionados a esse conceito, como “patrimônio geológico”, “geossítios” e “sítios da geodiversidade”, “geoconservação”, “geoturismo” e “geoeducação”.

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
GOVERNANÇA E ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil: Ministério da Educação, Ministério do Meio Ambiente e Serviço Geológico do Brasil; • Argentina: Ministerio de Educación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Serviço Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); • Uruguai: Ministerio de Educación y Cultura, Ministerio de Ambiente e Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE).
AVALIAÇÃO E RESULTADOS	<p>A eficácia dos objetivos e metas e das ações propostas no programa de geoeducação deverá ser avaliada anualmente por comissões de especialistas dos órgãos governamentais locais. Os resultados são normalmente avaliados em relação aos objetivos originais do planejamento, mas também se devem levar em conta avaliações mais genéricas de como têm avançado as ações empreendidas. Os resultados devem ser quantificados, pois fornecerão informações fundamentais para que as organizações governamentais façam os ajustes necessários para o progresso da conservação dos geossítios e sítios da geodiversidade. As informações deverão ser publicadas em relatório anual e divulgadas nos sites dos órgãos responsáveis e de governança local.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

6.1.3 PROGRAMA DE GEOTURISMO

O programa de geoturismo é baseado em um segmento do turismo que vem crescendo a cada ano, sendo a nova tendência em termos de opções dos turistas que buscam visitar e conhecer áreas naturais onde os atrativos principais são os aspectos geológicos e geomorfológicos (MOREIRA, 2014).

O geoturismo foi definido por Newsome e Dowling (2010) como uma forma de turismo natural, área que se concentra especificamente em geologia e paisagem – promovendo o turismo aos geossítios e a conservação da geodiversidade – e conseqüentemente na compreensão das Ciências da Terra por meio da observação e aprendizagem.

Já Thomas A. Hose (2012) define que o geoturismo moderno é baseado em três aspectos inter-relacionados: a geoconservação, a geo-história e a geointerpretação, conhecidos como “os 3 Gs”. Baseado nessa premissa, o geoturismo ficou definido como “o fornecimento de instalações interpretativas e de serviço para geossítios e geomorfossítios e sua topografia abrangente, juntamente com seus associados artefatos in situ e ex situ, para construir constituintes para sua conservação, gerando apreciação, aprendizagem e pesquisa para as gerações atuais e futuras” (HOSE; VASILJEVIĆ, 2012, p. 38-39).

Assim, o geoturismo promove a conservação de atributos geológicos (geoconservação), bem como a compreensão do patrimônio geológico e da geodiversidade através de uma interpretação adequada.

A visita a um geossítio permite ao geoturista acesso ao conhecimento geológico e às características bióticas e culturais, promovendo uma visão holística do meio ambiente e levando o geoturista a uma maior compreensão e apreciação das paisagens naturais a partir de sua evolução geológica (DOWLING; NEWSOME, 2020).

Ao promover o geoturismo, com o intuito de torná-lo um segmento turístico viável economicamente, fortalece-se o uso de forma sustentável do espaço geográfico e de seus aspectos constituintes, que são a geodiversidade, o patrimônio geológico e a biodiversidade. Pela importância ambiental desses atrativos, é urgente a proteção dos geossítios a fim de evitar sua degradação ou destruição (SILVA *et al.*, 2021).

No Quadro 28 é apresentada a proposta de estruturação do programa de geoturismo, com a introdução, em que são expostos: descrição resumida da premissa básica do programa, a justificativa para sua implementação, metodologia, objetivos e metas, ações geoturísticas, governança e órgãos responsáveis e, por fim, a avaliação e resultados.

QUADRO 28 – ESTRUTURA DO PROGRAMA DE GEOTURISMO.

(continua)

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
INTRODUÇÃO	O programa de geoturismo tem com premissa básica promover a proteção do patrimônio geológico existente no bioma Pampa transfronteiriço e incentivar a visitação nas áreas naturais onde ocorram relevantes histórias geológicas registradas nos geossítios e sítios da geodiversidade.
JUSTIFICATIVA	O geoturismo promove a conservação de atributos geológicos do Pampa, sendo mais uma estratégia de geoconservação, pois, por meio de técnicas de geoeducação, busca facilitar a compreensão ao geoturista do significado e importância do patrimônio geológico e da geodiversidade.
METODOLOGIA	Propor projetos que sirvam para qualificar o turismo, com foco no geoturismo, junto à comissão parlamentar do turismo e com bases nas políticas públicas que planejam e gerenciam o turismo nacional, no caso do Brasil, o MTur. Estas propostas devem ser baseadas em emendas parlamentares, para que os investimentos dos recursos financeiros seja na infraestrutura turística básica para revitalizar e reformar, por exemplo, estradas e rodovias de acesso aos geoparques, terminais rodoviários, aeroporto, estações férreas e terminais fluviais, lacustres e marinhos, em centros de apoio ao turista, em museus, na reforma e construção de mirantes e na construção de centros de qualificação de mão de obra para os setores de gastronomia, hotelaria e turismo (MTur, 2023).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 28 – Estrutura do Programa de Geoturismo.

(conclusão)

SUMÁRIO	DESCRIÇÃO
OBJETIVOS E METAS	O objetivo principal é o desenvolvimento do geoturismo em áreas naturais com patrimônio geológico singular e, com o uso de ferramentas de geoeducação, esclarecer e divulgar para o visitante o significado dos termos “geodiversidade”, e “patrimônio geológico”, e a importância de proteger o patrimônio geológico e a geodiversidade do bioma Pampa. E, ainda, divulgar para o geoturista as bases da prática do turismo responsável, como o respeito às culturas locais e ao meio ambiente.
AÇÕES GEOTURÍSTICAS	O objetivo principal é o desenvolvimento do geoturismo em áreas naturais com patrimônio geológico singular e, com o uso de ferramentas de geoeducação, esclarecer e divulgar para o visitante o significado dos termos “geodiversidade”, e “patrimônio geológico”, e a importância de proteger o patrimônio geológico e a geodiversidade do bioma Pampa. E, ainda, divulgar para o geoturista as bases da prática do turismo responsável, como o respeito às culturas locais e ao meio ambiente.
GOVERNANÇA E ÓRGÃOS RESPONSÁVEIS	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil: Ministério do Turismo (MTur), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Serviço Geológico do Brasil (SGB); • Argentina: Ministerio de Turismo y Deportes e Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); • Uruguay: Ministerio de Turismo e Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE).
AVALIAÇÃO E RESULTADOS	A eficácia dos objetivos e metas e das ações propostas no programa de geoturismo deverá ser avaliada anualmente por comissões de especialistas dos órgãos governamentais locais. Os resultados são normalmente avaliados em relação aos objetivos originais do planejamento, mas também se devem levar em conta avaliações mais genéricas de como têm avançado as ações empreendidas. Os resultados devem ser quantificados, pois fornecerão informações fundamentais para que as organizações governamentais façam os ajustes necessários para incentivar o geoturismo em geoparques e áreas naturais. Os resultados deverão ser publicados em relatório anual e divulgados nos sites dos órgãos responsáveis e da governança local.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

7 SÍNTESE INTERPRETATIVA

A proposta da pesquisa de doutorado selecionou uma biorregião de pradarias, localmente denominada de Pampa, para saber qual é o valor do patrimônio geológico representado por geossítios e sítios da geodiversidade que registram a história geológica de uma área com aproximadamente 733.962 quilômetros quadrados. Assim foi formulada a seguinte pergunta: qual seria o valor patrimonial (natural) que o bioma Pampa, na América Latina, tem que é capaz de conferir a esse bioma uma área de singularidade em termos de patrimônio geológico?

O bioma Pampa transfronteiriço tem uma geologia complexa e diferenciada distribuída em uma área que se estende por três países – o Brasil, Uruguai e Argentina –, e isso se reflete na sua geodiversidade. Ao ser realizado o levantamento do patrimônio geológico existente, identificaram-se 68 geossítios e sítios da geodiversidade. Trata-se de uma amostragem expressiva que permitiu reconhecer o potencial natural do meio abiótico.

A amostra do patrimônio geológico, segundo o quadro 16, aponta que no território brasileiro estão localizados 52,94% dos geossítios e sítios da geodiversidade; no Uruguai, ocorrem 33,82%; e na Argentina, apenas 13,24%, sendo que 48,53% do patrimônio geológico são classificados como geossítios.

Nesse grupo ocorrem os geossítios de relevância nacional, que na amostragem representam 38,24%, e os geossítios de relevância internacional, que são 10,29%. Desse patrimônio geológico inventariado, 61,74% estão sob risco alto a médio de degradação ambiental.

Este dado é reforçado porque apenas seis geossítios e um sítio da geodiversidade estão sob proteção, por estarem dentro dos limites de unidades de conservação oficiais, o que representa apenas 10,29% do número total do patrimônio geológico até o momento inventariado.

Esses valores percentuais revelam que existe sim um valioso patrimônio geológico no bioma Pampa. Entretanto, no Brasil, o processo de inventariação está em execução pelo Serviço Geológico do Brasil e ainda não foi publicado; no Uruguai, encontra-se em fase inicial de elaboração para sua execução, e está a cargo da equipe de geólogos da DINAMIGE; e na Argentina, já foi publicado pelo SEGEEMA.

Após a publicação dos resultados pelos serviços geológicos, o Brasil e o Uruguai poderão ter visão da grandeza do patrimônio geológico do Pampa, um bioma que tem uma biodiversidade exuberante e que é muito estudada pelos pesquisadores da flora e fauna. Muitas ações ambientais por parte do governo, ONGs e instituições de pesquisa buscam proteger e conservar essa biorregião estratégica para o sul da América Latina.

A hipótese 1 propõe que, por meio do conhecimento da geodiversidade, é possível saber a atual situação do patrimônio geológico. Conforme o estudo, reconhecer a geodiversidade foi fundamental para identificar regiões dentro do Pampa com geologia complexa e conseqüentemente com uma grande geodiversidade, o que resulta no número maior de lugares de interesse geológico, ou seja, geossítios e sítios de geodiversidade com destacado valor científico que irão compor o patrimônio geológico deste bioma.

Na abordagem da hipótese 2, o reconhecimento do patrimônio geológico revela ser fundamental para propor as estratégias de geoconservação. Ao realizar a inventariação com o uso do aplicativo Geossit, obteve-se a relevância de cada sítio geológico e o risco de degradação ambiental, o que fundamentou a proposta de elaboração de um Sistema de Gestão do Patrimônio Geológico que contém três programas: o de geoconservação, o de geoeducação e o de geoturismo.

8 RECOMENDAÇÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O trabalho de pesquisa, ao selecionar como área de trabalho o bioma Pampa, busca, em um contexto mais amplo, associar a importância da geodiversidade não apenas como indutor da formação de uma biodiversidade peculiar e específica, predominantemente de campos e pradarias, característica biótica que ocorre devido ao predomínio do tipo climático temperado nesta biorregião, como também mostrar a existência de um importante patrimônio geológico, resultado de uma formação geológica diversificada e complexa, que necessita primeiro ser reconhecido, para que posteriormente se proponham ações de geoconservação.

A pesquisa, ao longo de seu processo de desenvolvimento, encontrou limitações metodológicas que devem ser consideradas, que foram:

- 1) a não realização de todas as etapas de campo devido à questão da pandemia, o que dificultou a obtenção de informações de campo e a geração de um memorial fotográfico adequado dos lugares de interesse geológico;
- 2) a dificuldade de obter as bases cartográficas para a organização do SIG e para a edição dos mapas; e
- 3) as limitações que o aplicativo *Geossit* impôs por ser uma plataforma desenvolvida pelo SGB e que foi adaptada para ser utilizada para avaliar os sítios geológicos do Uruguai e da Argentina.

Em relação às pesquisas sobre geodiversidade, patrimônio geológico e estratégias de conservação, a tese tem como diferencial primeiro a área selecionada, que foi pelo limite territorial do bioma, que é uma unidade com uma especial biodiversidade.

Os limites foram redefinidos pela geologia, e associar esta geologia singular do Pampa com a geodiversidade, e mostrar que este bioma tem como base uma especial geodiversidade, que é o suporte para a biodiversidade.

As duas características do meio abiótico, os tipos litológicos e os domínios geológicos ambientais colaboraram para a seleção de lugares de interesse geológico e mostraram que porções do Pampa com menor número de tipos litológicos refletem diretamente na existência de um menor número de sítios geológicos.

A complexa geodiversidade do Pampa transfronteiriço reflete na quantidade de geossítios e sítios da geodiversidade inventariados neste estudo. Associada a esse meio abiótico, a biodiversidade, formada pela flora e fauna, característica de regiões temperadas, forma um importante bioma que sofre com impactos ambientais negativos e para o qual as ações de preservação são poucas. Isto é apontado pelo número de unidades de conservação existentes nos três países e pelo baixo número de geoparques.

Existem ao total 49 unidades de conservação legalmente criadas dentro dos limites do bioma Pampa, sendo que apenas sete geossítios e sítios da geodiversidade estão dentro dos limites destas unidades. Embora seja importante para flora e fauna, esta estratégia de conservação da biodiversidade é de pouco alcance para a geoconservação do patrimônio geológico. A existência de dois geoparques, o Grutas del Palacio e o Caçapava, mostra ainda que pode ser proposta a criação de mais territórios específicos para geoconservação, para além dos 68 geossítios e sítios da geodiversidade inventariados no Pampa.

Os programas de geoconservação, geoeducação e geoturismo têm em seus escopos um conjunto de ações que podem ser implementadas em cada país sem a necessidade de acordos internacionais.

Porém, para esse bioma, que tem níveis de pressão ambiental alarmantes, deveriam os órgãos ambientais federais articular parcerias para a elaboração de políticas internacionais de proteção ambiental do patrimônio geológico já inventariado pelos serviços geológicos nacionais.

Esse patrimônio geológico é formado por rochas, formas de relevo e fósseis que contam a história geológica do planeta Terra. Esses afloramentos rochosos são os denominados geossítios, locais-chave para o entendimento da história e da dinâmica evolutiva da Terra. Por terem essa representatividade científica, essas paisagens devem ser preservadas.

Para a execução do projeto de doutorado, foram levantados dados nos bancos de dados dos serviços geológicos nacionais SGB – Brasil, DINAMIGE – Uruguai, e SEGEMAR – Argentina. Esses dados foram qualificados e quantificados com o uso da plataforma Geossit, bem como analisados e posicionados com o uso do Google Earth e do ArcGIS. Além disso, foi realizada uma extensa e criteriosa pesquisa bibliográfica para subsidiar a estruturação da tese.

Para a análise de cada geossítio e sítio da geodiversidade, foi apresentada uma figura com a posição espacial, além de duas fotografias representativas dos sítios.

A imagem de satélite possibilita a análise das diferenças de relevo, a ocorrência de rocha ou solo exposto, a visualização espacial de sua localização em relação a áreas urbanas e acessos, os corpos d'água (rios, arroios e açudes), a forma de uso e ocupação do solo (como áreas de reflorestamento ou pastagens) e as possíveis vulnerabilidades ambientais frente aos processos de ocupação urbana, agricultura, e obras de grande porte, como parques eólicos e mineração.

O cenário paisagístico revela uma diversificação de elementos geológicos, como afloramentos rochosos, sedimentares e paleontológicos, cachoeiras, campo de blocos e matacões, cerros e morros testemunhos, cavernas, grutas e cavas das minas. Esse patrimônio geológico mostra como o bioma Pampa tem imenso potencial para a prática do geoturismo.

A pesquisa do doutorado produziu informações de uma extensa região, que tem sua biodiversidade mais estudada e conseqüentemente com mais ações de conservação.

Porém, no que tange à geodiversidade, ainda carece de políticas públicas e programas específicos para a geoconservação. Nesse contexto, a geoeducação deve ser tratada como um incentivo para esse novo segmento do turismo que é o geoturismo.

Como recomendação, é necessário ampliar os levantamentos e mapeamentos cartográficos para elaboração de mapas básicos de geologia, geomorfologia, solos e de recursos hídricos utilizando como limites a área do bioma em escala regional, pois estes dados cartográficos seriam fundamentais para ampliar estudos do meio abiótico.

Desse modo, gerariam-se informações na área de geociências, como o reconhecimento da geodiversidade e do patrimônio geológico, porque são dados e insumos fundamentais para aplicar no planejamento territorial, uma vez que eles identificam as adequabilidades e limitações para os diferentes tipos de uso para o desenvolvimento econômico dos terrenos formadores do bioma Pampa Transfronteiriço.

O bioma Pampa, por mostrar uma complexa e diferenciada geologia distribuída em uma extensa área de aproximada de 733.962 quilômetros quadrados, reflete em uma diversificada geodiversidade, apresentou, como resultado do inventário, um patrimônio geológico composto por um conjunto de 68 geossítios e sítios da

geodiversidade, onde 61,76% está sob risco alto a médio de degradação ambiental em razão do modelo de desenvolvimento econômico em uso pela Argentina, Brasil e Uruguai.

A proteção deste valioso patrimônio geológico tem urgência devido à degradação ambiental identificada, e, dentro do contexto da pesquisa, os resultados apresentados, como os três programas de geoconservação, geoeducação e geoturismo formadores do Sistema de Gestão do Patrimônio Geológico, em conjunto com os dados do inventário, são fundamentais para a elaboração de um arcabouço jurídico-legal que contenha instrumentos legais para assegurar a conservação, a gestão sustentável e, por fim, modernizar a legislação ambiental, sendo este um grande desafio do século XXI para Argentina, Brasil e Uruguai.

REFERÊNCIAS

- ALESSANDRETTI, L. **Geoquímica, proveniência e ambiente tectônico da faixa dobrada Sierra de La Ventana e da bacia Claromecó**. Província de Buenos Aires, Argentina. 2012. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72097/000881634.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014. DOI: [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507).
- ANAHY DE LAS MISIONES. Dirigido: Sérgio Silva. Produção: M. Schmiedt, Produções Consórcio Europa Severiano Ribeiro e Quanta Brasil. Brasil: 1997. 1 DVD.
- ANUARIO COLECCIONABLE PUNTA DEL ESTE INTERNACIONAL. 2023. Disponível em: <https://puntadelesteinternacional.com/category/ayer-y-hoy/>. Acesso em: 27 jul. 2023.
- ARGENTINA. Ministerio de Ambiente. Gobierno de La Provincia de Buenos Aires. Areas Naturales Protegidas. **Cerro Ventana**. 2023a. Disponível em: https://www.ambiente.gba.gob.ar/anp/cerro_ventana. Acesso em: 30 mar. 2023.
- ARGENTINA. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Parques Nacionales. Sistema de Información de Biodiversidad. 2023b. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/parquesnacionales/sib>. Acesso em: 27 jul. 2023.
- ARRARTE, C. P. **Plantaciones Forestales e Impactos sobre el ciclo del agua**. Un Análisis a partir del Desarrollo de las Plantaciones Forestales. Sociedad Sueca para la Conservación de la Naturaleza (SSNC). Montevideo: Grupo Guayubira, 2007. 56 p. Disponível em: <https://www.uruguayambiental.com/publicaciones/PerezArrartePlantacionesForestales.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.
- ASGMI - Asociación de Servicios de Geología y Minería de Iberoamérica. **Bases para el desarrollo común del Patrimonio Geológico en los Servicios Geológicos de Iberoamérica**. Iberoamérica unida por la Gestión Integral del Patrimonio Geológico. Propuesta metodológica aprobada en la XXIV Asamblea General de ASGMI. Salta, Argentina, agosto de 2018. 19 p.
- BAEZA, S. *et al.* Two decades of land cover mapping in the Río de la Plata grassland region: The MapBiomias Pampa initiative. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 28, 100834, Nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100834>.
- BARBERENA, M. C. Tetrápodes Triássicos do Rio Grande do Sul – Vertebrados fósseis de fama mundial. In: SCHOBENHAUS, C. *et al.* (ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002. 554 p.
- BECK, H.; ZIMMERMANN, N.; MCVICAR, T. *et al.* Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Sci Data** 5, 180214 (2018). DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>.
- BERBERT-BORN, M. Aplicativo *Geossit*: Cadastro de Sítios geológicos. Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade. Brasília: CPRM, 2023. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BERTOLINI, J. C. *et al.* La costa entrerriana del río Paraná: un compendio de historia natural. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA* (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. p. 427-435. **Anales** 46, I, 446 p.

BIANCO, T. M. *et al.* Yacimiento paleoicnológico de Pehuen Co: un patrimonio natural en peligro. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPUBLICA ARGENTINA: CSIGA* (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. P. 509-520. **Anales** 46, I, 446 p.

BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en Las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil, Buenos Aires**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, JM Kaplan Fund, 2004. 323 p. Disponível em: http://awsassets.wwf.panda.org/downloads/libro_avps_bilenca_y_minarro_2004.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

BOLDRINI, I. L. A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. *In: PILLAR, V. de P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES, A. V. A. (ed.). Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília/DF: MMA, 2009. Cap. 4, p. 63-77. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Portaria nº 170, de 20 de junho de 2012**, institui o Grupo de Trabalho Interministerial de Sítios Geológicos e Paleontológicos (GTI-SIGEP). Brasília, DF: 2012.

BRASIL. Ministério do Turismo (MTur). Secretaria Nacional de Estruturação do Turismo, Secretaria Nacional de Qualificação e Promoção do Turismo e Secretaria Nacional de Desenvolvimento e Competividade do Turismo. **Cartilha Parlamentar do Ministério do Turismo**. Brasília, DF: 2018, 2019, 2021, 2022 e 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/-publicacoes/cartilha-parlamentar>. Acesso em: 30 mai. 2023.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134, jun. 2016. DOI: DOI 10.1007/s12371-014-0139-3.

BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005. 190 p. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

BRILHA, J. *et al.* Geodiversity: An integrative review as a contribution to the sustainable management of the whole of nature. **Environmental Science and Policy**, n. 86, p. 19-28, 2018. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/54728/1/brilha_et_al_2018.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

BROWN, A. *et al.* (ed.). **La Situación Ambiental Argentina 2005**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2006. 587 p.

BURKART, K. One Earth. Bioregiões estrutura biogeográficas do mundo. 2020. Disponível em: <https://www.oneearth.org/bioregions-2020/>. Acesso em: 31 ago. 2021.

CABALLERO, J. P. **Inventario de geosítios en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio**. 2020. 84 f. Trabajo final para la obtención del título de Licenciado en Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de La República Oriental del Uruguay, Uruguay, 2020.

CAMPO, A. M. *et al.* Geografía Física del suroeste bonaerense. Guía de Observaciones de campo. *In: JORNADAS NACIONALES DE GEOGRAFIA FISICA*, IX, 2012, Bahía Blanca. Anais. Bahía Blanca: Departamento de Geografía y Turismo. Universidade Nacional del Sur. 27 p.

CARCAVILLA URQUÍ, L.; DURÁN, J. J.; Y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *In: Congreso Geológico de España*, VII, Las Palmas de Gran Canaria. 2008. **Geo-Temas**, 10, p. 1299-1303, 2008.

CARCAVILLA URQUÍ, I.; MARTÍNEZ, J. L.; VALSERO, J. J. D. **Patrimonio Geológico y Geodiversidad**: Investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Madrid: Instituto Geológico y Minero de Madrid, 2007. 360 p. Serie: Cuadernos del Museo Geominero, nº 7.

CENDRERO, A. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. *In: MOPTMA. El Patrimonio Geológico*. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996. 112 p. P. 17-38.

CHEMALE JÚNIOR, F. Evolução Geológica do Escudo Sul-rio-grandense. *In: HOLZ, M.; ROS, L. F. (ed.). Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO-UFRGS, 2000. P. 13-52.

CHOMENKO, L. Pampa: um bioma em risco de extinção. **IHU On-Line, Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, São Leopoldo, n. 247, p. 4-7, dez. 2007. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/media/pdf/IHUOnlineEdicao247.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CINGOLANI, C. A. Tandilia: Las rocas y los fósiles más antiguos de la Argentina. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. **Anales** 46, I, 446 p.

CLEMENTS, F. E. **Dynamics of Vegetation**. New York: The H. W., 1949.

COLINVEAUX, P. **Ecology 2**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1993.

COSTA, O. L. da. **Identificação de Charcoal e nível de Roofshale no Afloramento Quitéria, Formação Rio Bonito, Permiano da Bacia do Paraná, e suas consequências para o passado, presente e futuro**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado. Janeiro de 2013. 49p.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasileira**, Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>.

COUTINHO, L. M. **Biomias brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 28 p. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Biomias-Brasileiros-DEG.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

DA ROSA, Á. A. S. *et al.* Passo das Tropas, Santa Maria, RS. Marco bioestratigráfico Triássico na evolução paleoflorística da Gondwana na Bacia do Paraná. *In: Winge, M. et al. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2013. V. 3. 332 p.

DE PAULA, R. R. **Geologia estrutural das serras Curamalal e Bravard, porção oeste do Cinturão móvel paleozoico Sierra de la Ventana** (Argentina). 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

DIJKSHOORN, K. *et al.* **Update of the 1:5 million Soil and Terrain Database for Latin America and the Caribbean** (SOTERLAC; version 2.0). Wageningen: ISRIC, 2005. Report 2005/01, ISRIC – World Soil Information.

DOWLING, R.; NEWSOME, D. Geotourism: definition, characteristics and international perspectives. *In: DOWLING, R.; NEWSOME, D. Handbook of geotourism*. Editora: Edward Elgar Publishing – EE, 2018. Cap. 1. 22 p.

DUARTE, J. E. C. *et al.* **Anuário Mineral Estadual** – Rio Grande do Sul, 2018 ano base 2017. Brasília: Agência Nacional de Mineração, 2019. 55 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Solos**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 30 mar. 2023.

ESRI® ARCMAP™. Esri, Digital Globe, Geotye, Earthstar, Geographis, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, 2019.

FARAONE, M. Valoración del patrimonio geológico en Uruguay: hacia la definición de contextos geológicos como estrategia para un inventario nacional de geosítios. *In: BALLESTEROS, X. et al. (ed.). XIV REUNIÓN DE LA COMISIÓN DE PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA*. Geo-Temas Sociedad Geológica de España. **Resumos**, v. 19, p. 45-48, 2022.

FLORIDA. Gestão Departamental. Intendencia de Florida. Sitio oficial de la República Oriental del Uruguay. 2023. Disponível em: <https://www.gub.uy/intendencia-florida/>. Acesso em: 28 jul. 2023.

FOLGAR, C. *et al.* (ed.). **Mapa de Integración Geológica de la Cuenca del Plata y Áreas Adyacentes**. Boletín de Lanzamiento. Comisión Temática de Geología y Recursos Minerales. MERCOSUR. SGT 9 – Minería y Energía. Montevideo, 2001. 54 p.

GALLEGO, E.; GARCÍA CORTÉS, A. Introducción. *En: MOPTMA (Ed.). El patrimonio geológico*. Ideas para su protección, conservación y utilización, 11-16. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA), 1996.

GARCIA-CORTÉS, A.; URQUÍ, L. C. **Documento Metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico** (IELIG). Madrid: Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Geológico y Minero de España, 2013. Disponível em: <https://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

GEOPARQUE Grutas del Palacio. Uruguay: UNESCO, 2023. Disponível em: <https://www.geoparque.uy/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GLOBAL GEOPARKS NETWORK (GGN). International Association on Geoparks (2004 e 2014). Disponível em: <https://globalgeoparksnetwork.org/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

GIRAUDO, A. (dir.). **Geoparque: Grutas del Palacio**. Panda Educacion Ambiental. Uruguay, 2013. 33 p.

GÓMEZ, J.; SCHOBENHAUS, C.; MONTES, N. E. (ed.). **Geological Map of South America**. Scale 1:5 000 000. Commission for the Geological Map of the World (CGMW), Colombian Geological Survey and Geological Survey of Brazil. Paris, 2019.

GÓMEZ, J.; SCHOBENHAUS, C.; MONTES, N. E. (comp.). **Geological Relief Map of South America**. Scale 1:5 000 000. Commission for the Geological Map of the World (CGMW), Colombian Geological Survey and Geological Survey of Brazil. Paris, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14682/2022GRMSA>.

GOOGLE EARTH PRO e GOOGLE MAPS. Provedora de serviços Google LLC©. Versão 7.3.6.9345 (64-bit). 2022.

GORDON, J. E. Geoconservation principles and protected area management. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 7, Issue 4, p. 199-210, Dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.12.005>.

GORDON, J. E. *et al.* Enhancing the Role of Geoconservation in Protected Area. Management and Nature Conservation. **Geoheritage**, v. 10, p. 191-203, 2018.

GORDON, E. J. *et al.* Including geoconservation in the management of protected and conserved areas matters for all of nature and people. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 9, Issue 3, p. 323-334, Sept. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.05.003>.

GRAY, M. Geodiversity: a significant, multi-faceted and evolving, geoscientific paradigm rather than a redundant term. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 132, Issue 5, p. 605-619, 2021. ISSN 0016-7878. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2021.09.001>.

GRAY, M. Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 124, Issue 4, p. 659-673, June, 2013.

GRAY, M. Geodiversity: developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, UK, v. 119, Issues 3-4, p. 287-298, 2008.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd., 2004. 434 p.

GUALEGUAYCHÚ. **Termas**. Rexal y Naturaleza. Argentina, 2023. Disponível em: <https://www.gualeguaychu.tur.ar/termas/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

HASENACK, H. *et al.* **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das savanas uruguaias em escala 1:500 000**. Porto Alegre: UFRGS, Centro de Ecologia, 2010.

PROJETO IB/CECOL/TNC, PRODUTO 4. ISBN 978-85-63843-16-6. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/sistemas-ecologicos-das-savanas-uruguaias/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

HASTENRATH, S. **Climate Dynamics of the Tropics**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1991. 488 p.

HAY. Hutukara Associação Yanomami. **Plano de gestão territorial e ambiental terra indígena Yanomami**. Boa Vista, Roraima: BMF Gráfica, 2019. 164 p.

HENRIQUES, M. H. P. *et al.* Geoconservation as an Emerging Geoscience. **Geoheritage**, Germany, v. 3, n. 2, p. 117-128, 2011.

HOLZ, M. Sequence stratigraphy of a lagoonal estuarine system – an example from the lower Permian Rio Bonito Formation, Paraná Basin, Brazil. **Sedim. Geol.**, v. 162, n. 3-4, p. 301-327, 2003.

HOSE, T. A. “Geoturismo” europeo: interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. *In*: BARRETINO, D.; WINBLETON, W. A. P.; GALLEGOS, E. (org.). **Patrimonio Geológico: conservación y gestión**. Madrid: ITGE, 2000. P. 127-146.

HOSE, T. A. Geotourism – selling the earth to Europe. *In*: MARINOS, P. G. *et al.* (ed.). **Engineering geology and the environment**. Rotterdam: AA Balkema, 1997. P. 2955-2960.

HOSE, T. A. **Is it any fossicking good?** Or behind the signs – a critique of current geotourism interpretative media. Unpublished paper delivered to the Tourism in Geological Landscapes Conference (DoENI/Geological Survey NI/GeoConservation Commission). Belfast: Ulster Museum, 1998.

HOSE, T. A. Selling the story of Britain's stone. **Environmental Interpretation**, v. 10, n. 2, p. 16-17, 1995.

HOSE, T. A. Writ in stone: a critique of geoconservation panels and publications in Wales and the Welsh borders. *In*: COULSON, M. R. (ed.). **Stone in Wales**. Cardiff: Cadw, 2005. P. 54-60.

HOSE, T. A. 3G's for Modern Geotourism. **Geoheritage**, v. 4, p. 7-24, 2012.

HOSE, T. A.; VASILJEVIĆ, D. A. Defining the nature and purpose of modern geotourism with particular reference to the United Kingdom and South-East Europe. **Geoheritage**, v. 4, p. 25-43, 2012.

HOY CANELONES. El diario local al servicio del departamento. 2023. Disponível em: <https://hoycanelones.com.uy/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

HUTTON, J. Theory of the Earth with proofs and illustrations. Edinburgh: printed for messrs Cadell, junior, and Davies, and William Creech, 1795-1899. e | **rara**, ETH-Bibliothek Zürich, 3 v., 23 Sept. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3931/e-rara-19688>.

IANNUZZI, R. Afloramento Morro do Papaléo, Marina Pimentel, RS. Registro ímpar da sucessão sedimentar e florística pós-glacial do Paleozóico da Bacia do Paraná. *In*: WINGE, M. *et al.* (ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 2ª ed. Brasília: CPRM, 2009. V. 2. 516 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases Cartográficas Contínuas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas.html>. Acesso em: 26 mar. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**. Compatível com a escala 1:250 000/IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Série Relatórios Metodológicos. V. 45. 161 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. N. 4. 430 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. N. 7. 171 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil. 2002**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html> . Acesso em: 15 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vegetação Brasileira 1:5.000.000|2004B** rasil: IBGE, 2004. 1 mapa color. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html?=&t=o-que-e> . Acesso em: 26 mar. 2023.

IGN. Instituto Geográfico Nacional da Argentina. Disponível em: <https://www.ign.gob.ar/>. Acesso em: 23 mar 2023.

INDEC. Instituto Nacional de Estadística Y Censos. **Censo nacional de población, hogares y viviendas 2022**: resultados provisionales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos – INDEC, 2023. 82 p. Disponível em: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/cnphv2022_resultados_provisionales.pdf. Acesso em: 22 fev. 2023.

INE. Instituto Nacional de Estadística. **Anuario Estadístico Nacional 2022**, 99ª versión. Uruguay: Instituto Nacional de Estadística del Uruguay, 2022. 366 p.

INTENDENCIA de Maldonado. Uruguay, 2023. Disponível em: <https://maldonado.gub.uy/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

IRIZÁBAL, H. *et al.* **Paisaje protegido Localidad Rupestre de Chamangá**. Área Propuesta para ser integrado al Sistema Nacional de áreas Protegidas en la categoría Paisaje Protegido. Uruguay: Departamento de Flores, 2006. 26 p.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **About IUCN**. Switzerland, 2023. Disponível em: <https://www.iucn.org/pt/node/32212>. Acesso em: 26 mar. 2023.

IUGS. International Union of Geological Sciences. Deposits Of Amethysts Of Los Catalanes Gemological District Uruguay. *In*: IUGS. **The first 100 IUGS geological heritage sites**. Spain: IUGS, 2022. P. 210-211.

JASPER, A. *et al.* Afloramento Quitéria, Encruzilhada do Sul, RS, Sedimentos lagunares com singular associação fitofossilífera da Formação Rio Bonito. *In: WINGE, M. et al. (ed.). Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil.* 2ª ed. Brasília: CPRM, 2009. V. 2. 516 p.

JASPER, A. *et al.* Depositional cyclicity and paleoecological variability in Quitéria Outcrop – Rio Bonito Formation, Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 21, p. 276-293, 2006.

JASPER, A. *et al.* Palaeobotanical evidence of wildfires in the Late Palaeozoic of South America – Early Permian, Rio Bonito Formation, Paraná Basin, Rio Grande do Sul State, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 26, p. 435-444, 2008.

KAMPF, N.; STRECK, E. V. Solos. *In: VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A. Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre: CPRM, 2010. P. 51-70. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

KÖPPEN, W. **Handbuch der Klimatologie in fünf Bänden.** Das geographische system der klimate. Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger, 1936. 44 p.

LIMA, F. F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro.** 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, 2008.

LINKE, S. *et al.* Global hydro-environmental sub-basin and river reach characteristics at high spatial resolution. **Sci Data**, v. 6, n. 283, Dec. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0300-6>.

LOPES, L. B. S. de O.; ARAÚJO, J. L. L. Princípios e Estratégias de Geoconservação. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, Piauí, v. 3, n. 7, p. 66-78, out. 2011.

LOURENÇO, F. S.; CRÓSTA, A. P. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento geológico para a caracterização da possível estrutura de impacto do Cerro do Jarau, Quaraí – RS. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, XV, 2011, Curitiba, PR. Anais [...].* Curitiba: INPE, 2011, p. 7494-7501. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/06.28.14.00/doc/p0191.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LOVELOCK, J. Gaia: **Um novo olhar sobre a vida na Terra.** Lisboa: Edições 70, 1995. 168 p.

LOYOLA, R. *et al.* **Áreas Prioritárias para Conservação e Uso Sustentável da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2014. 80 p.

MAGMA GEOPARK. Geoparque Global da UNESCO. Rede Europeia de Geoparques. 2010. Disponível em: <https://magmageopark.no/en/>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MARQUES, L. Brasil, 200 anos de devastação. O que restará do país após 2022? Bicentenário da Independência. **Estudos Avançados**, v. 36, n. 105, maio/ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2022.36105.011>.

MEDINA, W. M. **Propuesta Metodológica para el Inventario del Patrimonio Geológico de Argentina**. 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, 2012. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22783/1/Walter%20Manuel%20Medina.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

MIÑARRO, F.; BEADEI M.; BILENCAI, D. **Las Áreas Valiosas de Pastizal, un paso hacia una visión Ecorregional de la conservación de Los Pastizales Pampeanos**. La Situación Ambiental Argentina. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2006. 587 p.

MIRANDA, F.; LEMA, H. Panorama actual del patrimonio geológico en Argentina. **Boletim Paranaense de Geociências**, Paraná, v. 70, p. 87-102, 2013.

MONTANARELLA, L. *et al.* (ed.). **Atlas de solos de América Latina e do Caribe**. European Commission, Joint Research Centre, Directorate-General for International Cooperation and Development, Institute for Environment and Sustainability, 2015. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2788/237332>. Acesso em: 25 mar. 2023.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 2ª ed. Revisada e atualizada. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157 p.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio Geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas**. 2008. 428 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MOURA-FÉ, M. M. *et al.* Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. *In*: SEABRA, G. (org.). **Educação Ambiental & Biogeografia**. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016. V. II. P. 829-842.

MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; ANDRADE, A. B. NIGEP na Comunidade: Geoeducação na região metropolitana do Cariri (RMC), Ceará. **Revista de Extensão – REVEXT**, Pró-Reitoria de Extensão – PROEX, Universidade Regional do Cariri – URCA, Crato, Ceará, v. 2, n. 1, p. 384-389, out./dez. 2021.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: Princípios Teóricos e Bases Legais. *In*: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (org.). **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas, SP: Instituto de Geociências Unicamp, 2017. P. 3054-3065. DOI: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1953>.

MUÑOZ, E. E. Georrecursos culturales. *In*: AYALA-CARCEDO, F. J.; PARDO, J. (ed.). **Geologia Ambiental**. Madrid: ITGE, 1988. P. 85-100.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. [S.l.]: SBG, 2008. 82 p.

NEWSOME, D.; DOWLING, R. K. **Geotourism: the tourism of geology and landscape**. Oxford: Goodfellow, 2010.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p.

NOGUEIRA, J. A. **Mineiros e Engenheiros: memória, identidade e trabalho nas Minas do Camaquã entre 1970 e 1996**. 2012. 194 f. Dissertação (Mestrado em História) – Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9637>. Acesso em: 26 mar. 2023.

ODUM, E. **Fundamentals of Ecology**. London: W. B., 1971.

ONE EARTH. Project Marketplace. Organização sem fins lucrativos. Disponível em: <https://www.oneearth.org/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

OPENSTREETMAP FOUNDATION. OpenStreetMap Project. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/#map=4/-19.44/-54.49>. Acesso em: 16 jun. 2023.

OYHANTÇABAL, P. B. *et al.* Piedras dimensionales en Uruguay: situación y perspectivas. **Litos: La revista de la piedra natural**, n. 98, p. 72-96, 2008.

PAIM, P. S. G. Minas do Camaquã, RS: marco da história da mineração de cobre no Brasil. *In: SCHOBENHAUS, C. et al. (ed.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM, 2002. 554 p.

PAIM, P. S. G.; CHEMALE JÚNIOR, F.; WILDNER, W. Estágios evolutivos da Bacia do Camaquã (RS). **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 183-193, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13748>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PAIM, P. S. G. *et al.* Guaritas do Camaquã, RS – Exuberante cenário com formações geológicas de grande interesse didático e turístico. (SIGEP 076). *In: WINGE, M. et al. (ed.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2013. V. 2. 332 p.

PEIXOTO, C. A. B. **Caracterização Ambiental dos Geossítios da Proposta: Projeto Geoparque Guaritas-Minas do Camaquã/RS**. 2015. 135 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PEIXOTO, C. A. B. **Estratégias de geoconservação do patrimônio geológico do bioma pampa transfronteiriço para a preservação da geodiversidade e o desenvolvimento do geoturismo**. 2021. 56 f. Qualificação (Doutorado) – Programa de Pós-graduação da Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22716>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PEIXOTO, C. A. B. **Guaritas** – Minas do Camaquã – Proposta. Serviço Geológico do Brasil. Brasil: Ministério de Minas e Energia, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 2017. 82 p.

PEIXOTO, C. A. B. Patrimônio geológico do pampa brasileiro onde ações de geoconservar, geopreservar e geoprotoger são os desafios do século XXI. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território – GOT**, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento Territorial – CEGOT, n. 24, dez. 2022. Disponível em: <http://www.cegot.org/ojs/index.php/GOT/article/view/05>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PEREA, D. **Xenarthra fósiles del Uruguay: Distribución estratigráfica; caracterización osteológica y sistemática de algunos Tardigrada**. 1998. 113 f. Tesis (Doutorado) – PEDECIBA Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La República Uruguay, 1998.

PEREIRA, F. G. **O Pampa como Bioma e Paisagem Cultural**: um estudo de Percepção Ambiental e Preferência Paisagística. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geografia – Análise Ambiental) – Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal de Rio Grande, 2012.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina** (Bahia – Brasil). 2010. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências – Especialidade em Geologia) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, 2010.

PETRY, K. **Feições de Interação Vulcano-Sedimentares**: seu uso como indicadores de contemporaneidade no magmatismo Rodeio Velho (Meso-Ordoviciano) e no vulcanismo Serra Geral (Cretáceo Inferior). 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2006. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISIN/OS/3042>. Acesso em: 26 mar. 2023.

PICCHI, D. **Evaluación de Metodologías para el Inventario de Geosítios del Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio**. 2018. 127 f. Trabajo Final (Licenciatura en Geología) – Facultad de Ciencias, Universidad de La República Uruguay, 2018.

PIRIAPOLIS HOY. Portal dedicado à história e ao presente da cidade de Piriápolis. 2023. Disponível em: <https://pt.piriapolishoy.com/que-hacer/paseos-y-atractivos>. Acesso em: 28 jul. 2023.

PORTA, F. P. *et al.* **Carta geológica del Uruguay**. Escala: 1:500.00. Programa Cartografía Geológica del Uruguay. Montevideo: Ministerio de Industria y Minería, Dirección Nacional de Minería y Geología, 1985. 97 p.

PRECIOZZI, F. *et al.* **Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a escala 1: 500.000**, DINAMIGE – MIEM. Uruguay, 1985. 97 p.

RAMOS, R. G.; MOREIRA, J. C. Características e exemplos da oferta gastronômica relacionada ao patrimônio geológico no âmbito da Rede Global de Geoparques (GGN). **Revista Mangút: Conexões Gastronômicas**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 56-73, jun. 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/mangut/article/view/41733>. Acesso em: 28 mai. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. Lei estadual nº 14.708, de 15 de julho de 2015, declara o Município de Caçapava do Sul "Capital Gaúcha da Geodiversidade". PALÁCIO PIRATINI, Porto Alegre, 15 de julho de 2015. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rs/lei-ordinaria-n-14708-2015-rio-grande-do-sul-declara-o-municipio-de-cacapava-do-sul-capital-gaucha-da-geodiversidade>. Acesso em: 29 mar. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul – SEMA. **Proposta de criação de unidade de conservação na região do Cerro do Jarau, município de Quaraí, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEMA, Departamento de Florestas e áreas protegidas e Divisão de Unidade de Conservação, 2013. 45 p.

ROSS, J. L. S. O relevo brasileiro no contexto da América do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 61, n. 1, p. 21-58, jan./jun. 2016.

ROSS, J. L. S. *et al.* Macroformas do relevo da América do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 38, p. 58-69, 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v38i1.158561>.

RUCHKYS, U. A. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**: potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO. 2007. 211 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

RUCHKYS, U. A. *et al.* Abordagem metodológica da geodiversidade e temas correlatos em Geossistemas Ferruginosos. **Caderno de Geografia**, v. 28, Número Especial 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28nespp1>.

SÁNCHEZ, J. P. **Mapeamento geológico-estrutural do astroblema de Cerro do Jarau-RS**. 2014. 178 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2014.

SANGUINETTI, P. I. M. **Inventario de geossítios para la geoconservación en los geositios Balneario Don Ricardo, Piedras Blancas y Falla Villasboas, en el Geoparque Mundial UNESCO Grutas del Palacio**. 2021. 87 f. Trabajo Final de Grado (Licenciatura en Geología) – Facultad de Ciencias, UDELAR, Universidad de La República Uruguay, 2021.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. Revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHOBENHAUS, C. **Inventário do Patrimônio Geológico do Brasil** (Proposta Metodológica). Brasil: Serviço Geológico do Brasil, jun. 2018. 25 p. Relatório interno.

SCHOBENHAUS, C. **Projeto Patrimônio Geológico do Brasil** – A memória da Terra que nos cabe conhecer e cuidar. Brasil: Serviço Geológico do Brasil, 2021. 54 p. (Nota Técnica – DEGET/2021).

SCHOBENHAUS, C. **Relatório de Viagem a Portugal**: Geoparque Arouca e Naturtejo. Brasil: Ministério de Minas e Energia, Serviço Geológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 2010.

SCHOBENHAUS C. *et al.* Inventário do Patrimônio Geológico do Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, SBG, 50, 2021, Brasília. **Anais** [...], Brasília, 2021, v. 1, p. 44 Disponível em: https://50cbg.com/wp-content/uploads/2021/07/50%C2%BACBG_Anais-Volume-1.pdf. Acesso em: 26 mar. 2023.

SCHOBENHAUS, C. *et al.* (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002. V. I. 554 p.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (org.). **Geoparques do Brasil**: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. V. 1. 748 p.

SEGEMAR. Serviço Geológico de Mineração Argentino. Geología y Recursos Minerales. **Patrimônio Geológico**. Argentina: Ministerio de Economía, s2023. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/segemar/geologia-y-recursos-minerales/patrimonio-geologico>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Geossit**. Brasil: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2023a. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Geoparques**. 2023b. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Projeto-Geoparques-5416.html>. Acesso em: 26 mai. 2023.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Geoparques do Brasil:** Propostas. 2012. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Projeto-Geoparques-5416.html>. Acesso em: 26 mai. 2023.

SGM. Serviço Geográfico Militar. **Atlas Cartográfico del Uruguay.** 2ª ed. 2013. 318 p. Versión digital en formato libro electrónico realizada por Antel.

SHARPLES, C. A. **Concepts and principles of Geoconservation.** Australia: Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002. 82 p.

SIERRAS de la ventana. **Cerro Tres Picos.** Argentina, 2023. Disponível em: <https://www.sierrasdelaventana.com.ar/naturales/cerro-tres-picos/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

SILVA, C. R. (ed.). **Geodiversidade do Brasil:** conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/1210>. Acesso em: 30 jun. 2023

SILVA, E. L.; MENEZES, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4ª ed. Rev., atualiz. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2005. 138 p. Disponível em: https://tccbiblio.paginas.ufsc.br/files/2010/09/024_Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes1.pdf. Acesso em: 14 jun. 2023.

SILVA, G. B. *et al.* Potencialidades do Geoturismo para a Criação de uma Nova Segmentação Turística no Brasil. **Revista Turismo em Análise – RTA**, ECA-USP, v. 32, n. 1, p. 1-18, jan./abr. 2021.

SILVA, J. F. A.; AQUINO, C. M. Ações Geoeducativas para divulgação e valorização da Geodiversidade e do Geopatrimônio. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 9, n. 17, p. 1-12, jan./abr. 2018.

SOARES, L. N.; NASCIMENTO, R. L.; MOURA-FÉ, M. M. **Proposta de aplicação da geoeeducação no geopark Araripe.** *In:* SINAGEO – SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, XII, Crato, Ceará, 2018. Tema Paisagem e Geodiversidade: a valorização do patrimônio geomorfológico brasileiro. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/5/5-151-2015.html>. Acesso em: 26 mar. 2023.

SOMMER, M. G.; SCHERER, C.M. S. Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata (Mata e São Pedro do Sul), RS. Uma das mais importantes “Florestas petrificadas” do planeta. SIGEP 09. *In:* SCHOBENHAUS, C. *et al.* (ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** Brasília: DNPM, 2002. 554 p.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021.

SPOTURNO, J. J.; OYHANTÇABAL, P. B. (coord.). **Mapa geológico del departamento de Maldonado.** Memoria explicativa. Proyecto Mapas Geologicos Departamentales. Escala 1/100 000. Acuerdo de Cooperación Científica Y Técnica, Facultad de Ciencias – Udelar. Montevideo: Dirección Nacional de Minería Y Geología – MIEM, 2012.

SZPEINER, A.; MARTÍNEZ-GHERSA, M. A.; GHERSA, C. M. Agricultura pampeana, corredores biológicos y biodiversidad. **Ciencia hoy**, v. 17, n. 101, p. 38-46, 2007.

TECHERA, J. *et al.* **Mapa Geológico del Distrito Proyecto Ágatas y Amatistas.** Escala: 1:30.000. Fase I: Cartografía Geológica y Relevamiento Minero del Distrito Geológico Los

Catalanes. División Geología. Uruguay: MIEMDINAMIGE Dirección Nacional de Inería y Geología, 2007.

TECHERA, J. *et al.* **Proyecto Ágatas y Amatistas**. Fase II: Exploración detallada de los yacimientos de amatista en el distrito geológico Los Catalanes. División Geología. Uruguay: MIEMDINAMIGE Dirección Nacional de Inería y Geología, 2011.

TUJCHNEIDER, O. C. *et al.* El corredor termal del río Uruguay – Acuífero transfronterizo, un tesoro compartido. *In:* COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. **Anales** 46, I, 446 p.

UICN. União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. **Relatório Anual 2019**. América do Sul Escritório Regional – Quito, Equador. Copyright: ©202. 92 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2019-038-Pt.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Convenção para a proteção do patrimônio mundial, cultural e natural**. Paris: UNESCO, 1972. 16 p. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **IGCP 726 GEOfood for sustainable development in UNESCO Global Geoparks**. UNESCO, 2021a. Disponível em: <https://en.unesco.org/international-geoscience-programme/projects/726>. Acesso em: 23 fev. 2023.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **International Geoscience Programme (IGCP)**. 2021b. Disponível em: <https://es.unesco.org/node/314913>. Acesso em: 26 mar. 2023.

URUGUAY. Ministério de Industria, Energía y Minería. **Minería y Geología**. Dirección Nacional de Minería y Geología – DINAMIGE. Visualizador Geológico – Minero de la Dirección Nacional de Minería y Geología. 2023. Disponível em: <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/mineria-geologia>. Acesso em: 30 mar. 2023.

USGS. United States Geological Survey. Centro de Observação e Ciência dos Recursos Terrestres (EROS). 2010. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-multi-resolution-terrain-elevation>. Acesso em: 30 mar. 2023.

VIEIRA, L. F. S. **A Valoração da Beleza Cênica da Paisagem do Bioma Pampa do Rio Grande do Sul**: Proposição conceitual e metodológica. 2014. 251 f. Tese (Doutorado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências/Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A. **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM. 2010. 250 p. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade.

VIGLIZZO, E. F.; FRANK, F. C.; CARREÑO, L. Situación ambiental en las ecorregiones Pampa y Campos y Malezales. *In:* BROWN, A. *et al.* (eds.). **La Situación Ambiental Argentina**. Argentina: Fundación Vida Silvestre, 2005. 582 p. P. 263-269.

VIOLANTE, R. A. *et al.* Río de La Plata y delta del Paraná: «Mirar el río hecho de tiempo y agua...» J. L. Borges. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina.* Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. **Anales** 46, I, 446 p.

VOGLINO, D. Las barrancas del Río Paraná en la provincia de Buenos Aires: un escalón en la llanura. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina.* Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. **Anales** 46, I, 446 p.

VOGLINO, D.; LIPPS, E. Las cavernas naturales del río Paraná (Buenos Aires, Argentina). *In: CONGRESO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, I, 2003, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, 2003.* Disponible em: <https://www.yumpu.com/es/document/view/19515082/cavernas-naturales-del-rio-parana>. Acesso em: 27 jul. 2023.

VOGLINO, D.; PARDIÑAS, U. F. J. Roedores sigmodontinos (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) y otros micromamíferos pleistocénicos del norte de la provincia de Buenos Aires (Argentina): reconstrucción paleoambiental para el Ensenadense cuspidal. *Argentina: Ameghiniana*, v. 42, n. 1, p. 143-158, 2005.

WEAVER, J. E.; CLEMENTS, F. E. **Plant Ecology**. London: McGraw-Hill Book Co., 1938.

WILDNER, W.; LOPES, R. C. Evolução Geológica: do Paleoproterozoico ao recente. *In: VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre: CPRM, 2010. p. 15-34.

WINGE, M. *et al.* (ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. 516 p. V. 2.

WINGE, M. *et al.* (ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2013. 332 p. V. 3.

WORLD WILDLIFE FUND – WWW. OLSON, D. M. *et al.* (ed). *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth (PDF, 1.1M).* 2004.

ZÁRATE, M. *et al.* Los acantilados de Chapadmalal: Un libro sobre la historiageológica de la región pampeana. *In: COMISIÓN SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA: CSIGA (ed.). Sitios de Interés Geológico de la República Argentina.* Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 2008. **Anales** 46, I, 446 p.

ZOUROS, N. The European Geoparks Network: geological heritage protection and local development. **Episodes**, Ottawa, v. 27, n. 3, p. 165-171, 2004.

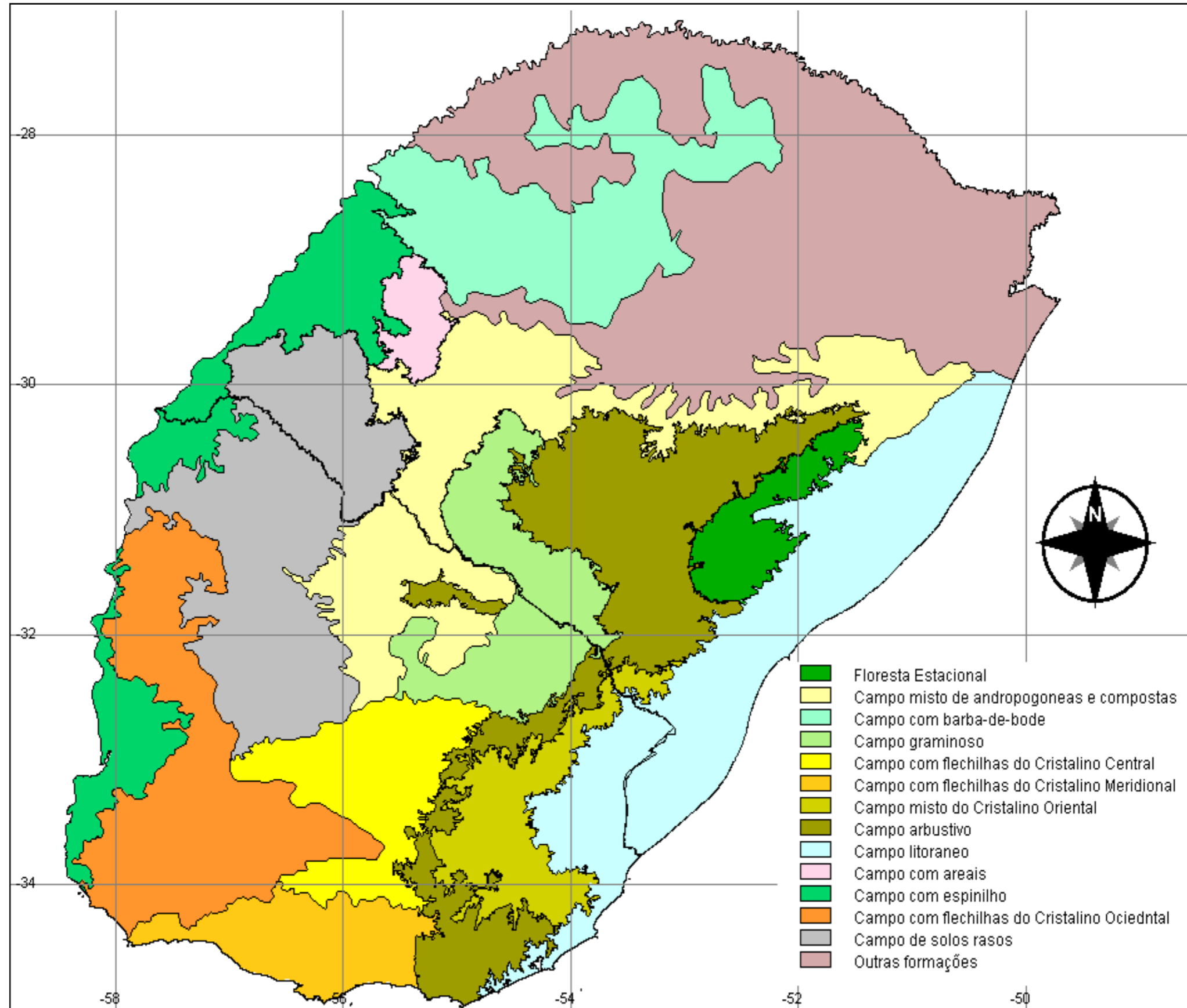
YURKIEVICH, G. La pampa argentina: ventajas comparativas y renta diferencial como elementos estructurantes de un país desarticulado. *In: WIZNIEWSKY, C. R. F.; FOLETO, E. M. (org.). Olhares sobre o pampa: um território em disputa.* Porto Alegre: Evangraf, 2017. P. 101- 125. Disponible em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/538/2019/01/livro-pronto-olhares-sobre-o-pampa-2.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2023.

 **OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Fonte: Nações Unidas Brasil (2023).

ANEXO B – MAPA DE SISTEMAS ECOLÓGICOS DA ECORREGIÃO DAS SAVANAS URUGUAIAS



Fonte: Hasenack *et al.* (2010). Escala 1:500 000.

ANEXO C – CORRESPONDÊNCIA APROXIMADA ENTRE CLASSES DE SOLOS EM ALTO NÍVEL CATEGÓRICO NO SIBCS, WRB E SOIL TAXONOMY

SIBCS (2018)	WRB (IUSS Working Group WRB, 2015 ¹⁾)	Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1999 ²⁾ , 2014 ³⁾)
Argissolos	Acrisols; Lixisols; Alisols	Ultisols; alguns Oxisols (<i>Kandic</i>)
Cambissolos	Cambisols	Inceptisols
Chernossolos	Phaeozems; Kastanozems; Chernozems (alguns)	Molissols (apenas os Ta)
Espodosolos	Podzols	Spodosols
Gleissolos	Gleysols; Stagnosols (alguns)	Entisols (Aqu-alf-and-ent-ept-)
(<i>Gleissolos Sálidos</i>)	Solonchaks	Aridisols, Entisols (Aqu-sulfa-hydra-salic)
Latossolos	Ferralsols	Oxisols
Luvisolos	Luvisols	Alfisols, Aridisols (<i>Argids</i>)
Neossolos	—	Entisols
(<i>Neossolos Flúvicos</i>)	Fluvisols	(<i>Fluvents</i>)
(<i>Neossolos Litólicos</i>)	Leptosols	(<i>Lithic...Orthents</i>); (<i>Lithic...Psamments</i>)
(<i>Neossolos Quartzarênicos</i>)	Arenosols	(<i>Quartzipsamments</i>)
(<i>Neossolos Regolíticos</i>)	Regosols	(<i>Psamments</i>)
Nitossolos	Nitisols; Lixisols ou Alisols	Ultisols, Oxisols (<i>Kandic</i>), Alfisols
Organossolos	Histosols	Histosols
Planossolos	Planosols	Alfisols
(<i>Planossolos Nátricos</i>)	Solonetz	Natr (ust-ud) alf
(<i>Planossolos Hápticos</i>)	Planosols	Albaquults, Albaqualfs, Plinthaqu(alf-ept-ox-ut)

Continuação.

SIBCS (2018)	WRB (IUSS Working Group WRB, 2015 ¹⁾)	Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1999 ²⁾ , 2014 ³⁾)
Plintossolos	Plinthosols	Subgrupos Plinthic (várias classes de Oxisols, Ultisols, Alfisols, Entisols, Inceptisols)
Vertissolos	Vertisols	Vertisols
Não classificados no Brasil	Cryosols	Gelisols
	Anthrosols; Technosols	—
	Andosols	Andisols
	Umbrisols	Alguns Subgrupos Umbric
	Gypsisols	Grande Grupo de Aridisols (<i>Gypsi-</i>)
	Durisols	Vários Grandes Grupos <i>Dur-</i> de Alfisols, Andisols, Aridisols, Inceptisols, Molisol, etc.
	Calcisols	Vários Grandes Grupos de Alfisols, Aridisols, Inceptisols, Molissols, Vertisols, etc.
	Albeluvisols	Algumas classes <i>Alb_ Gloss_</i>

¹ World Reference Base for Soil Resources (WRB), sistema universal reconhecido pela International Union of Soil Science (IUSS) e FAO. Mais informações sobre o WRB estão disponíveis em: <<http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf>>.
² Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf>.
³ Disponível em: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2_053580>.

Fonte: Santos *et al.* (2018).

ANEXO D – PADRONIZAÇÃO DAS CORES DAS CLASSES DE 1º E 2º NÍVEIS CATEGÓRICOS PARA USO EM MAPAS DE SOLOS – ESK E CONVENÇÃO DE CORES PARA MAPAS DE SOLOS – 2º NÍVEL CATEGÓRICO (SISTEMAS: RGB, CMYK E HSV).

Convenção de cores para mapas de solos 1º nível categórico (Sistemas: RGB, CMYK e HSV)											
	ARGISSOLOS - P	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		255	167	127	0	35	50	0	18	50	100
	CAMBISSOLOS - C	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		215	197	165	16	19	37	0	38	23	84
	CHERNOSSOLOS - M	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		170	134	134	34	48	40	3	0	21	67
	ESPODOSSOLOS - E	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		206	190	198	18	24	14	0	330	8	81
	GLEISSOLOS - G	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		182	216	218	27	5	2	0	204	24	93
	LATOSSOLOS - L	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		254	204	92	1	20	74	0	41	64	99
	LUVISSOLOS - T	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		212	150	22	17	42	100	1	40	90	83
	NEOSSOLOS - R	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		255	254	115	4	0	66	0	60	55	100
	NITOSSOLOS - N	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		168	56	0	23	88	100	18	20	100	66
	ORGANOSSOLOS - O	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		101	78	156	72	81	2	0	258	50	61
	PLANOSSOLOS - S	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		181	214	174	30	2	39	0	109	19	84
	PLINTOSSOLOS - F	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		214	186	201	15	27	10	0	328	13	84
	VERTISSOLOS - V	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		158	170	133	41	24	54	1	79	22	67
Argissolos	Argissolos Bruno-Adirzentados - PBAC	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		255	200	250	3	24	0	0	305	22	100
Argissolos Adirzentados - PAC	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		253	241	240	1	5	6	0	10	5	99
Argissolos Amarelos - PA	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		241	204	200	5	20	22	0	7	18	95
Argissolos Vermelhos - PV	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		240	127	127	1	63	40	0	0	47	94
Argissolos Vermelho-Amarelos - PVA	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		255	167	127	0	35	50	0	18	50	100
Cambissolos	Cambissolos Húcticos - CI	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		170	134	105	32	45	61	6	27	38	67
Cambissolos Húmicos - CH	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		207	182	128	20	25	57	0	41	38	81
Cambissolos Flúvicos - CY	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		235	219	191	7	11	25	0	38	19	92
Cambissolos Hápticos - CX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		215	197	165	16	19	37	0	38	23	84
Chernossolos	Chernossolos Rândzicos - MD	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		142	104	85	38	57	64	18	19	39	96
Chernossolos Ebânicos - ME	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		170	134	134	34	48	40	3	0	21	67
Chernossolos Argilúvicos - MT	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		156	74	78	30	59	62	17	357	53	61
Chernossolos Hápticos - MX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		156	95	95	34	67	54	14	0	39	61
Espodosolos	Espodosolos Humilúvicos - EK	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		193	190	197	24	21	16	0	266	4	77
Espodosolos Fertilúvicos - ES	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		206	190	198	18	24	14	0	330	8	81
Espodosolos Fert-Humilúvicos - ESK	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		182	190	197	29	19	17	0	208	8	77
Gleissolos	Gleissolos Tiomórficos - GJ	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		108	163	205	58	25	6	0	206	47	80
Gleissolos Sânicos - GZ	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		94	180	230	57	13	0	0	202	59	90
Gleissolos Melânicos - GM	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		120	252	250	40	0	11	0	179	52	99
Gleissolos Hápticos - GX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		182	216	238	27	5	2	0	204	24	93
Latosolos	Latosolos Brunos - LB	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		168	112	0	29	55	100	13	40	100	66
Latosolos Amarelos - LA	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		254	204	92	1	20	74	0	41	64	99
Latosolos Vermelhos - LV	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		244	185	128	3	30	54	0	29	48	96
Latosolos Vermelho-Amarelos - LVA	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		247	209	166	2	19	36	0	32	33	97
Luvissolos	Luvissolos Crômicos - TC	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		212	150	22	17	42	100	1	40	90	83
Luvissolos Hápticos - TX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		212	179	0	19	25	100	0	51	100	83
Neossolos	Neossolos Litúvicos - RL	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		150	149	149	44	36	37	2	0	1	59
Neossolos Flúvicos - RY	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		238	235	220	6	5	13	0	50	8	93
Neossolos Regolúvicos - RR	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		207	206	206	18	14	14	0	0	1	81
Neossolos Quartzarênicos - RQ	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		255	254	115	4	0	66	0	60	55	100
Nitossolos	Nitossolos Brunos - NB	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		104	53	10	38	75	100	47	27	90	41
Nitossolos Vermelhos - NV	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		168	56	0	23	88	100	18	20	100	66
Nitossolos Hápticos - NX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		115	76	0	41	62	100	36	40	100	45
Organossolos	Organossolos Tiomórficos - OJ	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		66	48	150	91	97	0	0	251	68	59
Organossolos Fânicos - OO	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		101	78	156	72	81	2	0	258	50	61
Organossolos Hápticos - OX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		167	179	213	34	24	3	0	234	22	84
Planossolos	Planossolos Nátricos - SN	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		137	202	199	46	3	24	0	177	32	79
Planossolos Hápticos - SX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		181	214	174	30	2	39	0	109	19	84
Plintossolos	Plintossolos Pâtricos - FF	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		236	172	203	4	39	1	0	331	27	93
Plintossolos Argilúvicos - FT	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		236	135	203	8	56	0	0	320	43	93
Plintossolos Hápticos - FX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		214	186	201	15	27	10	0	328	13	84
Vertissolos	Vertissolos Hidromórficos - VG	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V
		158	170	133	41	24	54	1	79	22	67
Vertissolos Ebânicos - VE	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		134	143	114	49	33	59	7	79	20	56
Vertissolos Hápticos - VX	R	G	B	C	M	Y	K	H	S	V	
		192	192	145	27	17	49	0	60	24	75

Fonte: Santos et al. (2018).

ANEXO E – SISTEMA BÁSICO DE CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA –SCUT6*

Nível I Classe	Dígito II	Nível II Subclasse	Dígito III	Nível III Unidades*		
1 - Áreas Antropicas Não Agrícolas	1,1	Áreas Urbanizadas	1.1.1	Vilas		
			1.1.2	Cidades		
			1.1.3	Complexos industriais		
			1.1.4	Áreas urbano-industrial		
			1.1.5	Outras áreas urbanizadas		
	1,2	Áreas de Mineração	1.2.1	Minerais metálicos		
			1.2.2	Minerais não metálicos		
			2.1.1	Graníferas e carseíferas		
			2.1.2	Bulbos, raízes e tubérculos		
			2.1.3	Hortícolas e floríferas		
2 - Áreas Antropicas Agrícolas	2,1	Culturas Temporárias	2.1.4	Espécies temporárias produtoras de fibras		
			2.1.5	Oleaginosas temporárias		
			2.1.6	Frutíferas temporárias		
			2.1.7	Cana-de-açúcar		
			2.1.8	Fumo		
			2.1.9	Cultivos temporários diversificados		
			2.1.10	Outros cultivos temporários (labôra, trevo forrageiro, etc.)		
			2,2	Culturas Permanentes	2.2.1	Frutíferas permanentes
					2.2.2	Frutos secos permanentes
					2.2.3	Espécies permanentes produtoras de fibras
	2.2.4	Oleaginosas permanentes				
	2.2.5	Cultivos permanentes diversificados				
	2,3	Pastagens	2.2.6	Outros cultivos permanentes		
			2.3.1	Pecuária de animais de grande porte		
			2.3.2	Pecuária de animais de médio porte		
	2,4	Silvicultura	2.3.3	Pecuária de animais de pequeno porte		
			2.4.1	Reflorestamento		
	2,5	Uso não identificado	2.4.2	Cultivo agroflorestal		
			2.5.1	Uso não identificado		
	3 - Áreas de Vegetação Natural	3,1	Área Florestal	3.1.1	Unidades de conservação de proteção integral em área florestal	
				3.1.2	Unidades de conservação de uso sustentável em área florestal	
				3.1.3	Terra indígena em área florestal	
				3.1.4	Outras áreas protegidas em área florestal	
				3.1.5	Área militar em área florestal	
				3.1.6	Extrativismo vegetal em área florestal	
3.1.7				Extrativismo animal em área florestal		
3.1.8				Uso não identificado em área florestal		
3,2		Área Campestre	3.2.1	Unidades de conservação de proteção integral em área campestre		
			3.2.2	Unidades de conservação de uso sustentável em área campestre		
			3.2.3	Terra indígena em área campestre		
			3.2.4	Outras áreas protegidas em área campestre		
			3.2.5	Área militar em área campestre		
			3.2.6	Extrativismo vegetal em área campestre		
			3.2.7	Extrativismo animal em área campestre		
			3.2.8	Uso não identificado em área campestre		
			3.2.9	Pecuária de animais de grande porte em área campestre		
			3.2.10	Pecuária de animais de médio porte em área campestre		
3.2.11	Pecuária de animais de pequeno porte em área campestre					

Nível I Classe	Dígito II	Nível II Subclasse	Dígito III	Nível III Unidades*
4 - Água	4,1	Águas Continentais	4.1.1	Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água continental
			4.1.2	Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água continental
			4.1.3	Terra indígena em corpo d'água continental
			4.1.4	Áreas militares em corpo d'água continental
			4.1.5	Outras áreas protegidas em corpo d'água continental
			4.1.6	Captação para abastecimento em corpo d'água continental
			4.1.7	Receptor de efluentes em corpo d'água continental
			4.1.8	Geração de energia em corpo d'água continental
			4.1.9	Transporte em corpo d'água continental
			4.1.10	Lazer e esporte em corpo d'água continental
			4.1.11	Pesca extrativa artesanal em corpo d'água continental
			4.1.12	Aquicultura em corpo d'água continental
			4.1.13	Uso não identificado em corpo d'água continental
			4.1.14	Uso diversificado em corpo d'água continental
	4,2	Águas Costeiras	4.2.1	Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água costeiro
			4.2.2	Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água costeiro
			4.2.3	Terra indígena em corpo d'água costeiro
			4.2.4	Áreas militares em corpo d'água costeiro
			4.2.5	Outras áreas protegidas em corpo d'água costeiro
			4.2.6	Captação para abastecimento em corpo d'água costeiro
			4.2.7	Receptor de efluentes em corpo d'água costeiro
			4.2.8	Geração de energia em corpo d'água costeiro
			4.2.9	Transporte em corpo d'água costeiro
			4.2.10	Lazer e esporte em corpo d'água costeiro
			4.2.11	Pesca extrativa artesanal em corpo d'água costeiro
4.2.12	Pesca extrativa industrial em corpo d'água costeiro			
4.2.13	Aquicultura em corpo d'água costeiro			
4.2.14	Uso não identificado em corpo d'água costeiro			
4.2.15	Uso diversificado em corpo d'água costeiro			
5 - Outras Áreas	5,1	Áreas Descobertas	5.1.1	Unidade de conservação de proteção integral em área descoberta
			5.1.2	Unidade de conservação de uso sustentável em área descoberta
			5.1.3	Terra indígena em área descoberta
			5.1.4	Outras áreas protegidas em área descoberta
			5.1.5	Áreas militares em área descoberta
			5.1.6	Extrativismo animal em área descoberta
			5.1.7	Uso não identificado em área descoberta
			5.1.8	Uso diversificado em área descoberta
			5.1.9	Pecuária de animais de médio porte em área descoberta
			5.1.10	Pecuária de animais de pequeno porte em área descoberta

* Unidades identificadas nas áreas estudadas até o presente momento

*O sistema foi estruturado para comportar combinações de até três (3) diferentes tipos de uso, o que gerou a possibilidade teórica de 643 539 unidades de mapeamento.

Fonte: IBGE (2013).

ANEXO F – CLASSES DA COBERTURA E DO USO DA TERRA NÍVEIS I E II ETABELA DE CORES RGB DAS CLASSES DE MAPEAMENTO

NÍVEL I	NÍVEL II			Área Urbanizada	Mineração									
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada	1 Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1 C = 0 M = 344 R = 255 M = 34 S = 34 G = 168 Y = 25 V = 100 B = 192 K = 0	1.2 C = 32 M = 273 R = 173 M = 46 S = 32 G = 137 Y = 20 V = 80 B = 205 K = 0									
	1.2	Área de Mineração												
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária	2 Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1 C = 0 M = 60 R = 255 M = 0 S = 100 G = 255 Y = 100 V = 100 B = 0 K = 0		2.2 C = 0 M = 50 R = 255 M = 16 S = 100 G = 214 Y = 100 V = 100 B = 0 K = 0		2.3 C = 20 M = 41 R = 205 M = 46 S = 100 G = 137 Y = 100 V = 80 B = 0 K = 0		2.4 C = 20 M = 51 R = 205 M = 32 S = 100 G = 173 Y = 100 V = 80 B = 0 K = 0		2.5 C = 200 M = 200 R = 200 M = 160 S = 160 G = 160 Y = 160 V = 160 B = 160 K = 0		
	2.2	Cultura Permanente												
	2.3	Pastagem												
	2.4	Silvicultura												
	2.5	Uso Não Identificado												
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal	3 Áreas de Vegetação Natural	3.1 C = 55 M = 79 R = 115 M = 34 S = 100 G = 168 Y = 100 V = 66 B = 0 K = 0		3.2 C = 16 M = 38 R = 214 M = 0 S = 34 G = 255 Y = 34 V = 100 B = 168 K = 0								
	3.2	Campestre												
4. Água	4.1	Corpo d'Água Continental	4 Água	4.1 C = 40 M = 208 R = 153 M = 24 S = 33 G = 194 Y = 10 V = 90 B = 230 K = 0		4.2 C = 8 M = 108 R = 153 M = 0 S = 8 G = 194 Y = 0 V = 100 B = 230 K = 0								
	4.2	Corpo d'Água Costeiro												
5. Outras Áreas	5.1	Área Descoberta	5 Outras Áreas	5.1 C = 0 M = 0 R = 178 M = 0 S = 0 G = 178 Y = 0 V = 70 B = 178 K = 30										

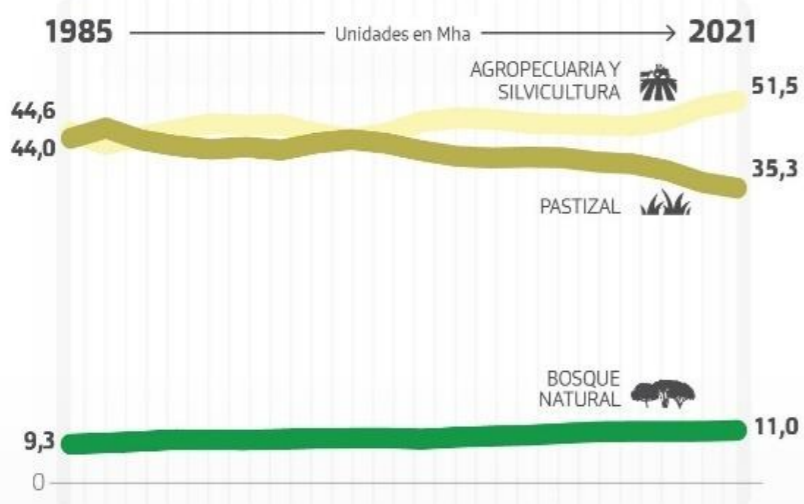
Fonte: IBGE (2013).

ANEXO G – INFOGRÁFICO EVOLUCIÓN ANUAL DA COBERTURA E USO DA TERRA (1995-2021)

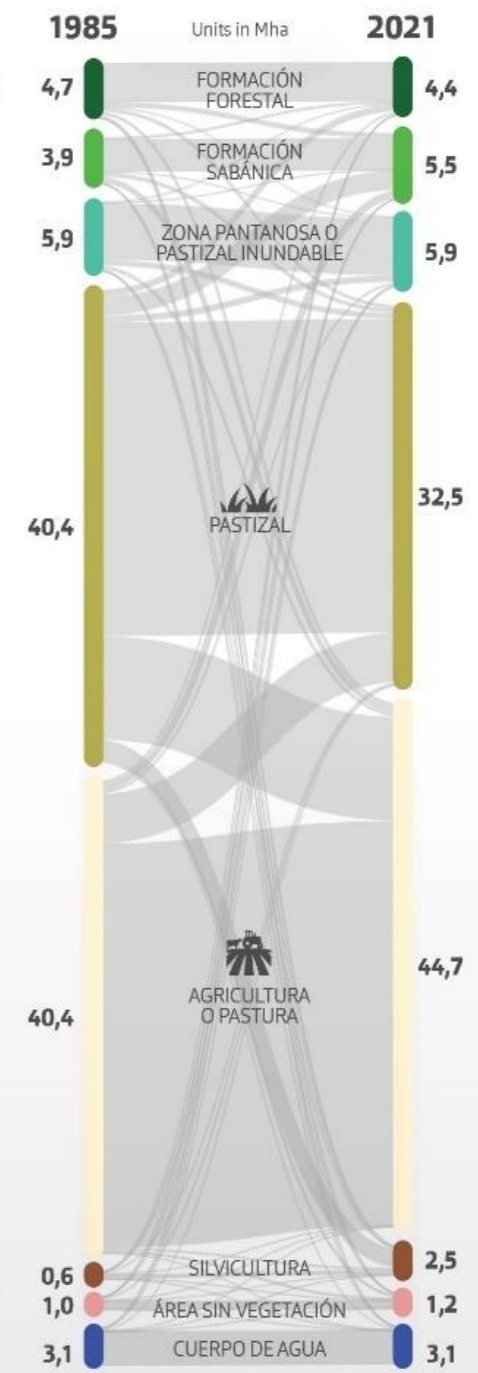
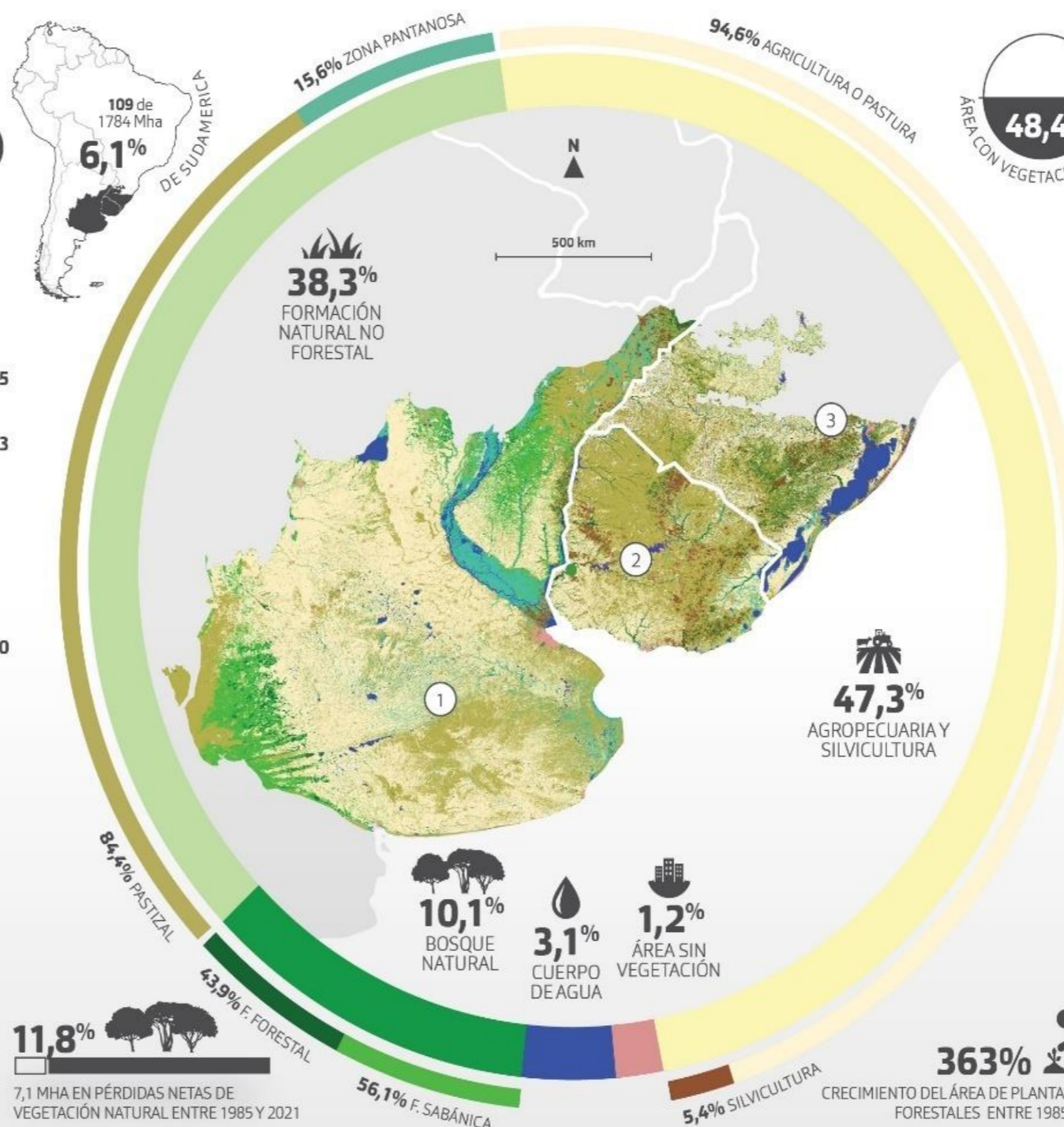
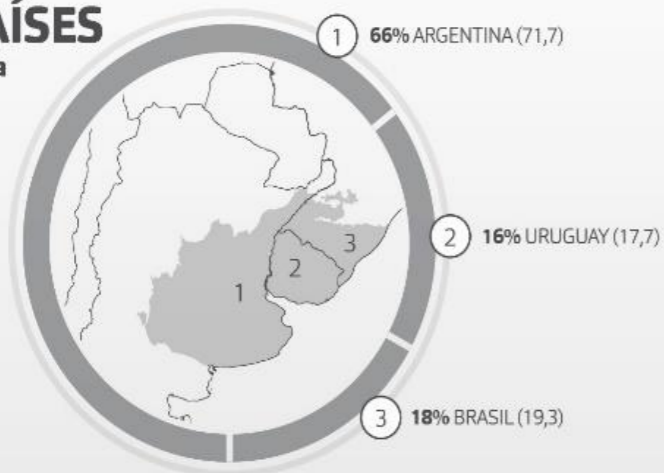
Para más información acceder a: pampa.mapbiomas.org 

Pampa Sudamericano

Evolución anual de la cobertura y uso de la tierra (1985-2021)



PAÍSES Mha



● BOSQUE NATURAL
 ● FORMACIÓN FORESTAL
 ● FORMACIÓN SABÁNICA
 ● FORMACIÓN NATURAL NO FORESTAL
 ● ZONA PANTANOSA O PASTIZAL INUNDABLE
 ● PASTIZAL
 ● AGROPECUARIA Y SILVICULTURA
 ● PASTURA
 ● AGRICULTURA
 ● AGRICULTURA O PASTURA
 ● SILVICULTURA
 ● ÁREA SIN VEGETACIÓN
 ● CUERPO DE AGUA

Fonte: MAPBIOMAS Pampa Sudamericano (BAEZA et al. 2022).