



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO GEOLOGIA

Carolina Pereira

**GEODIVERSIDADE E ROTEIRO GEOLÓGICO DA LAGOINHA DO LESTE,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Florianópolis
2023

Carolina Pereira

**GEODIVERSIDADE E ROTEIRO GEOLÓGICO DA LAGOINHA DO LESTE,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Geologia do Campus Florianópolis da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Geologia

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Luana Moreira Florisbal

Florianópolis

2023

Pereira, Carolina
GEODIVERSIDADE E ROTEIRO GEOLÓGICO DA LAGOINHA DO LESTE,
FLORIANÓPOLIS, SC / Carolina Pereira ; orientadora, Luana
Moreira Florisbal, 2023.
89 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências
Humanas, Graduação em Geologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Geologia. 2. Lagoinha do Leste. 3. Geodiversidade. 4.
Roteiro Geológico. 5. Geoturismo. I. Florisbal, Luana Moreira.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Geologia. III. Título.

Carolina Pereira

**GEODIVERSIDADE E ROTEIRO GEOLÓGICO DA LAGOINHA DO LESTE,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharela em Geologia e aprovado em sua forma final pelo Curso Geologia
Florianópolis, 10 de julho de 2023.

Profª. Drª. Manoela Bettarel Bállico
Coordenação do Curso

Banca examinadora

Profª. Drª. Luana Moreira Florisbal
Orientador(a)

Profª. Drª. Manoela Bettarel Bállico
Universidade Federal de Santa Catarina

Profª. MSc. Ingke Müller
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Florianópolis, 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe Idelma, que sempre trabalhou muito para me dar boas condições de vida e ter oportunidade de estudar.

À minha filha amada Jade que me deu forças para seguir meu sonho e não desistir.

Ao meu companheiro Samuel, meu amor de geologia que sempre esteve comigo nos momentos mais difíceis, inclusive para realização este trabalho.

À minha prima Aline, que por muitas vezes cuidou da Jade para eu poder ir as aulas.

Aos meus amigos do Geobosque Laurásia, Maiara, Carolzinha, Alina, Samantha, Barbara, Gabs, Louis, Bernóia, Basílio, Bozo, Terror, Big, Varejão, Caetano, Bambi, Masnik, Jac e outros, vocês tornaram essa jornada alegre e divertida, amigos de rocha, amigos de vida.

Em especial à Paula, por tantas conversas, choros e risadas durante todos esses anos.

À minha orientadora Luana, pessoa ímpar e inspiradora.

À Universidade Federal de Santa Catarina por fornecer acesso a uma educação gratuita e de qualidade.

RESUMO

O Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste, um dos lugares mais preservados da Ilha de Santa Catarina, é uma unidade de conservação que além de atrair milhares de turistas anualmente devido ao seu cenário ímpar, também é muito procurado pelos praticantes de surfe, e pelos pescadores das comunidades próximas. A paisagem exuberante da Lagoinha do Leste é formada de maciços rochosos relacionados às rochas piroclásticas neoproterozoicas da Suíte Plutônio-vulcânica Cambirela e ambientes de sedimentação quaternários, que despertam curiosidade dos visitantes. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo a reavaliação do inventário do geossítio Lagoinha do Leste, onde foram definidos quatro pontos com potencial, científico, educacional e turístico; e promover ações de geoconservação para o uso sustentável do parque através de um roteiro geológico e painéis interpretativos, que contam a história evolutiva da paisagem que compõe este geossítio. O intuito é a conscientização dos visitantes da importância de preservar o patrimônio geológico nesses momentos de contemplação da natureza. Para avaliar quantitativamente o geossítio Lagoinha do Leste foi utilizada a plataforma GEOSSIT, que resultou na classificação de relevância internacional e baixo risco de degradação. Assim, esta avaliação buscou reconhecer e apontar os diversos valores geológicos do geossítio, e as ações de geoconservação que podem ser implementadas no parque, principalmente relacionadas à segurança e sinalização das trilhas.

Palavras-chave: Lagoinha do Leste; geodiversidade; geoturismo; roteiro geológico.

ABSTRACT

The Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste, one of the most preserved sites of the Santa Catarina Island, is a conservation unit that, besides attracting thousands of tourists annually due to its unique scenery, is also very popular with surfers and fishermen of nearby communities. The exuberant landscape of Lagoinha do Leste is formed by rock massifs related to the Neoproterozoic pyroclastic rocks of the Plutonio-Volcanic Cambirela Suite and Quaternary sedimentary environments, which arouse the curiosity of the visitors. Thus, the present work had as objective the reevaluation of the inventory of the Lagoinha do Leste geosite, where four points with scientific, educational and tourist potential were defined; and to promote geoconservation actions for the sustainable use of the park through a geological route and interpretive panels, which tell the evolutionary history of the landscape that makes up this geosite. The aim is to make visitors aware of the importance of preserving the geological heritage in these moments of contemplation of nature. In order to quantitatively evaluate the Lagoinha do Leste geosite, the GEOSSIT platform was used, which resulted in the classification of the geosite as of international relevance and low risk of degradation. Thus, this evaluation sought to recognize and point out to society the various geological values of the geosite, and the geoconservation actions that can be implemented in the park, mainly related to safety and signaling of the trails.

Keywords: Lagoinha do Leste; geodiversity; geotourism; geological route.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo	19
Figura 2 – Cinturão Dom Feliciano, segmento meridional da Província Mantiqueira...	24
Figura 3 – Geologia do Escudo Catarinense e as principais estruturas que delimitam os diferentes domínios tectônicos	25
Figura 4 – Evolução das definições da Suíte Putono-vulcânica Cambirela.....	27
Figura 5 – Seções geológicas propostas para a área de estudos. Perfil NW-SE (A-B) entre a Praia da Armação e Ponta de Lagoinha (Perfil 1) e perfil composto W-E entre Pântano do Sul até o Morro da Coroa e (C-D e E-F) entre o Morro da Coroa e a Praia da Lagoinha do Leste (Perfil 2). Estereogramas ilustram a variação da foliação magmática ao longo dos perfis, ilustrada na seção como traços	29
Figura 6 – Mapa de localização geográfica do geossítio Lagoinha do Leste no mapa geológico de Tomazzoli & Pellerin (2014).....	31
Figura 7 – Fluxograma metodologia.....	44
Figura 8 – Resumo da abrangência da geodiversidade na sociedade.....	46
Figura 9 – Enquadramento conceitual da geodiversidade e patrimônio geológico no escopo da geoconservação.....	47
Figura 10 – Classificação tipológica dos geossítios.....	48
Figura 11 – Diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade segundo os serviços ecossistêmicos de Gray (2013).....	49
Figura 12 – Mapa da geodiversidade nacional e sua situação na UNESCO.....	52
Figura 13 – Etapas sequenciais para inventário de geossítio em áreas limitadas e grandes, levando em consideração apenas o valor científico.....	55
Figura 14 – Etapas sequenciais para o inventário e avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade com valores educativos e/ou turísticos.....	56
Figura 15 – Fluxograma do roteiro metodológico para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação em UCs.....	59
Figura 16 – Exemplo de parâmetros e pesos proposto por Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí (2009) referente à quantificação dos interesses científico, didático e turístico.....	60
Figura 17 – Exemplo de tabela de parâmetros, utilizados pelo Geossit para a quantificação da vulnerabilidade dos Geossítios, extraídos do método de Garcia-Cortés & CarcavillaUrquí (2009). Os valores possíveis são 0, 1, 3 ou 5, cujos pesos variam entre 5, 10 ou 15.....	60
Figura 18 – Exemplo de parâmetros utilizados na quantificação de relevância (regional, nacional ou internacional) dos geossítios no quesito " proteção". Com o peso atribuído a cada parâmetro igual a 1, sendo utilizada média simples para o cálculo final.	61
Figura 19 – Exemplo de parâmetros utilizados na quantificação de relevância (regional, nacional ou internacional) dos geossítios no quesito "proteção". Com o peso atribuído a cada parâmetro igual a 1, sendo utilizada média simples para o cálculo final.....	61
Figura 20 - Demonstração dos cálculos utilizados na quantificação de relevância dos geossítios, adotados pelo GEOSSIT.....	62

Figura 21 – Exemplo de painel interpretativo de roteiro Geoturístico Litoral Norte de São Paulo.....	63
Figura 22 – Georoteiro como um elo entre geodiversidade, geoconservação e geoturismo.....	67
Figura 23 – Trilha do Matadeiro. A) Dique de diabásio no começo da trilha. B) Vista da toca da Baleia. C) Vista da trilha para a praia da Lagoinha do Leste.....	71
Figura 24 – Fotos das trilhas do Pântano do Sul e Morro da Coroa. A) Subida da Trilha do Pântano do Sul sentido praia. B) Pedra marcada no divisor de águas sinalizando o início da trilha do Morro da Coroa. C) Blocos pontiagudos na trilha do Morro da Coroa. D) Destaque para as raízes durante o percurso do Morro da Coroa.....	73
Figura 25 – Mapa de localização do roteiro geológico e seus pontos de visitação.....	74
Figura 26 – A) Vista do Morro da Coroa. B) Vista frontal da ravina formada no Morro da Coroa. C) Visitantes no Morro da Coroa.....	75
Figura 27 – A) Detalhe do ignimbrito. B) disjunç�es colunares no ignimbrito, trilha do Morro da Coroa.....	76
Figura 28 – A) Visitantes esperando para tirar fotos na Pedra do Surfista. B) Vista de outro �ngulo de visitantes na Pedra do Surfista. C) Ampla vista do mirante para o parque. D) Visitante na Pedra do Surfista.....	77
Figura 29 – A) Vista frontal da praia, dunas e laguna. B) Final da Trilha do Pântano do Sul, com vista para a praia.....	78
Figura 30 – Campo de dunas Lagoinha do Leste.....	79
Figura 31 – Laguna e Canal Lagunar de maré.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição da unidade.....	21
Quadro 2 – Valor Científico (VC).....	33
Quadro 3 – Peso dos critérios para o VC.....	34
Quadro 4 – Avaliação do potencial Educacional e Turístico do geossítio.....	35
Quadro 5 – Critérios e pesos para PUE e PUT.....	39
Quadro 6 – Avaliação do Risco de degradação.....	40
Quadro 7 – Pesos para os critérios utilizados na avaliação de risco de degradação do geossítio.....	42
Quadro 8 – Valor final do Risco de degradação (RD) classificado em três classes: baixo, moderado e alto.....	42
Quadro 9 – Relevância do geossítio. Q – Quantificação final da relevância do geossítio A, B e C – soma dos resultados obtidos para cada conjunto de critérios.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela dos valores obtidos na avaliação quantitativa no GEOSSIT	68
Tabela 2 – Resultado dos valores obtidos para Potencial de uso educacional e turístico na avaliação quantitativa do GEOSSIT.....	69
Tabela 3 - Resultado do risco de degradação na avaliação quantitativa do GEOSSIT.....	69
Tabela 4 - Resumo dos valores obtidos na avaliação quantitativa do geossítio Lagoinha do Leste. Pela ferramenta GEOSSIT, adaptado da metodologia de Brilha (2016).....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC Academia Brasileira de Ciências

BA Bahia

BF Batolito Florianópolis

CDF Cinturão Dom Feliciano

CPRM Serviço Geológico Brasileiro

DRM Departamento de Recursos Minerais

EC Escudo Catarinense

FLORAM Fundação Municipal do Meio Ambiente

GI Granito Ilha

GIt Granito Itacorumbi

IPHAN Instituto do Patrimônio Artístico Nacional

MA Maranhão

Mineropar Minerais do Paraná

NW Noroeste

OMT Organização Mundial do Turismo

Petrobras Petróleo Brasileiro S.A.

PM Província Mantiqueira

PNMLL Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste

PR Paraná

PUE Potencial de Uso Educacional

PUT Potencial de Uso Turístico

RD Risco de Degradação

RH Rochas Hipoabissais

RJ Rio de Janeiro

RS Rio Grande do Sul

SANTUR Agencia de Desenvolvimento do Turismo de Santa Catarina

SBGeo Sociedade Brasileira de Geologia

SC Santa Catarina

SE Sudeste

SIGEP Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos

SIGsc Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina

SNUC Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UCs Unidades de Conservação

USGS United States Geological Survey

VC Valor Científico

WE Leste-Oeste

ZCIP Zona de Cisalhamento Itajaí Perimbó

ZCMG Zona de Cisalhamento Major Gercino

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Principais.....	17
1.1.2 Específico.....	17
1.2. JUSTIFICATIVA	17
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	18
2.1 LOCALIZAÇÃO	18
2.2 PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA LAGOINHA DO LESTE	20
2.3 GEOMORFOLOGIA.....	22
2.4 CONTEXTO GEOLÓGICO.....	23
2.4.1 Batólito Florianópolis	25
2.4.2 Suíte Plutono-Vulcânica Cambirela.....	26
2.4.3 Riolito Cambirela	27
2.4.4 Depósitos Quaternários.....	30
3 METODOLOGIA	32
3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	32
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	32
3.3 TRABALHO DE CAMPO.....	32
3.4. INVENTÁRIO DO GEOSSÍTIO	32
3.5 PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO.....	43
4 REVISÃO CONCEITUAL	44
4.1 GEODIVERSIDADE	44
4.2 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, GEOSSÍTIO E GEOMORFOLÓGICO.....	46
4.3 VALORES DA GEODIVERSIDADE	48
4.4 GEOCONSERVAÇÃO.....	50
4.5 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO.....	53
4.5.1 Inventariação.....	54
4.5.2 Quantificação.....	57
4.5.3 Classificação	62
4.5.4 Conservação	62
4.5.5 Valorização e divulgação.....	63
4.5.6 Monitoramento.....	64

4.6 GEOTURISMO.....	64
4.7 TURISMO EM SC	65
4.8 GEOROTEIROS.....	66
5 RESULTADOS.....	68
5.1 INVENTÁRIO GEOSSÍTIO LAGOINHA DO LESTE.....	68
5.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA PELO MÉTODO GEOSSIT	68
5.2.1 <i>Classificação</i>	70
5.3 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO.....	70
5.4 ROTEIRO GEOLÓGICO LAGOINHA DO LESTE	70
5.5 DESCRIÇÃO DO GEOSSÍTIO	75
5.5.1 <i>Morro da Coroa</i>	75
5.5.2 <i>Ambientes de sedimentação</i>	77
5.5.2.1 <i>Ambiente praial</i>	77
5.5.2.2 <i>Campo de dunas</i>	78
5.5.2.3 <i>Laguna</i>	79
6 DISCUSSÕES.....	80
7 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A – PAINEL DE DIVULGAÇÃO.....	88

1 INTRODUÇÃO

O debate sobre a conservação da natureza, desenvolvimento sustentável e qualidade de vida, é muito atual, sobretudo quando consideramos os elementos abióticos. O termo geodiversidade que valoriza o meio abiótico, o qual serve de base para toda forma de vida na Terra, é relativamente recente. De acordo com Gray (2004), ele surgiu na Conferência de Malvern em 1993, no Reino Unido. Uma década depois, a UNESCO criou a Rede Mundial de Geoparques, com áreas geograficamente unificadas, onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são administrados com base na proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

Desde então, há um crescente número de trabalhos relacionados às 5Gs: Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoturismo, Geoconservação e Geoparques, ocorrendo sensibilização da comunidade geológica para a conservação do patrimônio natural, para que as futuras gerações tenham acesso aos registros que contemplam a história geológica do planeta Terra. O Brasil é um país mundialmente conhecido pelas suas belezas naturais, atraindo muitos turistas e existindo diversos segmentos a serem explorados, desde o ecoturismo ao turismo de aventura. Porém, ainda são muito raros os locais onde o público tem acesso a informações sobre a geologia da área, que muitas vezes contêm importantes registros da evolução do nosso planeta. Para além da importância do conhecimento científico, este tipo de informação é relevante para melhorar a relação de pertencimento ao local das comunidades que ali habitam, promover um turismo sustentável e a conservação do patrimônio geológico, pois só preservamos aquilo que conhecemos e reconhecemos como importante.

Trabalhos como os Caminhos Geológicos (MANSUR & SILVA, 2011), e Geoconservação e Geodiversidade na Chapada Diamantina (PEREIRA, 2010) chamaram a atenção para a geodiversidade, a importância do reconhecimento de inventariação do patrimônio geológico, bem como a urgência no desenvolvimento de trabalhos de geoconservação para fomento do geoturismo. Desde então, uma profusão de trabalhos relacionados ao patrimônio geológico de algumas localidades, como o trabalho desenvolvido por Pereira (2010) sobre geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina/BA, e a Avaliação da geodiversidade em São Sebastião/SP (REVERTE, 2014), bem como a implantação dos Geoparques Brasileiros (Geoparque Araripe, Seridó, Caminhos dos Cânions do Sul e os mais recentes Geoparque Caçapava do Sul e Quarta Colônia) e a proposição de vários outros, trouxe à tona a necessidade de trabalhos neste segmento da Geociências.

Santa Catarina é um dos estados brasileiros com maior índice de turismo. Em nosso estado, o turismo sazonal é concentrado na região de praia ao longo de todo litoral, no verão, e na região serrana, no inverno. Todo o estado e estas regiões turísticas, abrangem paisagens e belezas reconhecidos mundialmente, paisagens

estas, moldadas por longos processos geológicos, muitos deles únicos no planeta. Mas esta informação é até então reservada a cientistas ou pessoas com formação na área, não sendo compartilhada com o público em geral, que perfaz a maior parte dos turistas. O turismo relacionado à biodiversidade é bastante explorado, como a trilha da Baleia Franca, no litoral, ou das Araucárias, na Serra. Contudo, o turismo de base científica geológica, ou geoturismo, carece de ações por parte dos cientistas para ser ampliado.

Neste contexto, este estudo foi realizado no Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste – PNMLL, situado na planície costeira de Santa Catarina. Esta região abrange dois domínios geológicos: (i) o embasamento cristalino, com rochas plutono-vulcânicas da Suíte Cambirela (BITENCURT *et al.*, 2008); e (ii) os depósitos de planície costeira, de idade cenozóica (TOMAZZOLLI *et al.*, 2018). Ambos domínios já foram alvo de trabalhos científicos nacionais e internacionais, que reconhecem sua importância bem como ressaltam o quão únicos são estes registros (LAIKOVSKI, 2018; SANTOS *et al.*, 2019; FREITAS, 2022).

Além da geodiversidade rica e variada, a área objeto é uma região com grande potencial turístico, devido à beleza cênica e à importância histórica e cultural, pontos também importantes e relevantes em estudos de geodiversidade. Assim, este estudo propõe um roteiro geológico ao longo do PNMLL. O trabalho constitui no levantamento e inventariação do patrimônio geológico, e desenvolvimento de um roteiro geológico para a divulgação deste patrimônio e das geociências, além de outras proposições de ações de geoconservação e fomento do geoturismo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Principais:

- (i) Identificar, classificar e inventariar geossítios na região PNMLL.
- (ii) Definir através da inventariação do geossítio e também em relação à legislação vigente os pontos de interesse geológico.
- (iii) Propor ações de geoconservação para o uso sustentável da região e incentivo ao geoturismo.

1.1.2 Específico:

Elaborar proposta de consolidação de um roteiro geológico nos principais pontos de visitação do parque.

1.2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o potencial turístico do PNMLL, apresentando diversos elementos de geodiversidade, biodiversidade, histórico, paisagístico e cultural, de sua importância socioambiental, que servem como fonte de renda para a população local, são necessários estudos direcionados à temática de geodiversidade. Tais

características servem como parâmetros para ações de educação, conservação e uso sustentável voltadas aos moradores e visitantes do parque.

Apesar de existirem diversos trabalhos relacionados à diferentes aspectos geológicos locais, já publicados, tais como composição geoquímica das rochas ocorrentes, geologia estrutural, morfodinâmica praial, fotointerpretação, entre outros, são escassos os trabalhos na temática de geodiversidade em Santa Catarina. Covello (2018) desenvolveu um trabalho de destaque sobre a geodiversidade na Ilha de Santa Catarina, catalogando os principais geossítios do município de Florianópolis. Dentre os trinta e um geossítios catalogados, o PNMLL está incluso, corroborando sua necessidade de reconhecimento e proteção devido ao seu potencial científico e turístico. Os registros geológicos que afloram na região foram formados em diferentes estágios de evolução da Terra e podem ser utilizados pela comunidade científica para exemplificar a história geológica deste segmento do litoral, possibilitando inferir que determinadas áreas são representativas do ponto de vista geológico.

A Ilha de Santa Catarina atrai milhares de turistas anualmente, e foi uma das primeiras cidades a incluir em seu plano diretor artigos sobre a necessidade de proteger sua geodiversidade, devendo promover acesso ao público, estudos e divulgação de seus elementos, trazendo a proteção legal dos sítios através das Áreas Especiais de Intervenção Urbanística com a categoria de Áreas de Patrimônio Geológico

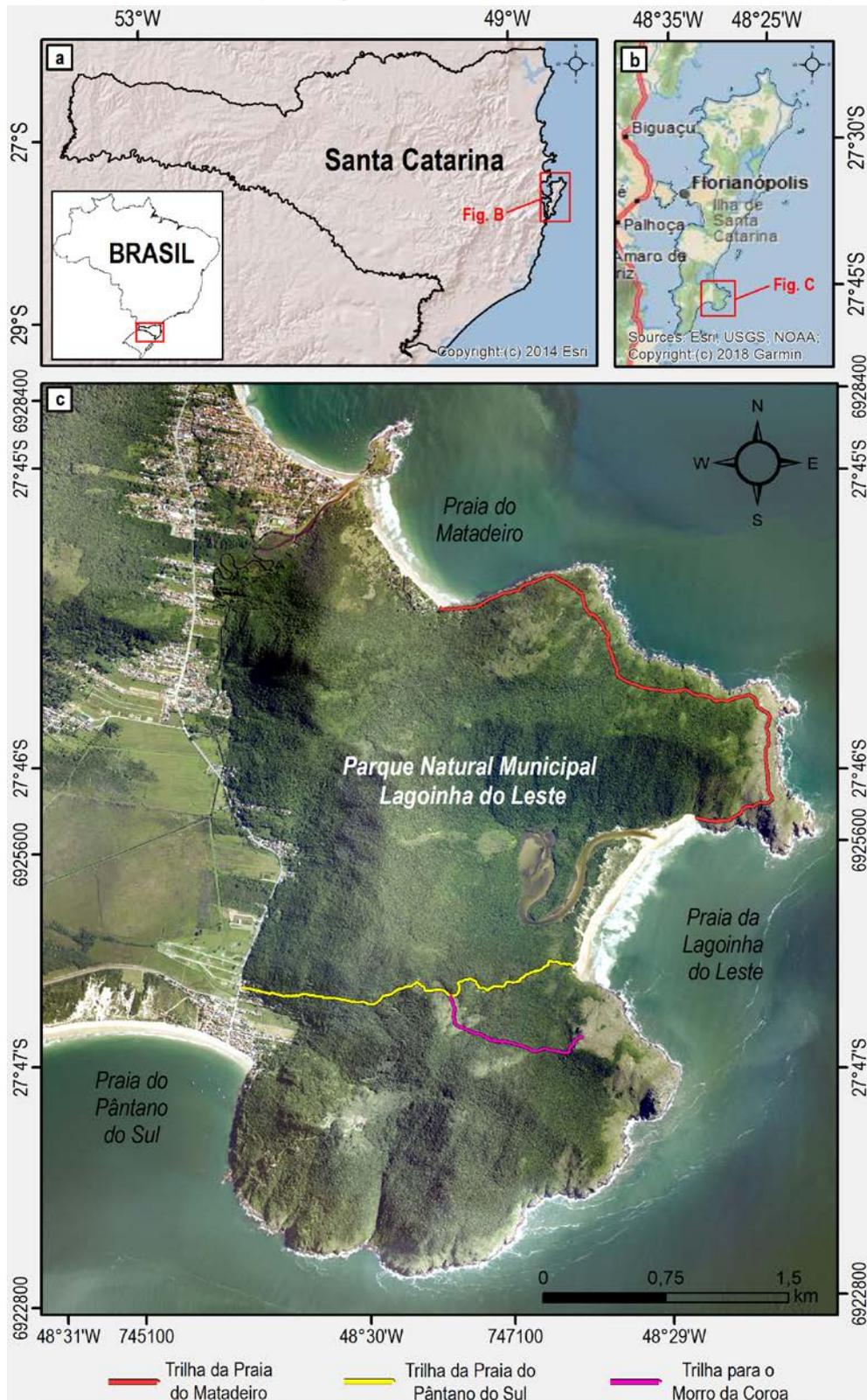
Portanto, este projeto visa contribuir com a divulgação das geociências para o público leigo, mostrando a importância da geologia na construção da paisagem e o quanto a mesma faz parte do cotidiano das pessoas. E assim, quanto maior for o conhecimento da população, teremos um melhor uso do território e maior valorização dos elementos que compõem a natureza.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 LOCALIZAÇÃO

O Parque Natural Municipal Praia da Lagoinha do Leste está situado a sudeste da Ilha de Santa Catarina, a 31 Km do centro da cidade, seu posicionamento está entre a Praia do Pântano do Sul e a Praia do Matadeiro. O acesso se dá por meio de trilhas saindo da Praia do Matadeiro ou pelo Pântano do Sul, há também a opção de travessia de barco, feita pela Associação de Pescadores Artesanais do Pântano do Sul. A trilha pelo Pântano do Sul tem 2,2 km sendo a mais rápida, porém, mais íngreme. A outra opção de trilha é pela Praia do Matadeiro, contornando o costão rochoso, é de aproximadamente 4,5 km.

Figura 1 – Localização da área objeto do estudo: a) Estado de Santa Catarina, região sul do Brasil; b) Ilha de Florianópolis, leste do estado de Santa Catarina; c) Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste, sul da Ilha de Florianópolis.



Fonte: Elaborado pela autora. Ortofotomosaico RGB elaborado a partir de dados do levantamento aerofotogramétrico de 2010, Sistema de Informações Geográficas do Estado de Santa Catarina (sigsc.gov.br).

2.2 PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA LAGOINHA DO LESTE

A Lei nº 10.387/2018, dispõe sobre a criação do Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste (PNMML), nos termos do Art. 55 da Lei Federal nº 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), entende a área do território municipal com superfície de 920,54 hectares, constituindo uma Unidade de Conservação integral, na Categoria de Parque Natural, vinculado a Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM), cabendo a mesma a gestão técnica, administrativa e operacional, bem como os serviços realizados em seu espaço territorial, fiscalizando o cumprimento do disposto nas legislações pertinentes (FLORIANÓPOLIS, 2018).

De acordo com o Art. 5º, são objetivos do PNMML:

- Garantir condições para a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Contribuir para a preservação da diversidade biológicas e recursos genéticos, florísticos e faunísticos;
- Proteger paisagens naturais de notável beleza cênica;
- Promover a proteção e recuperação de ambientes degradados;
- Proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Favorecer condições e promover educação e interação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico
- Proteger recursos naturais em compatibilidade com as populações tradicionais que vivem em seu entorno, respeitando e valorizando seu conhecimento, a cultura e promovendo-as social e economicamente; e
- Proteger as características relevantes da natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural.

O Art. 6º discorre sobre os caminhos e trilhas históricas e tradicionais de uso comum pela população em geral no interior do PNMML que estão sob a guarda e conservação da FLORAM, constituindo bens de uso comum do povo.

O Art. 9º refere-se às proibições no PNMML:

- Qualquer atividade que possa pôr em risco integridade dos ecossistemas e a harmonia da paisagem;
- Qualquer atividade em desacordo com o Plano de Manejo da UC.
- Porte ou utilização de explosivos, armas de fogo e outros equipamentos que possam comprometer a integridade do patrimônio natural e cultural do PNMML;
- Churrasco e fogueiras de chão;
- Animais domésticos em trilhas e faixa de praia;
- Introdução de espécies exóticas e invasoras;

- A circulação de veículos automotores pelas trilhas e faixas de praia inseridas dentro dos limites do PNMLL, exceto aqueles utilizados pela FLORAM, necessários à manutenção e fiscalização da UC, ou no caso de atividades de pesquisa autorizadas pela FLORAM;
- O corte de vegetação nativa; e
- Atividades que possam causar perturbação da fauna nativa.

A bacia hidrográfica da Lagoinha do Leste é uma das mais preservadas da Ilha de Santa Catarina (Ferretti, 2013). Por pertencer às Áreas de Proteção Ambiental, contribui para o baixo nível de antropização da área. Não existem vias para carros nesta região, e nem coleta de lixo, todo o acesso às áreas de visitação é feito por trilhas, conseqüentemente preservando a vegetação e diminuindo os impactos na localidade (OBSERVA UFSC, 2018).

Quadro 1 - Descrição da Unidade.

Nome da Unidade de Conservação	Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste (PNMLL)
Gestão	Departamento de Unidades de Conservação (DEPUC) da Fundação do Meio Ambiente – FLORAM (Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano).
Categoria	Parque Natural
Mais Informações sobre a gestão	A gestão está localizada no Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri, próximo ao PNMLL
Zoneamento e Plano de Manejo	Não possui
Conselho consultivo	Não possui
Endereço da sede	Não possui na sede do Parque
Localização	Sul da Ilha de Santa Catarina, entre as comunidades da Armação e Pantano do Sul
Website	<hppts://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/>
Superfície (km ²)	9,20 km ²
Perímetro (km)	21,72 km
Normativa Legal	Lei nº 10.387/2018
Marcos (limites)	À leste, norte e sul está o Oceano Atlântico. A noroeste da Praia do Matadeiro. À oeste as comunidades de Armação e Pântano do Sul.
Regulação Fundiária	Indefinida

Ecosistemas e tipo de vegetação	Floresta Ombrófila Densa Submontana, vegetação pioneira (restinga e marismas), ambiente lagunar, dunas, vegetação em costão rochoso (edáfica)
Uso	Pesquisa, Turismo de praia e Ecoturismo
Fiscalização	FLORAM

Fonte: OBSERVA UFSC (2018).

2.3 GEOMORFOLOGIA

Na área de estudo predominam dois tipos de modelados, o de dissecação e o de acumulação. O de dissecação é formado por processos pluviais e/ou fluviais, onde predominam os processos de erosão sobre os de sedimentação. (HERRMANN & ROSA, 1991). Na Lagoinha do Leste, encontra-se o modelado de dissecação em montanhas (acima de 200 m) com encostas íngremes e topo anguloso. Estas elevações que formam a enseada pertencem às Serras do Leste Catarinense, que em geral estão suscetíveis a fenômenos erosivos, como deslizamentos e queda de blocos e matacões (LUIZ, 2004).

O modelo de acumulação consiste em ambientes deposicionais, apresentando relevo de terrenos mais baixos, gerados pela deposição de sedimentos, conforme as características de sua origem, podendo ser subdivididos em compartimentos ou feições de relevo. Na Ilha de Santa Catarina, a planície costeira é composta pelos compartimentos: Praial, Eólico e Colúvio-Aluvionar. (Herrmann & Rosa, 1991; Luiz, 2004). Segundo Horn Filho & Livi (2013) e Tomazzolli & Pellerin (2015), a Lagoinha do Leste possui representantes de cada um dos compartimentos.

Conforme Luiz (2004), o compartimento praial engloba as praias atuais, os terraços marinhos, as planícies de restinga, de maré e as lacustres, ou seja, feições formadas a partir de sedimentos depositados pelas correntes litorâneas e o regime de ondas, bem como as regressões e transgressões marinhas.

O sistema de drenagem da Lagoinha do Leste, é um elemento de destaque na paisagem. De forma meândrica, a laguna encontra-se concentrada na área central da Lagoinha do Leste, e é barrada pelo compartimento praial, estando geralmente isolada do mar. Porém, eventos de ressacas marítimas ou altos índices pluviométricos, na porção norte da bacia, tal barreira é rompida, permitindo o encontro das águas da laguna com o mar (SANTOS & VALDATI, 2017).

A porção norte da praia é a área onde ocorre o eventual deságue no mar, denominada como canal lagunar de maré. Com o canal lagunar aberto, o volume de água na laguna diminui, esta transferência entre a laguna e o mar, envolve uma dinâmica, que por sua vez, constitui um ciclo de erosão e deposição no mesmo local (SANTOS & VALDATI, 2017).

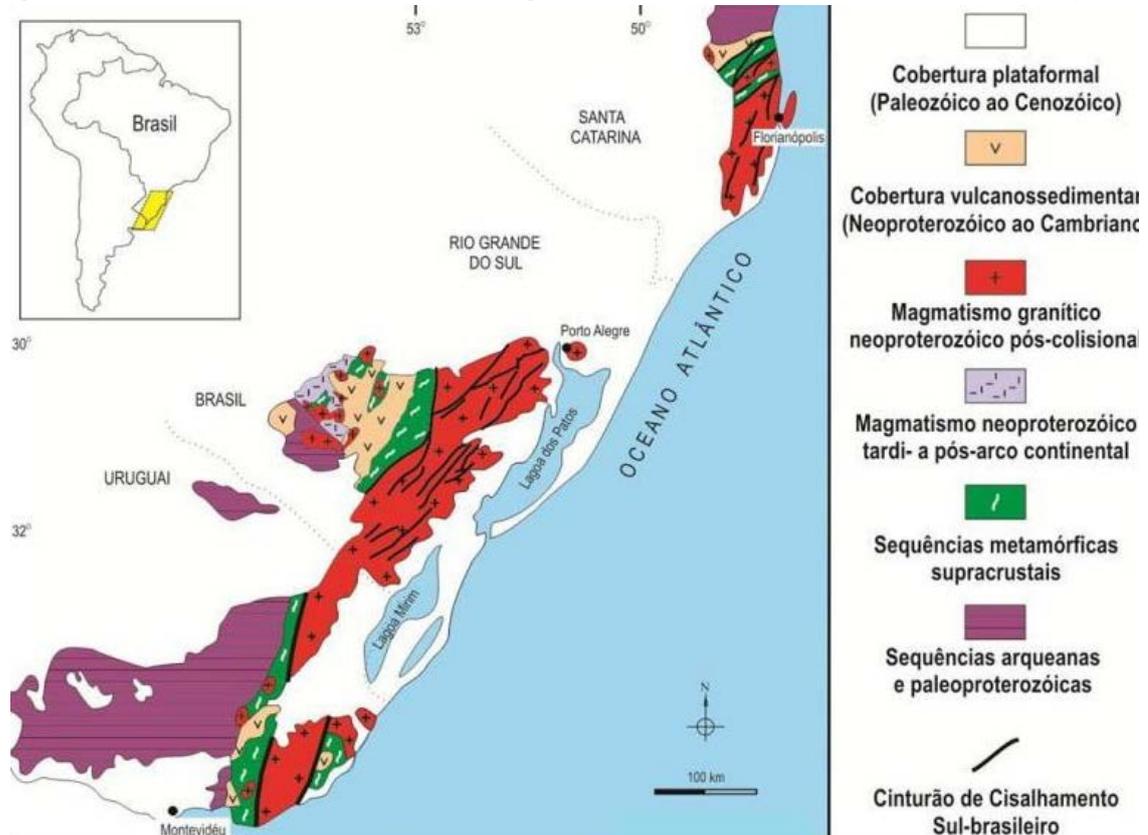
Santos & Valdati (2017) afirmam que além da laguna, o sistema de drenagem possui mais bacias hidrográficas criptorreicas (que alimentam áreas subterrâneas) e exorreicas (deságua num lago ou mar fechado). Três bacias criptorreicas foram identificadas: uma na porção norte e duas na porção sul da Lagoinha do Leste. Quanto às exorreicas, foram contabilizadas cinco, sendo que quatro delas são pequenos cursos d'água retilíneos e paralelos, que desaguam diretamente no mar, localizados no extremo norte da área de estudo. A bacia de maior extensão no terreno, é composta por oito afluentes, cada um deles formando uma sub-bacia do tipo endorreica, pois estes fluem diretamente para a laguna. Contudo, Santos & Valdati (2017) classificam esta bacia como exorreica, devido à dinâmica do canal lagunar de maré.

2.4 CONTEXTO GEOLÓGICO

A área de estudo está inserida na Província Mantiqueira (PM), a qual abrange vários cinturões orogênicos que se desenvolveram no Neoproterozoico (ALMEIDA *et al.*, 1977, 1981; ALMEIDA & HASUI, 1984). O sistema orogênico Mantiqueira é constituído por um conjunto de terrenos que foram fortemente afetados pelo Ciclo Brasileiro (1000 a 170 Ma), e que estão subdivididos como: segmento setentrional, formado pelo orógeno Araçuaí; o segmento central, que inclui a porção sul do orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional, com o orógeno Dom Feliciano. A figura 2 ilustra o segmento Meridional da PM, que consiste no Cinturão Dom Feliciano.

O Cinturão Dom Feliciano (CDF) (FRAGOSO CESAR *et al.*, 1980) é constituído por uma sequência de rochas metavulcanossedimentares (Complexo Metamórfico Brusque, em Santa Catarina, Porongos, no Rio Grande do Sul, Lavallega, no Uruguai), extensos segmentos rochas plutônicas e vulcânicas associadas neoproterozoicas (Florianópolis, Pelotas e Aygua, no Uruguai), e restos do embasamento paleoproterozoico e arqueano (HEIBRON *et al.*, 2004). O CDF no Escudo Catarinense (EC) vem sendo estudado por diversos autores no decorrer dos anos (e.g. BASEI *et al.*, 1985, 2011; CHEMALE JR. *et al.*, 1995; BABINSK *et al.*, 1997; BITENCURT & NARDI, 1993, 2000; entre outros) com relação a novos modelos tectônicos e de evolução crustal, atrelados aos dados geocronológicos existentes, resultando no refinamento das interpretações do processo evolutivo dessa região (FLORISBAL *et al.*, 2011).

Figura 2 – Cinturão Dom Feliciano segmento Meridional da Província Mantiqueira.



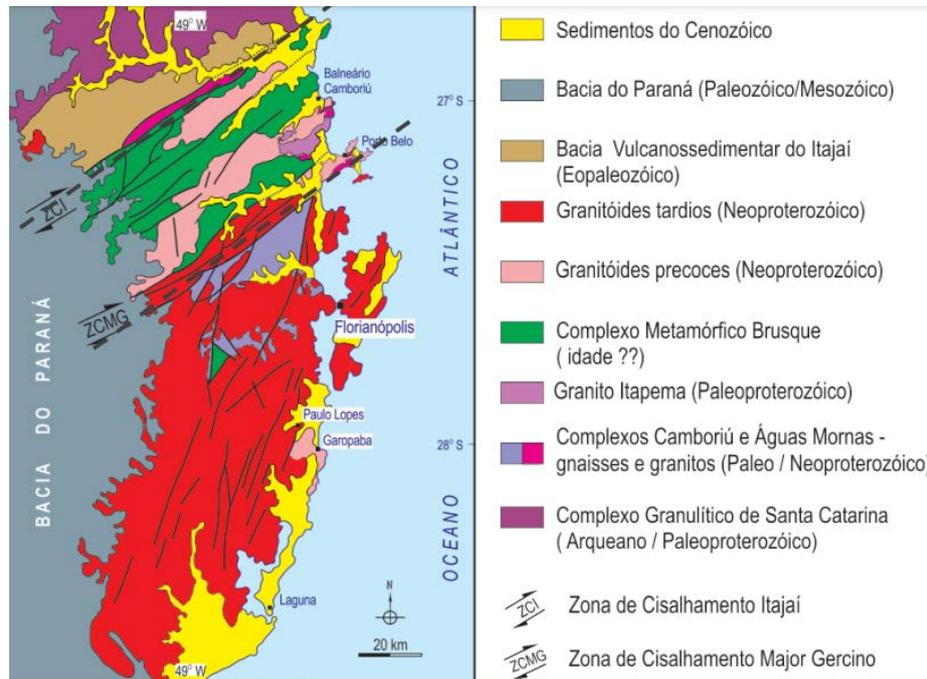
Fonte: Bitencourt *et al.* (1989).

As estruturas regionais mais expressivas no EC são as Zonas de Cisalhamento transpressivas Major Gercino (ZCMG) e Itajaí Perimbó (ZCIP), utilizadas para definir os limites tectônicos da compartimentação proposta por Florisbal *et al.*, (2011) baseada nos estudos de Basei (1985), que divide o EC em três grandes domínios:

- Domínio Norte, abrange as unidades paleoproterozoicas do Complexo Granulítico de Santa Catarina e neoproterozoicas-cambrianas das Bacias de Itajaí e Campo Alegre, tendo ao sul seu limite com a ZCIP.
- Domínio Central, limitado ao norte pela ZCIP e ao sul pela ZCMG, é composto por rochas metassedimentares do Complexo Metamórfico Brusque e pelo Complexo Camboriú, com ocorrência de rochas graníticas como o Granito Itapema, Corre Mar, Serra dos Macacos, entre outros.
- Domínio Sul, predominância de rochas graníticas de idade neoproterozoica do Batólito Florianópolis, resquícios do embasamento paleoproterozoico do complexo Águas Mornas; e rochas metassedimentares do Complexo Queçaba.

A figura 3 ilustra a disposição dos domínios tectônicos do Escudo Catarinense, bem como as principais estruturas que definem estes domínios.

Figura 3 – Geologia do Escudo Catarinense e as principais estruturas que delimitam os diferentes domínios tectônicos.



Fonte: Florisbal *et al.*, (2012).

2.4.1 Batólito Florianópolis

O Batólito Florianópolis (BF) é a principal unidade do Domínio Sul do EC, e corresponde a um significativo cinturão granítico de orientação E-NE, com aproximadamente 200 km de comprimento e 60 km de largura. É composto por rochas plutônicas e vulcânicas, de diferentes idades e composições, resultante do magmatismo Neoproterozoico no CDF (BITENCOURT & NARDI, 2000).

Segundo Janasi *et al.*, (2015), as idades U-Pb em zircão indicam que o magmatismo granítico ocorreu entre 650-580 Ma. O BF representa a maior unidade do Domínio sul, formada principalmente pelas suítes Paulo Lopes, Imaruim, São Pedro de Alcântara, Pedras Grandes e Cambirela (BITENCOURT & NARDI, 1993; ZANINI *et al.*, 1997; BITENCOURT *et al.*, 2008).

Diferentes são as interpretações relacionadas acerca do magmatismo plutônico do BF. Alguns autores sugerem que a formação desta unidade esteja associada a um arco continental que envolveu processos de fusão e reciclagem da crosta (BASEI, 1985, 2000; PASSARELLI *et al.*, 1995, 2010; CHEMALE JR. *et al.*, 2012). Entretanto, autores como Bitencourt & Nardi (2000), Florisbal *et al.*, (2009, 2011), Moraes *et al.*, (2023) entre outros, associam a gênese das rochas do BF a um ambiente pós colisional, com corpos graníticos que abrangem plutons precoces sintectônicos e plutons tardios, com pouca ou nenhuma deformação.

Apesar da discussão acerca das fontes e da gênese sejam alvo de debate, há consenso entre os autores que o magmatismo do BF é formado por rochas graníticas de afinidade cálcio-alkalina de alto-K ou toleítico, com associações graníticas metaluminosas a levemente peraluminosas, dominados por biotita granitos e granodioritos, com enclaves máficos quartzo-dioríticos nas primeiras fases (~630-615 Ma), granitóides shoshonitos de ocorrência local (~611 Ma) e um magmatismo tardio de afinidade alcalina (~590 Ma), com rochas graníticas metaluminosas geralmente próximas às zonas de cisalhamento, e associações vulcânicas básicas a ácidas com intrusões com características peralcalina, mais distantes das áreas de maior deformação (BITENCOURT & NARDI 2000; BITENCOURT *et al.*, 2008; CHEMALE JR. *et al.*, 2012; FLORISBAL, 2012).

Os granitóides que constituem o BF foram também subdivididos por Zanini *et al.*, (1997) em três grupos:

- Granitoides foliados: granitoides de caráter porfirítico e foliação subvertical incipiente, caracterizada pela orientação dimensional dos fenocristais de feldspato e pelo alinhamento dos minerais micáceos (granitoides Santo Antônio e Paulo Lopes).
- Granitoides cálcio-alkalinos: associação de rochas granitoides de natureza cálcio-alkalina, que constituem o batólito de zoneamento concêntrico, com termos tonalíticos e quartzo-dioríticos nas porções marginais, a termos monzograníticos no interior (Suíte Intrusiva Maruim).
- Granitoides alcalinos: granitoides isotrópicos alcalinos que ocorrem com *stocks* ou batólitos (Suíte Intrusiva Pedras Grandes) e um corpo granítico com características subvulcânicas relacionadas a rochas vulcânicas com fluxos e tufo riolíticos, que caracterizam a fase final do magmatismo na região (Suíte Plutônio-Vulcânica Cambirela).

2.4.2 Suíte Plutônio-Vulcânica Cambirela

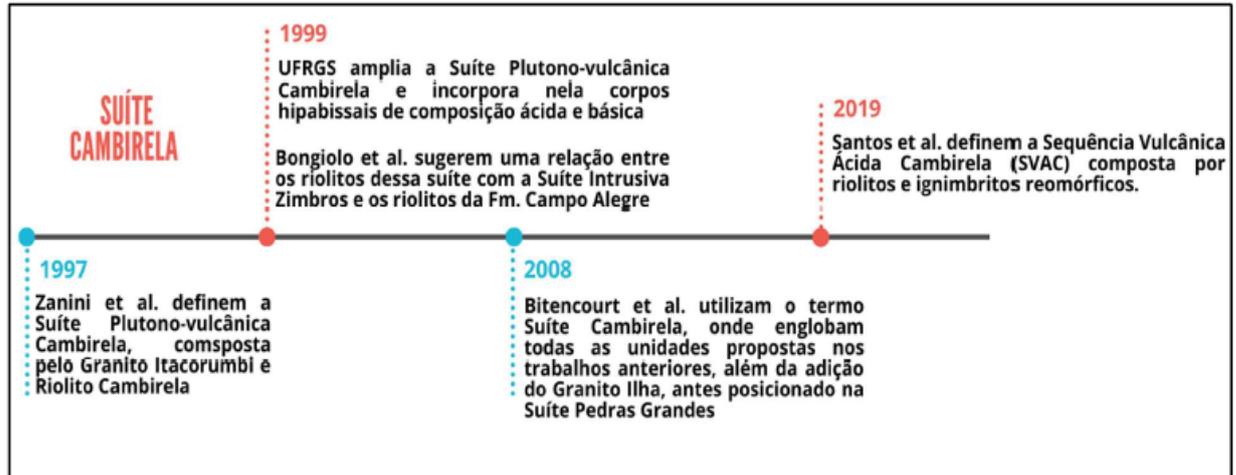
A Suíte Cambirela já foi definida de diferentes maneiras (Figura 4). Segundo Zanini *et al.* (1997), nas Folhas Florianópolis-Lagoa a Suíte Plutônio-Vulcânica Cambirela representa a fase final do magmatismo no BF. Esta unidade compreenderia uma unidade plutônica (Granito Itacorumbi) e uma fração vulcânica (Riolito Cambirela).

A ampliação desta suíte foi sugerida pela UFGRS (1999), para incluir corpos hipabissais ácidos e básicos que ocorrem de forma independente ou como diques compostos. Conforme empregado por Bitencourt *et al.*, (2008), a Suíte Cambirela é composta pelo Granito Ilha (GI), Riolito Cambirela (RC), Granito Itacorumbi (GI) e Rochas Hipabissais (RH).

Santos *et al.*, (2019) definem como uma Sequência Vulcânica Ácida Cambirela, composta por Riolitos e ignimbritos, com idades de (580 ± 5 Ma; JANASI

et al., 2015a, JANASI *et al.*, 2015b; $574 \pm 1,8$; CORRÊA, 2016; 590 Ma; MORAES, 2023) que estão de acordo com o Granito Ilha (587 ± 6 Ma, JANASI *et al.*, 2015b).

Figura 4 - Evolução temporal das definições para a Suíte Cambirela.



Fonte: Moraes (2022).

Serão descritas aqui as unidades da Suíte Cambirela (ZANINI *et al.*, 1997; BITENCOURT *et al.*, 2008; TOMAZZOLI *et al.*, 2018; Freitas, 2022; LAIKOVSKI, 2018; SANTOS *et al.*, 2019) que ocorrem na área de estudos a fim de focalizar as características das unidades que compõem a região da Lagoinha do Leste.

2.4.3 Riolito Cambirela

O termo Riolito Cambirela foi primeiramente empregado por Zanini *et al.*, (1997), para designar derrames, tufos, ignimbritos e diques riolíticos. Os principais componentes da unidade são os riolitos, riodacitos e dacitos provenientes de derrames e intrusões, de coloração cinza escuro, textura porfirítica, com fenocristais de quartzo incolor, K-feldspato branco a rosado e plagioclásio, em uma matriz quartzo-feldspática de granulação fina ou afanítica, com presença de biotita em lamelas disseminadas ou como principal componente de enclaves máficos. Os enclaves são arredondados a angulosos, e seus contatos com a matriz, difusos a nítidos, onde, neste último caso, comumente apresenta margens félsicas em torno do enclave, sugerindo bordas de reação com a matriz. Xenólitos angulosos de microgranito e arredondados dos granitos Paulo Lopes, Serra do Tabuleiro e Ilha também são observados.

Laikovski (2018) descreve estes ignimbritos que ocorrem na região da Enseada do Brito como fortemente soldados, apresentando semelhança macroscópica aos riolitos, classificando através de análises microscópicas, relacionado a um sistema plutônio-vulcânico de profundidade rasa. Sugere ainda a renomeação da unidade para Ignimbrito Cambirela.

Santos *et al.*, (2019) corroboram com a origem da Suíte Cambirela como um sistema magmático raso, com câmara subvulcânica e ocorrência de uma sequência de pulsos eruptivos, sendo estes fortemente influenciados por falhas, causando erupções explosivas e conseqüentemente uma grande quantidade de fluxos piroclásticos. A sequência está disposta ao longo de uma feição geomorfológica alta com orientação NNE-SSW e devido à ausência de um caldeira e sequências sedimentares associadas; os ignimbritos da sequência são interpretadas como “ignimbritos fissurais”.

Os autores denominam essas unidades piroclásticas e efusivas como Ignimbrito Cambirela e Riolito Cambirela respectivamente. O primeiro é caracterizado por ignimbritos reomórficos cujo conteúdo é variável de cristais, líticos e fragmentos líticos imersos em uma matriz tufacea de texturas eutaxítica e parataxítica. O segundo é constituído por fluxo de lavas riolíticas a dacíticas, com textura porfiritica de matriz afanítica ou granular muito fina, com xenólitos do Granito Serra do Tabuleiro.

Na área de estudo, os ignimbritos ricos e pobres em cristais ocorrem intercalados, conforme ilustrado nas seções geológicas (Figura 5) levantadas por Freitas (2022), onde estão dispostos em três litofácies, definidas pela textura e granulometria, sem conotação genética ou estratigráfica: (i) lapilli-tufo com alto conteúdo de cristais, bombas e fragmentos líticos de textura eutaxítica; (ii) lapilli-tufo com baixo conteúdo de cristais e textura eutaxítica; e (iii) lapilli-tufo com alto conteúdo de cristais e textura eutaxítica e parataxítica.

Figura 5 – Seções geológicas propostas para a área de estudos. Perfil NW-SE (A-B) entre a Praia da Armação e Ponta de Lagoinha (Perfil 1) e perfil composto W-E entre Pântano do Sul até o Morro da Coroa e (C-D e E-F) entre o Morro da Coroa e a Praia da Lagoinha do Leste (Perfil 2). Estereogramas ilustram a variação da foliação magmática ao longo dos perfis, ilustrada na seção como traços.

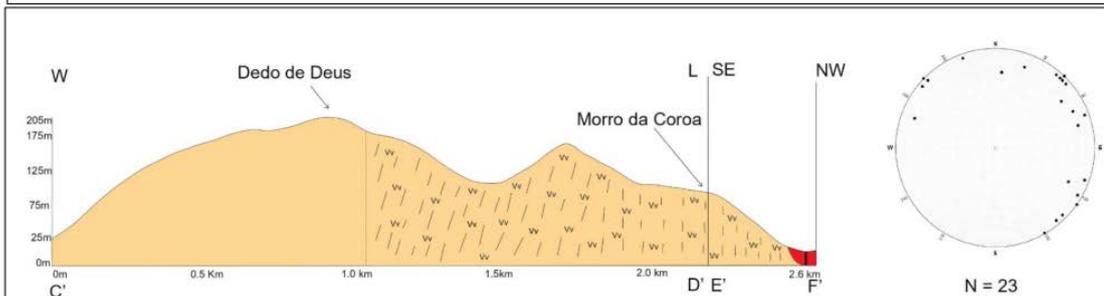
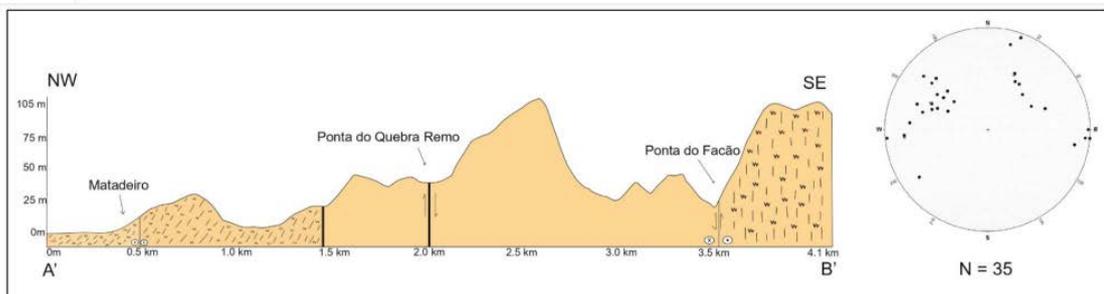


Coluna Estratigráfica

	Dique básico	Diques básicos de cor escura, afanítica e tamanho decamétrico.
	Lapili tufo com alto conteúdo de cristais, bombas e fragmentos líticos e textura eutaxítica	Ignimbritos soldados, pobremente selecionados e com aspecto porfírico. Presença de megacristais de K-Feldspato, plagioclásio e quartzo fumê facetado (~30-50% da rocha, estimativa visual) imersos em uma matriz de granulação fina. Bombas centimétricas, bem como fragmentos líticos centimétricos a métricos de aspecto
	Lapili tufo com alto conteúdo de cristais e textura eutaxítica e parataxítica	Ignimbritos fortemente soldados, ricos em cristais (~30-50%, estimativa visual), com aspecto porfírico e textura eutaxítica e parataxítica bem marcadas. Os megacristais são constituídos de K-feldspato, plagioclásio e quartzo fumê facetado imersos em uma matriz de textura fina a muito fina.
	Lapili tufo com baixo conteúdo de cristais e textura eutaxítica	Cristais esparsos de K-feldspato, plagioclásio e quartzo fumê facetado (~10-15%, estimativa visual) imersos em matriz de granulação fina, comumente fortemente alterados. A foliação magmática é incipiente a fracamente marcada.
	Granito Morro das Pedras	Cor cinza claro/rosada, fanerítico, sendo compostos por fenocristais de K-feldspato rosado de até 1 cm; quartzo acinzentado, facetado; plagioclásio e anfibólio

Convenções

	Foliação dos ignimbritos		Falha Normal
	Falha Transcorrente Dextral		Falha indiscriminada
	Falha Transcorrente Sinistral		



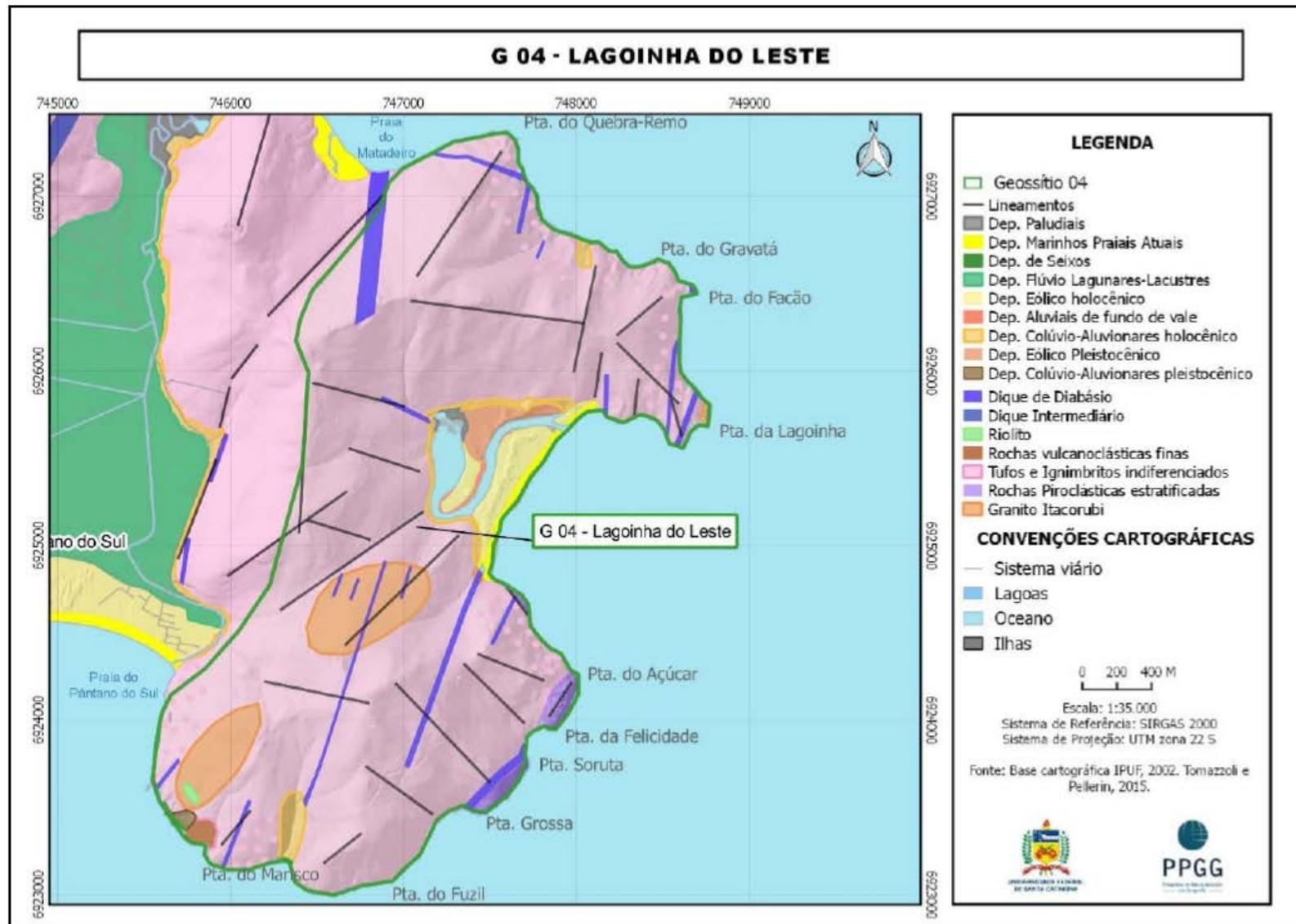
Fonte: Freitas (2022).

2.4.4 Depósitos Quaternários

Tomazzoli & Pellerin (2014) subdividem os depósitos Quaternários da área de estudo em:

- Depósito Marinho Praial: sedimentos arenosos de textura variada de idade Holocênica, provenientes dos processos marinhos que formam as praias atuais.
- Depósitos eólicos: há dois tipos deste depósito, diferenciados pela idade. O primeiro ocorreu no Holoceno, representado por dunas transversais ativas, constituídas por sedimentos finos e bem selecionados de coloração esbranquiçada. O segundo é do Pleistoceno, ocorrendo na forma de paleodunas ou dunas longitudinais fixadas pela vegetação, apresentando sedimentos arenosos finos de coloração amarelo-avermelhada, devido à presença de minerais ferrosos.
- Depósito aluvial de fundo de vale: sedimentos pelíticos e arenosos de granulometria variável, de idade Holocênica, situados em ambientes de baixa energia, como terraço lagunar e fundos de vale (Horn Filho, 2013).
- Depósito de Colúvio-Aluvionar: constituem leques ou rampas nos sopés das encostas do embasamento cristalino, apresentando sedimentos mal selecionados, geralmente grosseiros com proporções variadas de blocos, matacões, seixos, grânulos e material pelítico-arenoso.
- Depósito Paludial: localizado em áreas semi-alagadas, compostos por turfas e sedimentos finos ricos em matéria orgânica.

Figura 6 – Mapa de localização geográfica do geossítio Lagoinha do Leste no mapa geológico de Tomazzoli & Pellerin (2014).



Fonte: Extraído de Covello (2018).

3 METODOLOGIA

3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Sobre a geologia regional, bem como sobre a temática do Trabalho de Conclusão de Curso, como geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Como mapas geológicos, imagens de satélite, ortofotos (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social) para composição de um banco de dados em SIG a ser composto no software livre Qgis, atualmente na versão 3.10.8, para a geração de um banco de dados.

3.3 TRABALHO DE CAMPO

Com duração de um dia para a obtenção de dados fotográficos e levantamento de imagens através de VANTs (veículos aéreos não tripulados) e inventariação do geossítio.

3.4 INVENTÁRIO DO GEOSSÍTIO

Nas últimas décadas diversas metodologias foram propostas para a realização dos inventários, quantificações e classificações, como por exemplo, o método de Pralong & Reynard (2005), Pereira *et al.* (2007), García-Cortés & Carcavilla (2009), Lima *et al.* (2008), Brilha (2005, 2016), Meira *et al.* (2017, 2020) entre outros.

Neste trabalho será utilizado o método de Brilha (2016), dando maior destaque ao seu valor científico, educativo, cênico e turístico. Este método aplica pesos a parâmetros qualitativos e quantitativos pré-estabelecidos, proporcionando uniformidade e diminuindo a subjetividade das análises. A metodologia de Garcia-Cortés & Urquí (2009) será utilizada para a realização do cálculo de vulnerabilidade do geossítio e a consequente urgência na adoção de medidas de conservação. Ainda, o inventário será adicionado à plataforma GEOSSIT, uma ferramenta desenvolvida pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), cujo objetivo é padronizar o cadastramento dos geossítios no Brasil. Assim, para cada tipo de valor (científico, educativo, turístico) serão utilizados diferentes parâmetros e pesos, a depender da finalidade da inventariação, retornando como resultado uma classificação quanto à relevância do geossítio, seu uso potencial e risco de degradação. Estes dados serão então trabalhados em softwares adequados, como planilhas Excel e programas de tratamento de imagens, como Illustrator, para gerar os gráficos e planilhas finais.

O geossítio foi classificado de acordo com os critérios, indicadores e parâmetros utilizados na **avaliação quantitativa do valor científico** do geossítio (Quadro 2), podendo obter os seguintes valores 1,2 ,4 ou zero se não for aplicado.

Quadro 2 – Valor Científico (VC). (continua)

Valor Científico (VC) Critérios / indicadores	Parâmetros
A1. Representatividade	
O geossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com a temática em questão	4 pontos
O geossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com a temática em questão	2 pontos
O geossítio ilustra razoavelmente elementos ou processos na área de estudo, relacionados com a temática em questão	1 ponto
A2. Local - tipo	
Geossítio considerado referência ou exemplar único da categoria em questão	4 pontos
Geossítio é utilizado pela ciência internacional, diretamente relacionado com o enquadramento geológico em questão	2 pontos
Geossítio é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado com o enquadramento geológico em causa	1 ponto
A3. Conhecimento científico	
Existem artigos e revistas científicas internacionais sobre este geossítio	4 pontos
Existem artigos e publicações científicas nacionais sobre o geossítio	2 pontos
Existem resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre este geossítio	1 ponto
A4. Integridade	
Os principais elementos geológicos encontram-se muito bem conservados	4 pontos
O geossítio não está tão bem preservado, mas os principais elementos geológicos ainda se conservam	2 pontos
Geossítio com problemas de conservação e com elementos geológicos bastante alterados e modificados	1 ponto

A5. Diversidade geológica	
Geossítio com mais de três tipos de feições geológicas distintas com relevância científica	4 pontos
Geossítio com três tipos de feições geológicas distintas com relevância científica	2 pontos
Geossítio com dois tipos de feições geológicas distintas com relevância científica	1 ponto
A6. Raridade	
O geossítio é a única ocorrência deste tipo na área de estudo	4 pontos
Na área de estudo, existem 2-3 tipos de exemplos de geossítios semelhantes	2 pontos
Na área de estudo existem 4-5 exemplos de geossítios semelhantes	1 ponto
A7. Limitações de uso	
O geossítio não tem limitações (permissões legais, barreiras físicas,...) para amostragem ou trabalho de campo	4 pontos
É possível coletar amostras e fazer trabalho de campo depois de superar limitações	2 pontos
Amostragem e trabalho de campo são muito difíceis de serem realizados (permissões legais, barreiras físicas, ...)	1 ponto

Fonte: Adaptado de Brilha 2016.

Quadro 3 – Peso dos critérios para o VC.

VALOR CIENTÍFICO (VC) CRITÉRIO	Peso (%)
A1. Representatividade	30
A2. Local- tipo	20
A3. Conhecimento científico	5
A4. Integridade	15
A5. Diversidade geológica	5
A6. Raridade	15
A7. Limitações de uso	10
Total	100

Fonte: Adaptado de Brilha 2016.

Na avaliação do VC o conhecimento científico e a diversidade geológica são os critérios com o menor peso. A inexistência de literatura científica sobre determinada ocorrência geológica, não implica necessariamente que ela não tenha valor científico, pode ser consequência de estar localizado em uma área sem equipes de investigação ou mesmo que seja uma recente descoberta.

Na **avaliação quantitativa do potencial educacional e turístico** do geossítio, dez critérios são compartilhados por esses dois tipos de uso. Mais dois critérios são usados para avaliar o potencial uso educativo (PUE) e três para o potencial de uso turístico (PUT), podendo obter parâmetros com valores de 1 a 4 pontos ou zero quando não for aplicável.

Quadro 4 – Avaliação do potencial Educacional e Turístico do geossítio.
(continua)

Critérios/ indicadores	Parâmetros
B1. Vulnerabilidade	
Os elementos geológicos do geossítios não apresentam possibilidade de degradação por ação antrópica	4 pontos
Existe a possibilidade de deterioração dos elementos geológicos secundários por atividade antrópica	3 pontos
Existe possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos por atividade antrópica	2 pontos
Existe possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos por atividade antrópica	1 ponto
B2. Acessibilidade	
Geossítio localizado a menos de 100m de uma estrada pavimentada e com estacionamento para ônibus	4 pontos
Geossítio localizado com menos de 500m de uma estrada pavimentada	3 pontos
Geossítio localizado de 500m a 1km de estrada pavimentada	2 pontos
Geossítio localizado a mais 1km de estrada pavimentada	1 ponto
B3. Limitações de uso	
O geossítio não tem limitações de uso para ser utilizado por estudantes e turistas	4 pontos

O geossítio pode ser usado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente	3 pontos
O geossítio pode ser utilizado por estudantes e turistas, somente após superar limitações (legal, permissões, físicos, marés, inundações,...)	2 pontos
A utilização por estudantes e turistas é muito difícil de ser realizada devido às limitações difíceis de superar (legal, permissões, físicos, marés, inundações,...)	1 ponto
B4. Segurança	
Local com instalações de segurança (cercas, escadas, corrimões,...), cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 5km de serviços de emergência	4 pontos
Local com instalações de segurança (cercas, escadas, corrimão, ...) cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 25km de serviços de emergência	3 pontos
Geossítio sem instalações de segurança, mas com cobertura de telefonia móvel e localizado a menos de 25km de serviços de emergência	2 pontos
Geossítio sem instalações de segurança, sem cobertura de telefonia móvel e situados a menos de 25 km de serviços de emergência	1 ponto
B5. Logística	
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 15km do local de interesse	4 pontos
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 50km do local de interesse	3 pontos
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas a menos de 100km do local de interesse	2 pontos
Existem restaurantes e alojamentos para grupos de 25 pessoas a menos de 50km do local de interesse	1 ponto
B6. Associação com outros valores	
Ocorrência de valores ecológicos e culturais a menos de 1km de distância do local	4 pontos
Ocorrência de valores ecológicos e culturais a menos de 5km de distância do local	3 pontos

Ocorrência de valores um valor ecológico e um valor cultural a menos de 5km de distância do local	2 pontos
Ocorrência de um valor ecológico ou cultural a menos de 10km de distância do geossítio	1 ponto
B7. Beleza Cênica	
Geossítio utilizado ocasionalmente como destino turístico em campanhas internacionais	4 pontos
Geossítio ocasionalmente usado como um destino turístico em campanhas nacionais	3 pontos
Geossítio utilizado atualmente como um destino turístico em campanhas locais	2 pontos
Geossítio ocasionalmente usado como destino de turismo em campanhas locais	1 ponto
B8. Singularidade	
O geossítio mostra características únicas e raros no país	4 pontos
O geossítio mostra características únicas e raros no estado	3 pontos
O geossítio mostra características únicas e raros no município	2 pontos
O geossítio apresenta características bastante comuns no município	1 ponto
B9. Condições de Observação	
Todos os elementos geológicos são observados em boas condições	4 pontos
Existem obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos	3 pontos
Existem alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos	2 pontos
Existem obstáculos que quase obstruem a observação dos principais elementos geológicos	1 ponto
B10. Densidade populacional	
Geossítio localizado em um município com mais de 1000 habitantes por km ²	4 pontos

Geossítio localizado em um município com 250-1000 habitantes por km ²	3 pontos
Geossítio localizado em um município com 100-250 habitantes por km ²	2 pontos
Geossítio localizado em um município com menos de 100 habitantes por km ²	1 ponto
Potencial de uso educativo (PUE)	Parâmetros
B11. Potencial de uso 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 em escolas de níveis secundários	2 pontos
Ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em nível superior	1 ponto
B12. Diversidade geológica	
Ocorrência de mais de 5 tipos de elementos da geodiversidade (mineralógicos, paleontológicos, geomorfológicos,...)	4 pontos
Ocorrência de 3 ou 4 tipos de elementos da geodiversidade	3 pontos
Ocorrência de 2 elementos da geodiversidade	2 pontos
Ocorrência de 1 elemento da geodiversidade	1 ponto
Potencial de uso turístico (PUT)	Parâmetros
B13. Nível econômico	
Geossítio localizado em um município com pelo menos o dobro de IDH que se verifica no estado	4 pontos
Geossítio localizado em um município com IDH superior que se verifica no estado	3 pontos
Geossítio localizado em um município com IDH idêntico ao que se verifica no estado	2 pontos

Geossítio localizado em um município com IDH inferior ao que se verifica no estado	1 ponto
B14. Potencial para divulgação	
Ocorrência de elementos geológicos são evidentes para todos os tipos de públicos	4 pontos
O público necessita de algum conhecimento geológico para entender os elementos que ocorrem no geossítio	3 pontos
O público necessita de bons conhecimentos geológicos para entender os elementos que ocorrem no geossítio	2 pontos
Os elementos geológicos que ocorrem são evidentes e perceptíveis apenas para quem possui graduação em geociências	1 ponto
B15. Proximidade com zonas recreativas	
Geossítio localizado a menos de 5 km de uma zona recreativa ou com atração turística	4 pontos
Geossítio localizado a menos de 10 km de uma zona recreativa ou com atração turística	3 pontos
Geossítio localizado a menos de 15 km de uma zona recreativa ou com atração turística	2 pontos
Geossítio localizado a menos de 20 km de uma zona recreativa ou com atração turística	1 ponto

Fonte: Adaptado de Brilha 2016.

Quadro 5 – Critérios e pesos para PUE e PUT. (continua)

Critérios PUE	Pesos (%)	Critérios PUT	Pesos (%)
B1. Vulnerabilidade	10	B1. Vulnerabilidade	10
B2. Acessibilidade	10	B2. Acessibilidade	10
B3. Limitações de uso	5	B3. Limitações de uso	5
B4. Segurança	10	B4. Segurança	10
B5. Logística	5	B5. Logística	5
B6. Associação com outros valores	5	B6. Associação com outros valores	5
B7. Beleza Cênica	5	B7. Beleza Cênica	15

B8. Singularidade	5	B8. Singularidade	10
B9. Condições de observação	10	B9. Condições de observação	5
B10. Densidade Populacional	5	B10. Densidade Populacional	5
B11. Potencial didático	20	B13. Nível socioeconômico	5
B12. Diversidade geológica	10	B14. Potencial de divulgação	10
		B15. Proximidade com zonas recreativas	5
Total	100	Total	100

Fonte: Adaptado de Brilha 2016.

Seguindo as etapas de quantificação, **avaliação do potencial de degradação e vulnerabilidade** do geossítio é fundamental para implementação de um plano de gestão e proteção do local. Os seguintes critérios, indicadores e parâmetros são descritos na tabela a seguir, onde são adotados valores de 1 a 4 ou zero quando não se aplicam. Nesta avaliação quanto menor os valores obtidos, menor será o RD do geossítio.

Quadro 6 – Avaliação do Risco de degradação. (continua)

Risco de degradação (RD) Critério/ Indicador	Parâmetro
A. 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 de elementos geológicos secundários	2 pontos
Menor possibilidade de deterioração de elementos geológicos	1 ponto

Proximidade com áreas/atividades com potencial para causar degradação	
Geossítio localizado a menos de 50 m de uma área/atividade potencialmente degradante	4 pontos
Geossítio localizado a menos de 200 m de uma área/atividade potencialmente degradante	3 pontos
Geossítio localizado a menos de 500 m de uma área/atividade potencialmente degradante	2 pontos
Geossítio localizado a menos de 1km de uma área/atividade potencialmente degradante	1 ponto
Proteção Legal	
Geossítio localizado em área sem proteção legal e sem controle de acesso	4 pontos
Geossítio localizado em área sem proteção legal, mas com controle de acesso	3 pontos
Geossítio localizado em área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2 pontos
Geossítio localizado em área de proteção legal e controle de acesso	1 ponto
Acessibilidade	
Geossítio localizado a menos de 100 m de estrada e com estacionamento para ônibus	4 pontos
Geossítio localizado a menos 500m de uma estrada pavimentada	3 pontos
Geossítio acessível a ônibus por estrada sem pavimentação	2 pontos
Local sem acesso direto por estrada, mas localizado a menos de 1km de estrada acessível por ônibus	1 ponto
Densidade populacional	
Geossítio localizado em município com mais de 1000 habitantes/km ²	4 pontos
Geossítio localizado em município com 250 a 1000 habitantes/km ²	3 pontos
Geossítio localizado em município com 100 a 250 habitantes/km ²	2 pontos

Geossítio localizado em município com menos de 100 habitantes/km ²	1 ponto
---	---------

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

Quadro 7 – Pesos para os critérios utilizados na avaliação de risco de degradação do geossítio.

Risco de degradação (RD) Critério	Peso (%)
Deterioração de elementos geológicos	35
Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação	20
Proteção Legal	20
Acessibilidade	15
Densidade populacional	10
Total	100

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

Quadro 8 – Valor final do Risco de degradação (RD) classificado em três classes: baixo, moderado e alto.

Total ponderado	Risco de degradação
≤200	Baixo
201-300	Moderado
301-400	Alto

Fonte: Brilha (2016).

Na classificação de relevância do geossítio os critérios são usados como referência para definir o âmbito local, regional, nacional ou internacional do geossítio. Visando garantir a proteção legal do geossítio através da legislação vigente.

O geossítio de âmbito nacional e internacional devem obter valores mínimos dos parâmetros nos seguintes critérios: Raridade ≥ 3 ; conhecimento científico ≥ 4 ; local-tipo ≥ 3 ; estado de conservação ≥ 3 ; uso educacional e turístico ≥ 3 ; e condições de observação ≥ 3 . O geossítio que não se enquadrar nestes valores, devem ser considerados como sendo de âmbito regional ou local (Brilha, 2005).

Quadro 9 – Relevância do geossítio. Q – Quantificação final da relevância do geossítio A, B e C – soma dos resultados obtidos para cada conjunto de critérios.

Geossítio de âmbito nacional ou internacional	Geossítio de âmbito regional ou local
$Q = \frac{2A + B + 1,5C}{3}$	$Q = \frac{A + B + C}{3}$

Fonte: Brilha (2005)

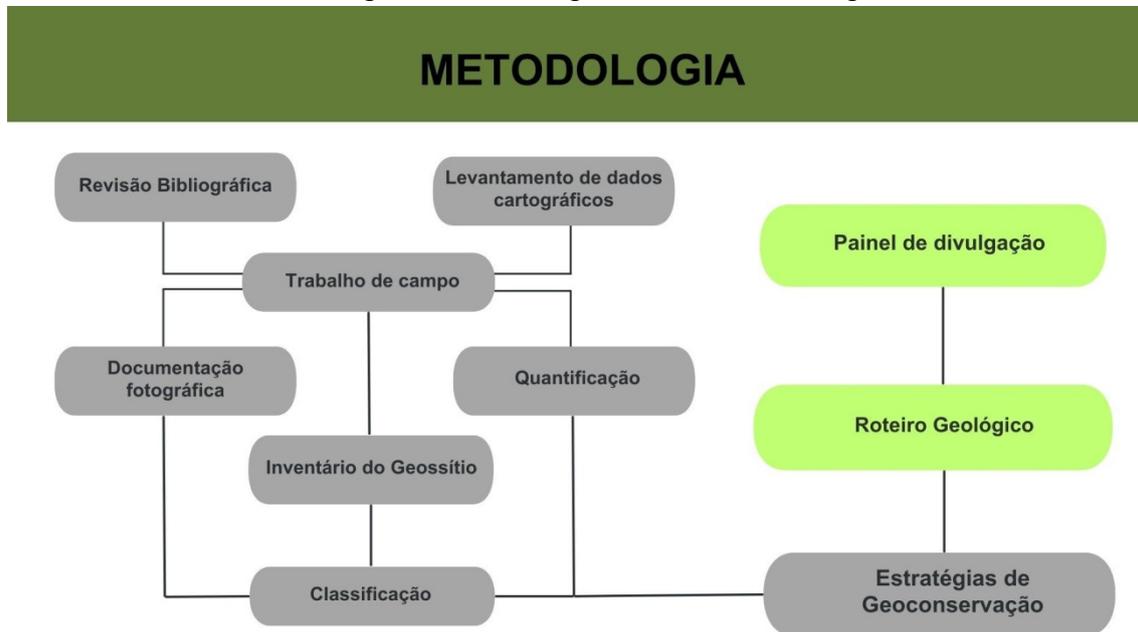
Quanto maior o valor de Q, maior a relevância do geossítio, e conseqüentemente, maior necessidade de aplicação de estratégias de geoconservação.

3.5 PROPOSIÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

Segundo Brilha (2005), estratégias de geoconservação consistem na aplicação de uma metodologia de trabalho que visa propor e implementar a conservação do geopatrimônio de determinada área baseando-se nos seguintes passos: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento dos sítios. A partir dos dados gerados da inventariação à classificação do geossítio, foram elaboradas estratégias e ações de geoconservação, focando a divulgação, uso e educação.

A valorização é o conjunto de ações de informação e interpretação que ajudam o público a reconhecer o valor dos geossítios, devendo ser acompanhada por sua divulgação. A depender dos resultados obtidos, diferentes estratégias de geoconservação devem ser propostas e as mesmas devem estar alinhadas com os órgãos públicos gestores da região estudada. Como proposta de geoconservação, foi confeccionado um painel interpretativo que será disponibilizado para os órgãos locais implementarem. Este painel foi confeccionado em softwares de tratamento de dados como o Canva Pro e Illustrator CS6.

Figura 7 – Fluxograma da metodologia.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4 REVISÃO CONCEITUAL

4.1 GEODIVERSIDADE

A origem e evolução do planeta Terra há cerca de 4,6 bilhões de anos, é objeto de estudo dos geocientistas, apesar desse longo período, ela continua em constante transformação, por meio das atividades geológicas, tais como vulcanismo, terremotos, glaciações. Dinâmicas controladas interna e externamente, essas interações constituem o Sistema Terra, e com o passar do tempo, tornou-se um ambiente ideal para o desenvolvimento de vida nela.

Os seres vivos têm uma relação complexa com a geodiversidade, na escolha de locais seguros, condições de sobrevivência, disponibilidade de alimentos e água, sempre estiveram diretamente associados aos processos naturais, fatores indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade (JORGE & GUERRA, 2016).

O termo geodiversidade é relativamente recente, e começou a ser usado pela comunidade científica, especialmente geólogos e geomorfólogos, para descrever a variedade do meio abiótico e também como ferramenta na gestão de áreas protegidas; o conceito ganhou destaque em 1993 durante a Conferência de Malvern, sobre a Conservação Geológica e Paisagística no Reino Unido (GRAY, 2004; BRILHA, 2005). Desde então, diversos autores buscaram definir este termo.

Sharples (2002) conceitua como a diversidade de características, conjuntos, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos e do solo. Stanley (2000) apresenta uma conotação mais ampla, corroborando que a variedade de ambientes e os processos geológicos estão relacionados com seu povo e cultura, pois essa interação influencia na escolha de locais de desenvolvimento das civilizações.

Geodiversidade também é descrita em um artigo adotada pela *Royal Society for Nature Conservation*, do Reino Unido:

“A geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros processos superficiais que são o suporte para a vida na Terra” (Stanley, 2000).

No Brasil, o conceito de geodiversidade foi desenvolvido de forma simultânea com outros países, porém, mais focado no planejamento territorial, enquanto que os demais países visavam na conservação do patrimônio, ainda que os estudos voltados à geoconservação não sejam desconsiderados (Silva, 2008). A definição adotada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em 2006, é a seguinte:

“O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e 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” (SILVA, 2008).

Figura 8 – Resumo da abrangência da geodiversidade na sociedade.



Fonte: Geodiversidade do Brasil. Silva (2008).

De fato, a geodiversidade exerce um papel fundamental, tanto no entendimento da história do planeta, por meio dos registros que temos atualmente os quais configuram a paisagem atual, quanto no subsídio para toda a biodiversidade. É de suma importância que a população tenha acesso a esse tipo de conhecimento, a fim de valorizar e proteger o ambiente em que vivem, podendo contribuir e cobrar dos governantes uma qualidade de vida melhor, aliada à gestão ambiental e planejamento territorial, pois muitas vezes os elementos geológicos sofrem danos irreversíveis.

4.2 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E GEOSSÍTIO

O **patrimônio geológico ou geopatrimônio**, refere-se a ocorrências in situ de feições notáveis da geodiversidade, representada por valores científicos excepcionais da memória geológica da região, como afloramentos rochosos, ocorrência de fósseis, minerais e estruturas geológicas, ou até mesmo a paisagem, e elementos ex situ, que apesar de deslocados do seu local natural de ocorrência, mantém um alto valor científico (disponíveis em museus).

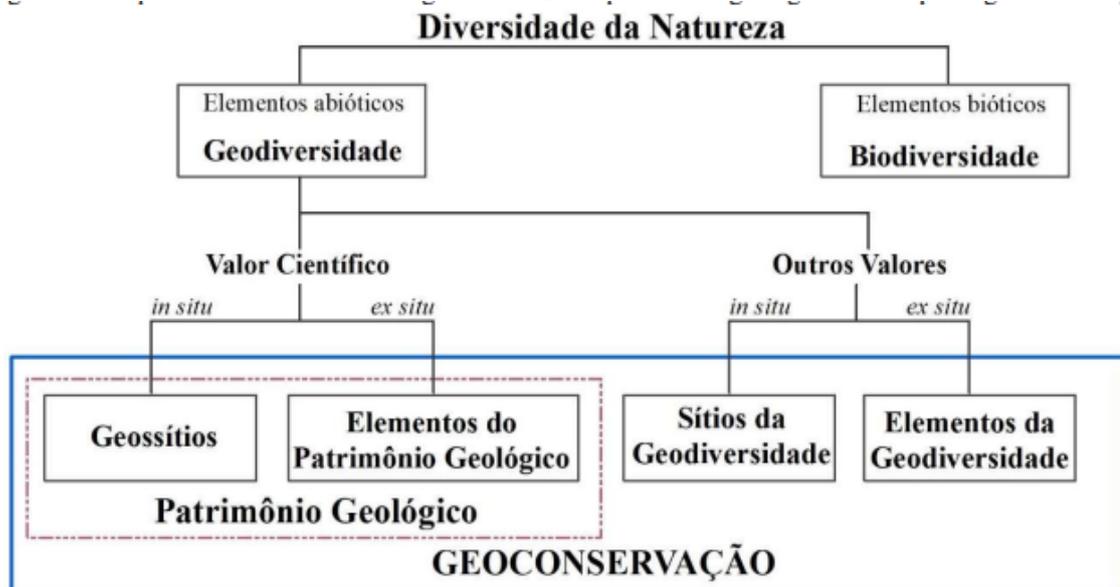
O patrimônio geomorfológico engloba paisagens de grande beleza cênica, resultante de processos naturais, desenvolvidos em diversas escalas, aos quais são atribuídos valores (JORGE & GUERRA, 2016). Para Thomas (2012), a

geomorfologia tem um papel central nos aspectos da geodiversidade, que se concentram na mudança da paisagem e na sensibilidade à mudança.

Além dos elementos geológicos, o patrimônio geológico e geomorfológico pode ser distinguido em outras tipologias ou categorias temáticas (*framework*) de sítios geológicos, paleontológico ou paleobiótico, petrológico, sedimentológico, espeleológico, hidrogeológico, entre outros.

Brilha (2005) define **geossítios** como um local delimitado geograficamente onde um ou mais elementos que contém registros de valor singular, do ponto de vista científico, educacional, cultural e turístico, sendo o patrimônio geológico um conjunto de geossítios de valor excepcional de uma região. O mesmo autor em 2016 descreve sobre a importância de sistematizar os conceitos sobre patrimônio geológico, pois esse termo só deve ser usado quando reconhecido pela comunidade científica nacional e/ou internacional, tendo como base valores científicos para os geossítios e elementos do geopatrimônio. E diferenciando os sítios de geodiversidade e elementos de geodiversidade que além de valor científico, apresentam outros valores como estético e cultural. Desta forma, os geossítios com valor excepcional constituem o patrimônio geológico, que devem ser inventariados e classificados de acordo com os valores que contém (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002).

Figura 9 – Enquadramento conceitual da geodiversidade e patrimônio geológico no escopo da geoconservação.



Fonte: Modificado de Brilha 2016.

A tipologia utilizada por Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez (2010), sugere a definição do patrimônio geológico em cinco categorias, de acordo com fatores facilmente interpretáveis: tamanho, forma, distribuição dos objetos, fragilidade e vulnerabilidade. De acordo com esses critérios são distintas cinco categorias:

1 – Pontos: Feições isoladas de pequena dimensão (cerca de 1 hectare) frágeis ou não, são sempre vulneráveis devido às suas dimensões.

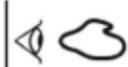
2 – Seções: Sequências cronológicas (estratigráficas) e/ou feições de desenvolvimento espacial linear (por exemplo, um desfiladeiro ou alguns canais traçados ao longo de um rio). Geralmente compostos por afloramentos menores.

3 – Áreas: Sítios de maior porte com apenas um tipo de interesse. A sua fragilidade e vulnerabilidade são baixas devido às suas dimensões.

4 – Mirantes: inclui dois elementos distintos: uma área de interesse geológico e um observatório de onde se pode avistar esta zona. Nenhum destes dois elementos são frágeis em si: a área pelas suas grandes dimensões e o observatório pela sua localização. No entanto, a qualidade panorâmica da paisagem visualizada pode ser extremamente vulnerável a qualquer atividade que cause impacto visual.

5 – Áreas complexas: Grandes sítios com homogeneidade fisiográfica. Eles são compostos por vários pontos, seções, áreas e/ou pontos de vista. Este conceito coincide com o de Wimbledon *et al.*, (1999), que denominam como geossítios de interesse complexo ou sítios com alta geodiversidade. A fragilidade e vulnerabilidade do todo é bastante baixa, mas pode ser localmente alta.

Figura 10 – Classificação tipológica dos geossítios.

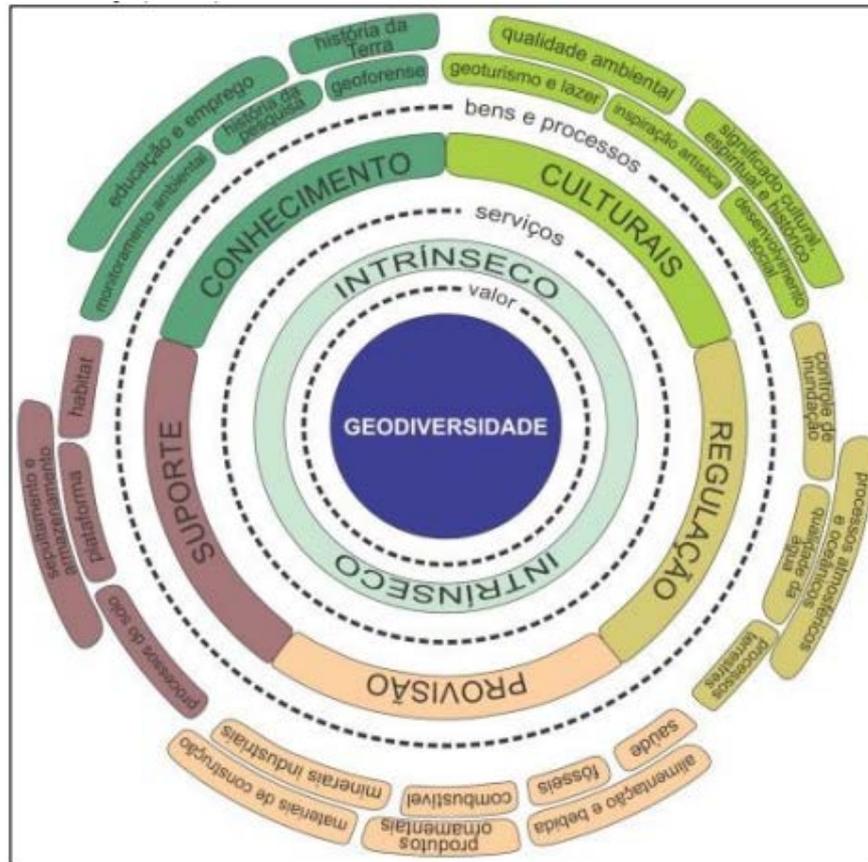
Classificação	Definição	Fragilidade	Vulnerabilidade	Resistência	Propostas
Ponto		Baixa a alta	Alta	Baixa	Necessidade de proteção
Seção		Média	Média	Média	Definir percurso ao longo do sítio
Área		Baixa	Baixa	Alta	Indicado para divulgação
Ponto Mirante		Baixa	Alta	Alta	Indicado para divulgação
Área Complexa		Baixa, mas pode ser localmente alta	Baixa, mas pode ser localmente alta	Alta	Incorporar a áreas protegidas

Fonte: Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez (2010).

4.3 VALORES DA GEODIVERSIDADE

Os geossítios com valor excepcional constituem o patrimônio geológico, que devem ser inventariados e classificados de acordo com os valores que contém (SCHOBENHAUS *et al.*, 2002). Segundo Gray (2004), Brilha (2005) e Sharples (2002), os valores da geodiversidade são: **intrínseco, ecológico, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo**. Gray (2013) reformula a atribuição de valores associados à geodiversidade, apresentando um valor (intrínseco), cinco serviços (regulação, suporte, provisão, cultural e conhecimento) e 25 bens e processos (Figura 11).

Figura 11 – Diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade segundo os serviços ecossistêmicos de Gray (2013).



Fonte: Silva & Nascimento (2016)

O *valor intrínseco*, é considerado o mais difícil na atribuição de valor (quantificá-lo), pois expressa a complexa relação entre o Homem e a Natureza. Tendo em vista a subjetividade na quantificação, este valor vai depender das interpretações de cada sociedade e cultura (BRILHA, 2005).

O *valor ecológico* de uma coisa ou um processo está relacionado à sua importância na manutenção dos sistemas naturais e processos ecológicos dos quais faz parte, compreendendo componentes bióticos e abióticos que interagem e são interdependentes (SHARPLES, 2002).

O *valor cultural*, está intimamente relacionado com o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico (BRILHA, 2005). No processo de desenvolvimento da identidade das populações, os elementos da Geodiversidade sempre estiveram presentes, seja no processo de ocupação de determinada região, ou até na escolha de nomes de localidades relacionados aos aspectos geológicos e geomorfológicos, incluindo também os registros arqueológicos e históricos (GRAY, 2004).

A atribuição do *valor estético* também é muito subjetiva, pois não é possível quantificá-lo. A contemplação da paisagem é uma atividade muito comum, porém, é

muito discutível qual paisagem é mais bela que a outra (BRILHA, 2005). Ao apreciar uma paisagem, muitas vezes o observador não tem a dimensão do papel da Geodiversidade no reconhecimento dos aspectos inerentes a ela (SILVA, 2008).

O *valor econômico* é de fácil compreensão, tendo em vista que as pessoas estão habituadas a atribuir valor a algum bem ou serviço. A civilização sempre dependeu da utilização de recursos naturais, como por exemplo, em termos energéticos a exploração de petróleo, carvão e gás natural, na construção de barragens para aproveitamento hidroelétrico; outras formas de atribuição do interesse econômico à geodiversidade é na construção civil, na agricultura, aterros, também podemos nos referir a utilização de minerais e fósseis como gema nas joalherias e/ou no artesanato, entre outros (BRILHA, 2005; REVERTE, 2014).

O *valor funcional* é encarado sob dois aspectos: (i) valor da geodiversidade in situ, de caráter utilitário ao Homem servindo de suporte para as atividades humanas como citado no valor econômico; e (ii) o valor enquanto substrato para sustentação do sistema ecológico (animais e plantas), locais onde a geodiversidade definiu as condições ideais para implementação e desenvolvimento de vida (BRILHA, 2005).

Os *valores científico e educativo* encontram-se entrelaçados, pois ambos visam as relações de convivência das pessoas com a geodiversidade. O caráter científico consiste tanto no funcional identificando e interpretando a história da Terra, quanto na sua aplicação como por exemplo no reconhecimento de áreas de potenciais riscos geológicos. Já o valor educativo, visa um conjunto de práticas educativas voltadas ao ensino das Ciências da Terra, podendo ocorrer atividades formais (ensino fundamental, médio e superior) ou informais (público em geral). Os trabalhos em campo apresentam um valor educativo extraordinário, por ajuda na valorização e conscientização dos ambientes naturais (BRILHA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2015).

4.4 GEOCONSERVAÇÃO

Nas últimas décadas houve grande preocupação dos cientistas e da sociedade civil, devido às ameaças de extinção de espécies relacionadas à destruição de habitats e mudanças climáticas. Mas pouco se fala em medidas que englobam a geodiversidade, tendo em vista que a diversidade de elementos geológicos serve como base para todos os ecossistemas, e por se tratar de recursos não renováveis na escala de existência humana, é fundamental que a população tenha acesso a informações sobre geodiversidade, para que haja valorização e relação de pertencimento naquele local, pois muitos geossítios encontram-se vulneráveis à degradação relacionada às causas naturais e humanas

Para Sharples (2002), a geoconservação tem como objetivo conservar a diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solos, garantindo a manutenção da história de sua evolução. Brilha (2005) corrobora sobre a proteção de elementos representativos da geodiversidade com a gestão do patrimônio geológico e os processos naturais a eles

associados, e afirma que a necessidade de conservação de um geossítio está relacionada aos valores e ameaças que os mesmos estão sujeitos.

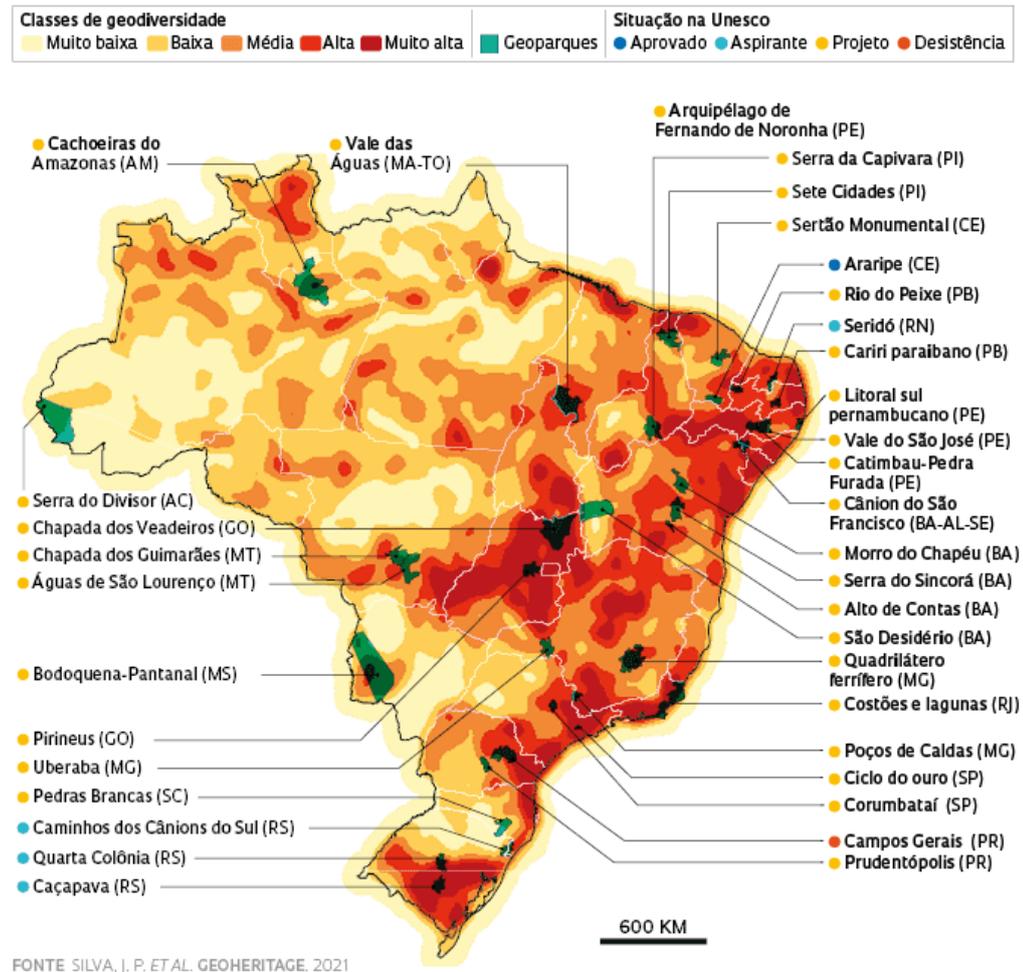
Brilha (2005) sugere a utilização de metodologia de trabalho que visa a sistematização de ações de inventariação, avaliação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento do patrimônio geológico de uma determinada área.

A geoconservação não pretende proteger toda a geodiversidade, pois seria inviável. Para assegurar a integridade de locais com relevância geológica, é necessária a implementação de estratégias de geoconservação seguindo uma metodologia de acordo com a realidade local, voltadas aos pontos de maior potencial turístico, educativo ou científico, visando contribuir com o fortalecimento da cultura e do desenvolvimento sustentável. Uma das estratégias de grande destaque foi a criação da Rede Global de Geoparques da UNESCO em 2004, onde áreas geograficamente unificadas que contém sítios e paisagens de relevância geológica internacional, são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Atualmente existem 177 Geoparques Mundiais da Unesco, inclusive no Brasil (Figura 12), representado pelos Geoparques Araripe (CE), Seridó (RN) e Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC) e os mais recentes Geoparque Caçapava do Sul (RS) e Quarta Colônia (RS).

Figura 12 – Mapa da geodiversidade nacional e sua situação na UNESCO.

A GEODIVERSIDADE NACIONAL

As 36 áreas se destacam pela variedade de rochas, formas de relevo e solos



Fonte: Geohereditas. De Paula Silva et al., 2021.

No Brasil, uma das formas de proteção legal do patrimônio natural é a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo normas e critérios para a criação, implementação e gestão das Unidades de Conservação (UCs), que tem entre seus objetivos “proteger as características relevantes da natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural” destas áreas. Porém, as UCs estão mais voltadas para a preservação da biodiversidade e não para a realização de atividades interpretativas que integram seus objetivos (PEREIRA *et al.*, 2008; MOREIRA *et al.*, 2014).

Outra iniciativa foi a Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), criada em 1997, para o reconhecimento do patrimônio natural que envolveu diversas entidades públicas e privadas, tais como a Academia Brasileira de Ciências (ABC), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto do

Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo) e a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás), tendo também apoio de instituições internacionais como a USGS (*International Union for the Geological Science*) e a UNESCO (NASCIMENTO, 2008). Em termos gerais, a SIGEP promoveu a catalogação, levantamento e organização dos sítios geológicos e paleobiológicos, cujas descrições foram publicadas em três volumes, concluindo suas atividades em 2012 (WINGE *et al.*, 2013).

Projetos em âmbito nacional e estadual visam a divulgação do patrimônio natural, aliados a educação e turismo, como por exemplo o Projeto Geoparques criado em 2006 pela CPRM, com o objetivo de identificar, descrever, catalogar e divulgar áreas com potencial para o geoturismo e geoconservação, tendo a plataforma GEOSSIT como ferramenta cadastramento e simulação de geossítios; o projeto Caminhos Geológicos realizado no Rio de Janeiro pelo Departamento de Recursos Minerais (DRM/RJ), no Paraná, a empresa Minerais do Paraná S. A. (Mineropar) realizou a catalogação de geossítios do estado até 2017, também a criação do Projeto Monumentos geológicos do Estado de São Paulo (JORGE & GUERRA, 2016).

4.5 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

As estratégias de geoconservação, consistem em uma metodologia com o intuito de sistematizar as tarefas relacionadas a conservação do patrimônio geológico, seguindo as seguintes etapas: **inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e monitoramento** (BRILHA, 2005, 2016). São etapas essenciais, tendo em vista que primeiro, é necessário identificar e caracterizar os geossítios representativos de uma determinada região, para posteriormente atribuir seu valor, evitar degradação, e por fim, promover ações de valorização e divulgação (LIMA, 2008).

Como cada região tem suas especificidades, nem sempre esses roteiros metodológicos irão servir, sendo necessárias adaptações, pois há grande contraste com a realidade européia. Outro problema na quantificação dos patrimônios é a falta de publicações científicas e dificuldade de acesso em determinados locais, como verificado por Reverte (2014).

Segundo Meira (2017, 2020), apesar da relevância, as atividades em geoconservação não são comuns em âmbito nacional, devido à consolidação tardia dos conceitos básicos de geodiversidade e geopatrimônio, estando ainda em expansão no meio acadêmico. Este cenário é completado pela difícil compreensão das etapas metodológicas que integram o escopo da geoconservação e o descaso do poder público ante as questões ambientais.

4.5.1 Inventariação

A inventariação e identificação de geossítios, é a primeira etapa em qualquer estratégia de geoconservação, independente do tamanho da área sob análise. Após o reconhecimento geral da área é possível definir a categoria de temática (*framework*) dos geossítios que serão inventariados (BRILHA, 2005). A seleção e caracterização dos elementos mais representativos da geodiversidade, dignos de proteção. Esta inventariação pretende ainda, orientar o tipo e extensão das medidas a serem implementadas nos geossítios (LIMA, 2008).

Durante as últimas décadas, diversos países desenvolveram inventários nacionais de geossítios como na Polónia (ALEXANDROWICZ & KOZLOWSKI, 1999), Portugal (BRILHA *et al.*, 2005, 2010), Espanha (GARCÍA-CORTÉS *et al.*, 2001 ; CARCAVILLA *et al.*, 2009), Suíça (GRANDGIRARD, 1999), Rússia (LAPO *et al.*, 1993) e Reino Unido (WIMBLEDON *et al.*, 1995). Baseado nestes inventários, Brilha (2016) tem uma abordagem sistemática dos métodos de inventário e quantificação a sítios de património geológico e da geodiversidade no âmbito das estratégias de geoconservação.

Figura 13 – Etapas sequenciais para inventário de geossítio em áreas limitadas e grandes, levando em consideração apenas o valor científico.

GEOSSÍTIO	
Inventário de áreas limitadas	Inventário de grandes áreas (alargadas)
Revisão da literatura geológica Consultorias com especialistas que têm trabalhado na área	
	Definição das categorias temáticas geológicas e designação do respectivo coordenador científico Caracterização científica de cada categoria temática Identificação de geossítios representante de cada categoria temática geológica
Lista de potenciais geossítios	Lista de potenciais geossítios por categoria temática geológica
Trabalho de campo para a identificação de novos geossítios e para a avaliação qualitativa de cada geossítio da lista de potenciais geossítios, com base nos quatro critérios seguintes: - Representatividade - Integridade - Raridade - Conhecimento científico	
Lista final dos geossítios com caracterização total	Lista final dos geossítios por categoria temática geológica com a caracterização completa
Avaliação quantitativa do SV	
Avaliação quantitativa do risco de degradação	
Lista final de geossítios da área classificada pelo SV e risco de degradação	Lista final de geossítios da área por categoria temática geológica, classificado pelo SV e risco de degradação
Avaliação quantitativa eventual de usos potenciais educativos e turísticos	

Fonte: Modificado de Brilha, 2016.

Figura 14 – Etapas sequenciais para o inventário e avaliação quantitativa dos sítios de geodiversidade com valores educativos e/ou turísticos.

SÍTIO DE GEODIVERSIDADE	
Valor educacional (EV)	Valor turístico (TV)
Revisão da literatura geológica (incluindo eventual inventário de geossítios) Consultorias com especialistas que trabalharam na área	
Revisão dos locais utilizados em atividades de ensino	Avaliação de materiais de propaganda turística
Lista de potenciais sítios de geodiversidade	
Trabalho de campo visa à identificação de novos sítios e a avaliação qualitativa de cada sítio na lista de potenciais sítios de geodiversidade, com base nos seguintes critérios:	
- Potencial didático - Diversidade geológica - Acessibilidade - Segurança	- Beleza cênica - Potencial interpretativo - Acessibilidade - Segurança
Lista final de sítios de geodiversidade com caracterização	
Avaliação quantitativa do uso potencial educativo (PEU)	Avaliação quantitativa de uso potencial turístico (PTU)
Avaliação quantitativa do risco de degradação	
Lista final de sítios de geodiversidade da área classificado por PEU e risco de degradação	Lista final de sítios de geodiversidade da área classificado por PTU e risco de degradação

Fonte: Modificado de Brilha, 2016.

Pereira (2010) aborda a importância desta etapa, e ressalta que ainda são poucos os trabalhos que discutem sobre metodologias e critérios de inventariação, mesmo em nível mundial, tendo em vista que a maioria das publicações focam na discussão relacionadas à quantificação dos geossítios, enquanto pouco se aborda sobre os critérios de seleção adotados na escolha destes locais.

Além da consulta bibliográfica que sustenta conhecimento científico sobre a área de estudo, no inventário feito em campo é fundamental para o levantamento minucioso de informações, registros fotográficos, auxílio de carta topográfica e /ou geológica, recursos como o uso de GPS, e a utilização de ficha de inventariação, que pode ser adaptada aos objetivos e características da região (BRILHA, 2005; REVERTE, 2014). Durante o trabalho de campo os potenciais geossítios devem ser avaliados qualitativamente a partir dos seguintes critérios (BRILHA, 2016):

- Representatividade: processo ou feição geológica que contribui significativamente para a compreensão da evolução geológica.

- Integridade: leva em consideração o atual estado de conservação do geossítio, levando em conta tanto os processos naturais quanto as ações humanas.
- Raridade: número de geossítios próximos à área de estudo que apresentam feições geológicas semelhantes.
- Conhecimento científico: baseado na existência de trabalhos científicos publicados sobre o geossítio.

4.5.2 Quantificação

Após a seleção dos geossítios, cada um deve passar por um processo de quantificação do seu valor ou relevância visando estabelecer uma ordenação dos geossítios, possibilitando a priorização dos esforços nas posteriores estratégias de geoconservação (BRILHA, 2005).

A avaliação quantitativa pode ser calculada de dois modos: de forma relativa, que leva em consideração pesquisadores da área em análise, ou uma quantificação numérica, baseada em um conjunto de critérios, como valor intrínseco, uso potencial (científico, didático ou recreativo) e necessidade de proteção do geossítio. Ambas metodologias apresentam vantagens e desvantagens, porém a abordagem numérica é preferível, a fim de minimizar a subjetividade inerente ao processo de avaliação (BRILHA, 2016).

O processo de quantificação apresenta algumas dificuldades, principalmente relacionada à subjetividade na atribuição de valores, aos parâmetros que devem ser adotados, aos objetivos do inventário e principalmente, à escolha correta do método a ser aplicado. Desta forma, a metodologia escolhida deve ser adequada com a realidade em que se inserem os geossítios, a fim de diminuir as disparidades e subjetividades, facilitando a aplicação de futuras estratégias de gestão e conservação destes locais (REVERTE, 2014).

Nesta conjuntura, diversas metodologias foram propostas para a avaliação dos elementos de geodiversidade, a maioria voltadas para a quantificação do valor científico dos geossítios significativos. Pereira (2010) em seu trabalho sobre a geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina, elenca e discute os principais métodos utilizados e propõe a metodologia baseada em quatro categorias de valores: intrínseco (V_i), científico (V_{ci}), turístico (V_t) e de uso e gestão (V_{ug}). A partir destes valores foram calculados os usos potenciais para fins científicos (VUC), turísticos (VUT), de conservação (VC) e a relevância dos locais inventariados. Para os locais que obtiveram VC acima da média obtida para o conjunto de geossítios, foram propostas ações de interpretação, valorização, divulgação e monitoramento.

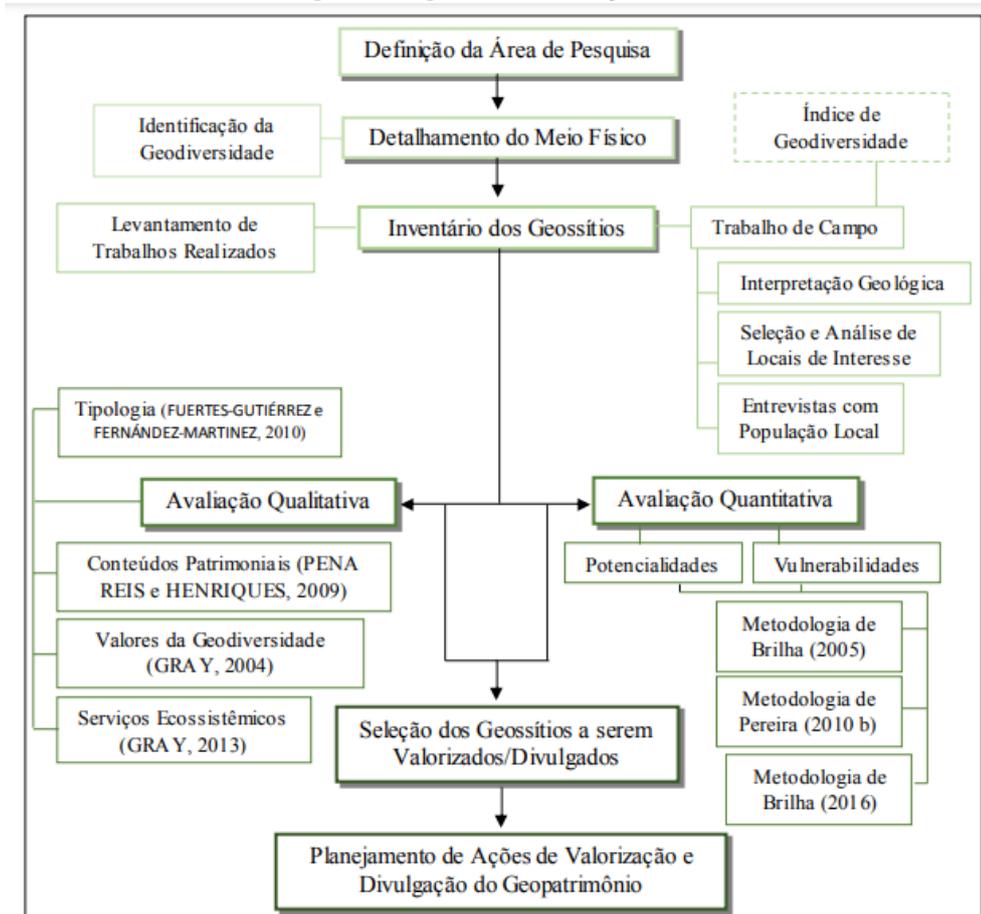
Meira et al. (2017), propõe a criação de um roteiro metodológico para a realização de atividades em Unidades de Conservação (UCs) com base nas estratégias de geoconservação propostas por Brilha (2005) e Lima (2008), porém visa alcançar a partir de uma linguagem diferenciada, de indicações de metodologias amplamente utilizadas no contexto brasileiro e a sua supressão/adensamento de

processos e de adequações referentes a legislação do SNUC. As UCs adquirem destaque para a popularização dos conceitos, por abrangerem lugares com um patrimônio natural preservado e com diretrizes que incentivam a realização de atividades de cunho científico e educativo (MEIRA, 2020).

O roteiro é estruturado em cinco procedimentos distintos (Figura 15): (i) pré-inventário: composto pelas etapas de definição da área de estudo e pelo detalhamento do meio físico; ii) inventário dos geossítios: compreende a inventariação dos locais de interesse geológico; iii) avaliação dos geossítios: composta pela avaliação qualitativa e/ou quantitativa dos geossítios inventariados; e iv) valorização e divulgação dos geossítios: contempla as estampas de seleção dos geossítios a serem valorizados/divulgados, o planejamento e efetivação de ações de conservação do geopatrimônio; v) monitoramento das atividades: etapa que realiza a avaliação prática com intuito de mensurar o sucesso ou fracasso das atividades implementadas.

O roteiro metodológico proposto por Meira (2017, 2020) pode ser aplicado tanto na totalidade quanto a apenas uma parte da UC. A definição da extensão da área e dos objetivos do projeto, seja para fins científicos, educativos e/ou turísticos, deve levar em consideração a disponibilidade de recursos financeiros, humanos e o tempo para a finalização.

Figura 15 – Fluxograma do roteiro metodológico para o desenvolvimento de estratégias de geoconservação em UCs.



Fonte: Meira (2017).

Outra forma de avaliação da geodiversidade é o aplicativo GEOSIT adaptado para a realidade brasileira e é utilizado na quantificação a partir de métodos propostos por Brilha (2005) e Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí (2009). Os dados solicitados durante o cadastro, como localização e caracterização geológica, por exemplo, somados às características intrínsecas ao uso potencial e a necessidade de proteção, constituem parâmetros adaptados da metodologia de Brilha (2005), que permitem a classificação do geossítio de acordo com a relevância nos âmbitos regional, nacional e internacional. Já os quesitos relativos aos valores atribuídos para os interesses científico, didático e turístico, bem como aqueles utilizados para o cálculo de vulnerabilidade, ambos são extraídos da metodologia empregada por Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí (2009), que permitem estabelecer a urgência da real necessidade de proteção do geossítio.

Figura 16 – Exemplo de parâmetros e pesos proposto por Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí (2009) referente à quantificação dos interesses científico, didático e turístico.

QUANTIFICAÇÃO DO VALOR CIENTÍFICO (Ic), DIDÁTICO (Id) E TURÍSTICO (It) DOS GEOSÍTIOS – MÉTODO GARCIA-CORTÉS & CARCAVILLA URQUÍ (2009)			
<i>Parâmetros</i>	<i>(Ic)</i>	<i>(Id)</i>	<i>(It)</i>
Representatividade (A4)	25	5	0
Caráter de localidade tipo (A6)	20	5	0
Grau de conhecimento científico do lugar (A3)	15	0	0
Estado de conservação (A9)	10	5	0
Condições de observação (B2)	5	5	5
Raridade (A1)	15	15	0
Diversidade geológica (A5)	10	10	0
Conteúdo didático/uso didático (B8)	0	20	0
Infraestrutura logística (B5)	0	15	5
Densidade populacional (B6)	0	5	5
Acessibilidade (B4)	0	15	10
Fragilidade intrínseca (C6)	0	5	15
Associação com outros elementos (culturais e/ou naturais) (A7)	0	5	5
Espetacularidade ou beleza (A10)	0	5	20
Conteúdo divulgativo (B9)	0	0	15
Potencialidade para realizar atividades turísticas e recreativas (B1)	0	0	5
Proximidade de zonas recreativas (C7)	0	0	5
Entorno socioeconômico (B7)	0	0	10

Fonte: Reverte (2014).

Figura 17. Exemplo de tabela de parâmetros, utilizados pelo GEOSIT para a quantificação da vulnerabilidade dos Geossítios, extraídos do método de Garcia-Cortés & Carcavilla Urquí (2009). Os valores possíveis são 0, 1, 3 ou 5, cujos pesos variam entre 5, 10 ou 15.

QUANTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE DOS GEOSÍTIOS			
<i>Vulnerabilidade</i>	<i>Peso</i>	<i>Vulnerabilidade</i>	<i>Peso</i>
1. Ameaças antrópicas	15	6. Proteção física ou indireta	10
2. Interesse para exploração mineral	15	7. Acessibilidade	10
3. Ameaças naturais	15	8. Regime de propriedade local	5
4. Fragilidade intrínseca	10	9. Densidades de população (agressão potencial)	5
5. Regime de proteção local	10	10. Proximidades de área recreativas (agressão potencial)	5

Fonte: Reverte (2014).

Figura 18 – Exemplo de parâmetros utilizados na quantificação de relevância (regional, nacional ou internacional) dos geossítios no quesito “proteção”. Com o peso atribuído a cada parâmetro igual a 1, sendo utilizada média simples para o cálculo final.

QUANTIFICAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS GEOSSÍTIOS	
<i>Necessidade de Proteção</i>	<i>Possíveis valores</i>
C1. Ameaças atuais ou potenciais	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C2. Situação atual	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C3. Interesse para exploração mineral	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C4. Valor dos terrenos	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C5. Regime de propriedade	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C6. Fragilidade (Perante ação humana)	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
C7. Proximidade de áreas recreativas	0, 1, 2, 3, 4 ou 5

Fonte: Reverte (2014)

Figura 19 – Exemplo de parâmetros utilizados na quantificação de relevância (regional, nacional ou internacional) dos geossítios no quesito “proteção”. Com o peso atribuído a cada parâmetro igual a 1, sendo utilizada média simples para o cálculo final.

QUANTIFICAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS GEOSSÍTIOS	
<i>Uso Potencial</i>	<i>Possíveis valores</i>
B1. Possibilidade de realizar as atividades propostas	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B2. Condições de observação	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B3. Possibilidades de coleta de materiais	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B4. Acessibilidade	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B5. Proximidade de povoação	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B6. População a ser beneficiada com a utilização/ divulgação do geossítio	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B7. Condições socioeconômicas	0, 1, 3 ou 5
B8. Utilização didática	0, 1, 2, 3, 4 ou 5
B9. Conteúdo divulgativo	0, 1, 2, 3, 4 ou 5

Fonte: Reverte (2014).

Figura 20 – Demonstração dos cálculos utilizados na quantificação de relevância dos geossítios, adotados pelo GEOSSIT.

CÁLCULO PARA A QUANTIFICAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS GEOSSÍTIOS	
<i>Geossítios de âmbito Internacional ou Nacional</i>	<i>Geossítios de âmbito Regional</i>
$Q = \frac{2A + B + 1,5C}{3}$	$Q = \frac{A + B + C}{3}$
<p><i>Q = Quantificação final da relevância do geossítio;</i> <i>A, B e C = Média simples obtida para cada conjunto de critérios;</i></p>	

Fonte: Modificado de Brilha (2005).

4.5.3 Classificação

Os geossítios considerados com maior relevância na etapa de quantificação, devem ser propostos para classificação a adoção de um regime legal para sua proteção, conservação, gestão e monitoramento. Contudo, este processo encontra-se dependente do estatuto legal de cada país, estado e município. (Brilha, 2005; Lima, 2008).

Segundo Nascimento (2008), o caso brasileiro tem amparo da Lei do SNUC para a classificação do patrimônio geológico. Porém, por se tratar de uma lei federal, há muita burocracia, causando demora no processo de efetivar a classificação e posterior proteção. Para Lima (2008), uma das alternativas seria o enquadramento dos geossítios em outras legislações ambientais, possibilitando a proteção de forma indireta. Outra opção seria o incentivo a ações que se enquadram nos objetivos da Lei de Educação Ambiental nº 9.795/1999, procurando conscientizar os cidadãos a fim de proteger e utilizar de forma sustentável os geossítios.

4.5.4 Conservação

Com a avaliação da relevância e classificação dos geossítios, pretende-se conhecer os que se encontram em maior vulnerabilidade em relação à degradação ou perda por fatores naturais e antrópicos, sendo que aqueles a serem conservados, devem corresponder aos geossítios mais valorizados em termos de relevância (BRILHA, 2005).

O principal objetivo é manter a integridade física do patrimônio geológico e in situ, evitando restringir o acesso ao público, contribuindo com a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos dependentes da geodiversidade. Porém, em alguns casos quando há elevado risco de degradação natural, roubo ou até vandalismo, é necessário que haja intervenções adequadas tanto para a conservação quanto para o seu potencial uso, justificando a retirada de elementos geológicos de valor excepcional, seguida de posterior conservação e exposição em instituições de acesso ao público, tais como museus e universidades (BRILHA, 2005; LIMA, 2008; NASCIMENTO, 2008).

4.5.5 Valorização e divulgação

Brilha (2005) compreende que as ações de valorização de divulgação integram as estratégias de geoconservação. Os geossítios com baixos riscos de degradação são os melhores, sendo ideais para integrarem georrotas e ações de educação geocientífica. Já nos geossítios com alta vulnerabilidade, deve ser priorizada a elaboração de estratégias de proteção e conservação.

A valorização é o conjunto de ações de informação e interpretação que ajudam o público a reconhecer o valor dos geossítios, devendo ser acompanhada por sua divulgação. Como propostas de estratégias de geoconservação, poderão ser gerados painéis interpretativos e serem alocados estrategicamente em cada geossítio ou roteiro geológico de uma região e a utilização de meios eletrônicos e audiovisuais, como a produção de vídeos e páginas na internet para divulgação do patrimônio geológico (BRILHA, 2005).

A produção de recursos interpretativos/ informativos com linguagem acessível, promove a sensibilização do público no reconhecimento da importância do patrimônio geológico (LIMA, 2008). A mensagem deve ser objetiva, agradável e relevante ao destinatário, estabelecendo relações entre o cotidiano e o conhecimento do cidadão comum, podendo conjugar o patrimônio natural e cultural da região (BRILHA, 2005).

Figura 21 – Exemplo de painel interpretativo de roteiro Geoturístico Litoral Norte de São Paulo.



Fonte: GeoHereditas.

4.5.6 Monitoramento

O monitoramento é a última etapa, e uma das mais importantes, pois verifica e analisa a conservação do geossítio ao longo do tempo (BRILHA, 2005). Este monitoramento consiste no fornecimento de informações das variáveis ambientais de forma contínua e sistemática, auxiliando no gerenciamento dos geossítios, onde será possível observar as tendências qualitativas e quantitativas das influências exercidas por atividades humanas, e fatores naturais que atuam sobre o patrimônio (LIMA, 2008).

O monitoramento consiste em subsidiar medidas de planejamento, controle, recuperação, preservação e conservação, bem como na definição de políticas ambientais. Para melhor avaliação das modificações que podem ocorrer com o passar do tempo, é aconselhável que os técnicos responsáveis pelas etapas das estratégias de geoconservação sejam os mesmos, para obter uma percepção mais concreta das mudanças sofridas pelo geossítio (BRILHA, 2005).

4.6 GEOTURISMO

A Organização Mundial do Turismo (OMT, 2003) define o turismo como sendo uma atividade onde as pessoas saem do seu ambiente usual, sem permanecer mais que um ano consecutivo, a lazer, negócios ou outros motivos, caracterizando um fenômeno socioeconômico e cultural, envolvendo o contato de pessoas de culturas distintas.

No Brasil, a Lei nº 11.771/2008 dispõe sobre a Política Nacional de Turismo, definindo atribuições do Governo Federal no planejamento, desenvolvimento e no estímulo ao setor turístico. Cabe ao Ministério do Turismo planejar, fomentar, regulamentar, coordenar e fiscalizar a atividade turística, bem como promover e divulgar institucionalmente o turismo em âmbito nacional e internacional.

O conceito de geoturismo surge como uma ferramenta para promover e financiar a geoconservação, interpretar o patrimônio geológico e apreciar a geodiversidade (HOSE, 2000; DOWNLING, 2010). Em 2011 ocorreu o Congresso Internacional de Geoturismo, onde foi apresentada a declaração de Arouca elaborada de acordo com os princípios estabelecidos pelo *Center for Sustainable Destinations – National Geographic Society*. Entende-se que o geoturismo sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e bem estar dos seus residentes (Moreira et al., 2014).

Segundo García-Cortés *et al.*, (2009), o geoturismo pode ser considerado uma estratégia para o desenvolvimento econômico e sustentável de uma região, atuando simultaneamente com a compreensão do meio ambiente. Nascimento (2008) se refere ao geoturismo como uma nova vertente do turismo ecológico e de aventura abrangendo informações e atrativos geológicos, e afirma que apesar do

termo ser recente a prática do geoturismo já ocorre a muito tempo no mundo todo e vem sendo pesquisado por diversos países, sob as mais variadas perspectivas. Apesar do patrimônio natural fazer parte dos outros segmentos de turismo, nenhuma delas abrange a geodiversidade como parte do produto turístico, contudo as diversas modalidades de turismo podem contemplar mesmo que indiretamente a geodiversidade (MOREIRA, 2014).

A superfície terrestre proporciona as mais diversas paisagens e atrativos naturais representados pelo meio biótico e abiótico, que muitas vezes se tornam locais de interesse onde os turistas visitam pelo seu valor natural e/ou cultural e histórico agregados. O Brasil devido ao seu extenso território, contendo grande variedade de rochas, minerais e fósseis das mais distintas idades e formas, apresenta um dos mais completos e didáticos testemunhos dos registros da Terra (NASCIMENTO, 2008). Para Moreira (2014), o turismo já é um setor de desenvolvimento econômico no país onde há um grande interesse na natureza e a preferência por ambientes mais preservados, mas apesar dos esforços, tem muito a ser feito para que possamos oferecer uma infraestrutura adequada, aliada a produtos turísticos de qualidade, sendo necessário planejamento adequado para usufruir da melhor forma o potencial geoturístico que o Brasil proporciona.

Jorge & Guerra (2016) destacam outras categorias em que o geoturismo pode ser encontrado, como o Geoturismo Urbano, onde há associação das construções com as rochas mais abundantes da região, a influência da geomorfologia e o desenvolvimento de grandes centros urbanos; e o Geoturismo Rural, servindo como uma alternativa de desenvolvimento econômico em áreas rurais, com enfoque por exemplo na relação da geologia com a agricultura e até mesmo o cultivo de vinhos.

4.7 TURISMO EM SANTA CATARINA

O Brasil é um país mundialmente conhecido por suas belezas naturais, que atraem muitos turistas em busca de paisagens únicas, com grande visibilidade no Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, Foz do Iguaçu/PR, Lençóis Maranhenses/MA, entre outros. Devido a esse potencial, se torna muito favorável o estímulo para a prática do geoturismo.

Com o passar do tempo, Santa Catarina vem ganhando destaque, no verão ao longo dos seus mais de 500 km de costa, com inúmeras opções de praias e lagoas cercadas por mata atlântica, é o roteiro buscado por muitos turistas, e no inverno o destino mais procurado é a serra catarinense, devido ao frio intenso, com paisagens incríveis, hotéis fazenda e vinícolas. Há também opções como o Vale Europeu e Caminho dos Príncipes, com tradições voltadas à cultura dos imigrantes que colonizaram a região do Vale do Itajaí. Além de atrativos como as fontes termais na região da Grande Florianópolis, aos adeptos de adrenalina, há opções de mergulhos, vôo-livre, *trekking*, *rafting* e rapel. Essa diversidade de cenários, faz com que o turismo corresponda a 12,3% do PIB catarinense. (Santur, 2022; SEF, 2022).

O litoral do Estado de Santa Catarina possui grande aptidão para diferentes segmentos do turismo, além do patrimônio cultural, da geodiversidade e da biodiversidade presentes na região. Covello (2018) já demonstra os potenciais geoturísticos com a inventariação e identificação de geossítios representativos da evolução geológica e geomorfológica do município de Florianópolis. A Praia da Lagoinha do Leste está entre os vinte geossítios identificados.

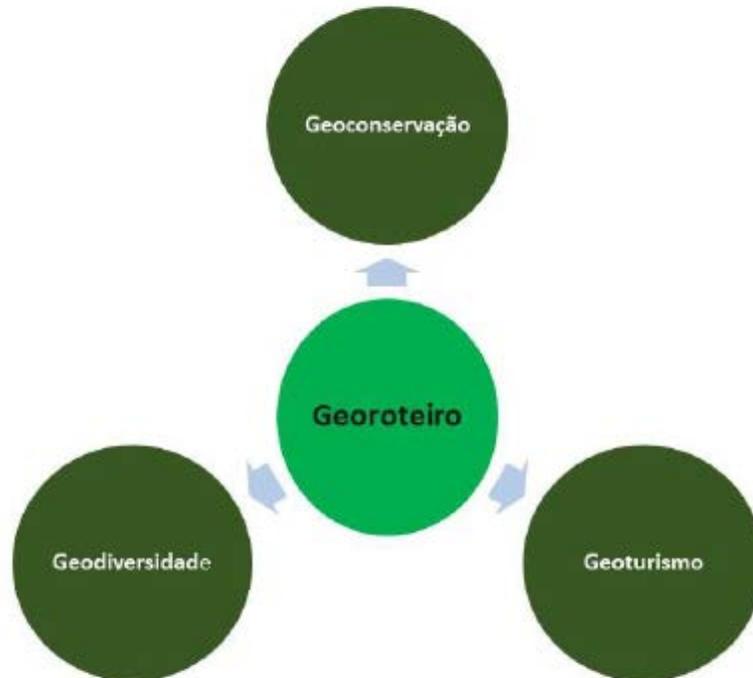
4.8 GEOROTEIROS

As georotas ou roteiros geológicos servem como ferramentas de promoção do geoturismo conectando geossítios, inserindo atividades de educação, pesquisa e turismo (COLONGE *et al.*, 2013). Esses roteiros podem envolver tanto o patrimônio geológico, que geralmente são elaborados em geoparques e áreas naturais, quanto o cultural, como por exemplo, no reconhecimento de rochas utilizadas em antigas construções, evidenciando a geodiversidade local, ambos tendo como objetivo comum a divulgação das geociências (MUCIVUNA *et al.*, 2016).

Moreira (2014) destaca a importância de envolver as pessoas por meio de modelos básicos sem alterar o discurso científico, pois este aspecto constitui um elemento essencial para alcançar uma integração adequada entre o turismo e o geoturismo: a transmissão do conhecimento.

A criação de roteiros geológicos pode atender as mais variadas áreas do conhecimento, podendo ser direcionada a qualquer faixa etária, sendo os objetos geológicos e geomorfológicos os mais explorados nessa área (Stern, *et al.*, 2006). Os georoteiros apresentam grande relevância para articular e integrar os princípios da geodiversidade e da geoconservação a partir do desenvolvimento do geoturismo, proporcionando lazer, educação, recreação e contemplação da beleza cênica (FIORENTINO JR, 2014).

Figura 22 – Georoteiro como um elo entre geodiversidade, geoconservação e geoturismo.



Fonte: Abreu (2022).

Esta prática é muito comum na Europa e América do Norte e vem se expandindo. Na América do Sul existem roteiros em países como Equador e Colômbia, que desenvolveram roteiros ao longo de vulcões na cordilheira dos Andes (TAVERA ESCOBAR, 2017). No Brasil projetos como, Roteiros Geológicos da Bacia do Almada na Bahia em 1991, Roteiro geológico-geomorfológico de Ribeirão Claro em Jacarezinho no Paraná, a proposta do projeto Georoteiros da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), entre outros, estimulam a divulgação e a compreensão dos fenômenos que modificam o planeta Terra (FIORENTINO JR, 2014; UNISINOS, 2022).

Neste sentido, a criação de roteiros geológicos na Ilha de Santa Catarina é muito favorável, pois já apresenta diversas trilhas que aproximam os visitantes do contato com a natureza. Essa interação pode ser mais efetiva, onde turistas e moradores têm acesso a informações sobre os elementos que constituem a paisagem. Abreu (2022) propõe a criação de um georoteiro no sudeste da ilha de Santa Catarina, com uma nova identidade para o turismo da região e suas comunidades. É composta por três pontos principais: Praia da Joaquina, Praia da Armação e Praia do Matadeiro, escolhidos com base nas características potenciais para o geoturismo, que despertam a curiosidade dos visitantes para a contemplação e interpretação dos geossítios.

5 RESULTADOS

5.1 INVENTÁRIO GEOSSÍTIO LAGOINHA DO LESTE

Como abordado anteriormente a inventariação é umas das principais etapas das estratégias de geoconservação. Após a revisão bibliográfica sobre a temática, ocorreu a seleção dos pontos de interesse geológico no PNMLL feita durante o trabalho de campo através da avaliação qualitativa do geossítio com base nos critérios definidos por Brilha (2016). Na etapa seguinte foi feita a avaliação quantitativa do geossítio pelo método GEOSSIT da CPRM.

5.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA PELO MÉTODO GEOSSIT

A avaliação quantitativa feita pela ferramenta de cadastro de sítios geológicos brasileiros GEOSSIT, teve como objetivo diminuir a subjetividade e obter valores que estão associados aos critérios científico, educacional, turístico e risco de degradação referente ao geossítio Lagoinha do Leste, além de determinar o nível de relevância. O resultado foi obtido através da soma ponderada dos critérios apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 1 - Resultados dos valores obtidos na avaliação quantitativa no GEOSSIT.

Valor Científico (VC)	
Critério	Pontuação
A1. Representatividade	120
A2. Local-tipo	40
A3. Conhecimento científico	20
A4. Integridade	60
A5. Diversidade geológica	20
A6. Raridade	30
A7. Limitações de uso	40
Total	330

Tabela 2 - Resultado dos valores obtidos para Potencial de uso educacional e turístico na avaliação quantitativa do GEOSSIT.

Potencial de uso Educativo e turístico		
Critério	Pontuação PUE	Pontuação PUT
B1. Vulnerabilidade	20	20
B2. Acessibilidade	0	0
B3. Limitação de uso	20	20
B4. Segurança	10	10
B5. Logística	20	20
B6. Densidade populacional	15	15
B7. Associação com outros valores	20	20
B8. Beleza cênica	10	30
B9. Singularidade	15	30
B10. Condições de observação	40	20
B11. Potencial didático	60	
B12. Diversidade geológica	30	
B13. Potencial de divulgação		40
B14. Nível socioeconômico		30
B15. Proximidade a zonas recreativas		20
Total	260	260

Tabela 3 - Resultado do risco de degradação na avaliação quantitativa do GEOSSIT.

Risco de degradação (RD)	
Crítérios	Valores obtidos
C1. Deterioração dos elementos geológicos	105

C2. Proximidade a áreas/ atividades com potencial de causar degradação	20
C3. Proteção legal	40
C4. Acessibilidade	0
C5. Densidade populacional	30
Total	195

Tabela 4 - Resumo dos valores obtidos na avaliação quantitativa do geossítio Lagoinha do Leste. Pela ferramenta GEOSSIT, adaptado da metodologia de Brilha (2016).

Critério	Parâmetros
Valor científico	330
Potencial de uso educacional	260
Potencial de uso Turístico	260
Risco de degradação	195

5.2.1 Classificação

Na classificação do nível de relevância do geossítio Lagoinha do Leste pela ferramenta GEOSSIT, foi obtido no valor científico 320, sendo considerado um sítio de relevância internacional.

5.3 ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO

Com o intuito de propor estratégias de geoconservação geossítio Lagoinha do Leste, foi desenvolvido um roteiro geológico, mostrando a importância das trilhas interpretativas como ferramenta de educação e de divulgação dos lugares de interesse geológico, que constituem atrativos geoturísticos potenciais e devem ser incluídos em programas de uso público de educação ambiental.

5.4 ROTEIRO GEOLÓGICO LAGOINHA DO LESTE

O acesso aos principais pontos do parque se dá principalmente por trilhas, não existindo caminhos que permitam a passagem de veículos (Figura 25). A trilha ao norte, a partir da Praia do Matadeiro, é a mais longa, com extensão de 3500 metros, e tempo médio de 2h e 30 min para a conclusão do percurso. O caminho é

bem demarcado, inicia com subida entre rochas e raízes, nesta parte com bastante sombra devido à ocorrência de vegetação nativa do bioma mata atlântica. Logo a frente, a vegetação muda, e a maior parte do percurso segue por costão rochoso, com ampla visão para o mar. Próximo ao final do trecho, tem a vista do costão onde está situada caverna esculpida pelo mar, conhecida como Toca da Baleia; o nome dado pelos moradores locais faz referência a um episódio passado, onde uma baleia ficou presa nesta fenda e acabou morrendo.

Figura 23 - Trilha da Praia do Matadeiro. A) Dique de diabásio no começo da trilha. B) Vista da toca da Baleia. C) Vista da trilha para a praia da Lagoinha do Leste.



Fonte: A) Alysson Freitas (2022). B) e C) Trilhas em SC (2020).

A trilha que começa na Praia do Pântano do Sul é mais íngreme, porém, mais rápida. O trajeto até a praia é de 2200 metros, sendo, praticamente metade do percurso subida, e a outra metade, descida. A duração média do percurso é 1 hora. Este trajeto tem sombra boa parte do caminho, porém devido ao relevo mais acentuado, requer maior atenção aos desníveis topográficos (Figura 25).

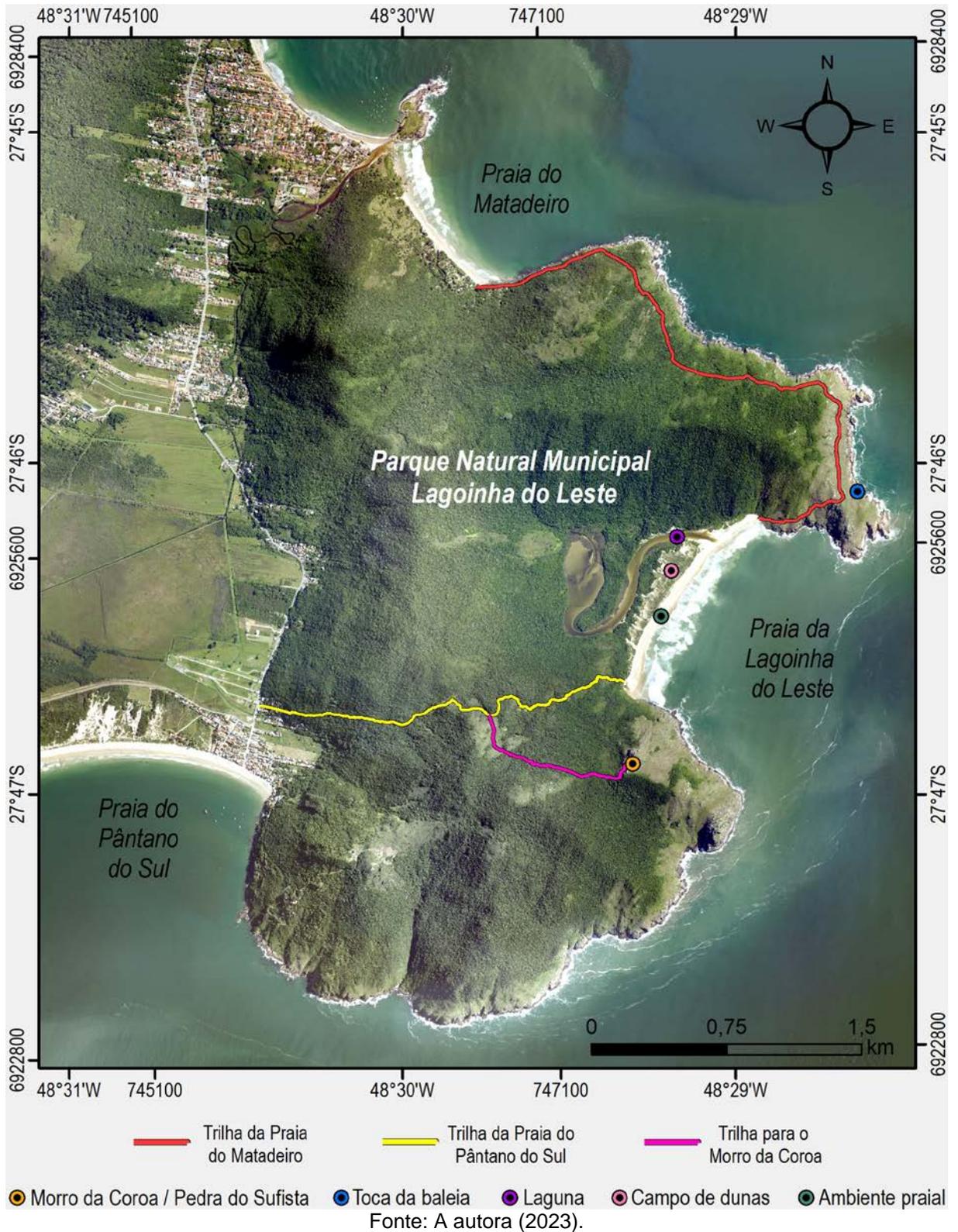
Aproximadamente 1300 metros do início da trilha, próximo ao divisor de águas local, há outra trilha a direita (direção sul), que acessa o Morro da Coroa. Atualmente existe uma marcação em uma pedra (Figura 24B). Seu trajeto dura em torno de 30 minutos. A trilha inicia bem demarcada, mas depois fica mais vegetada, com muitas raízes e blocos, exigindo bastante atenção. Apesar disso, este é o acesso mais indicado ao Morro da Coroa. Por muito tempo o principal acesso utilizado foi feito através da trilha que parte da praia da lagoinha, que, além de ser muito íngreme, não é segura. Há formações de ravinas com risco de queda de blocos, dessa forma a utilização do local potencializa os processos erosivos naturais que ocorrem na encosta.

Figura 24 - Fotos das trilhas do Pântano do Sul e Morro da Coroa. A) Subida da Trilha do Pântano do Sul sentido praia. B) Pedra marcada no divisor de águas sinalizando o início da trilha do Morro da Coroa. C) Blocos pontiagudos na trilha do Morro da Coroa. D) Destaque para as raízes durante o percurso do Morro da Coroa.



Fonte: A) Trilhas em SC (2020). B), C) e D) A autora (2023).

Figura 25. Mapa de localização do roteiro geológico e seus pontos de visitação.

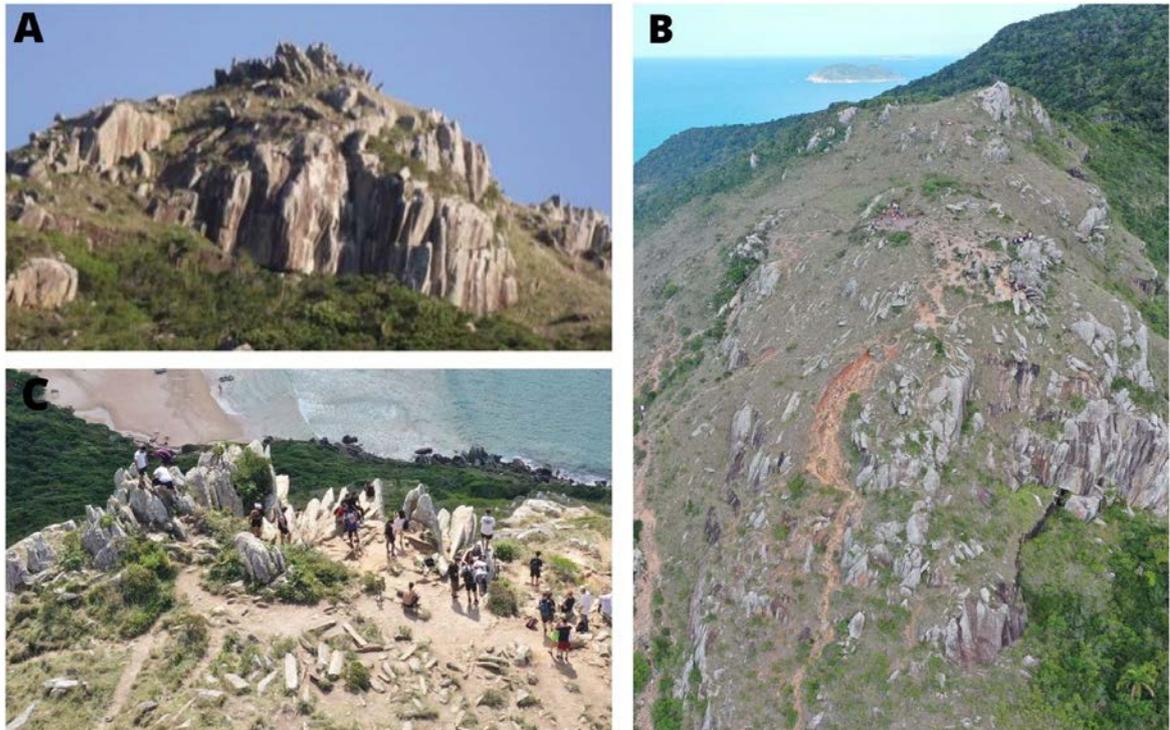


5.5 DESCRIÇÃO DO GEOSSÍTIO

5.5.1 Morro da Coroa

O Morro da Coroa, assim denominado devido a suas feições que lembram uma coroa, é o ponto mais icônico da Lagoinha do Leste, apresentando diversos blocos erodidos em forma de lajes pontiagudas, verticais, horizontais e tangenciais, com encostas íngremes com cerca de 200 m de altitude. As rochas que compõem a paisagem única da Lagoinha do Leste foram formadas devido à erupção explosiva de um vulcão há cerca de 590 milhões de anos. O magma rico em sílica, tendo alta viscosidade, solidifica rapidamente, obstruindo a chaminé vulcânica e gerando explosões. No vulcanismo explosivo, as rochas formadas são muito heterogêneas, formadas por cinzas, gases, fragmentos de rochas e bombas. Estas rochas são chamadas de piroclásticas, e as da Lagoinha do Leste são ignimbritos (Figura 27) uma mistura de cinzas, cristais e fragmentos de rocha. Uma característica típica desta rocha na Lagoinha do Leste, são as disjunções colunares, formadas durante o resfriamento da rocha, e com os processos erosivos resulta nas feições que vemos atualmente.

Figura 26 - A) Vista do Morro da Coroa. B) Vista frontal da ravina formada no Morro da Coroa. C) Visitantes no Morro da Coroa.



Fonte: A) Cristina Covello (2018). B) e C) VANT - Érico Albuquerque dos Santos 2023.

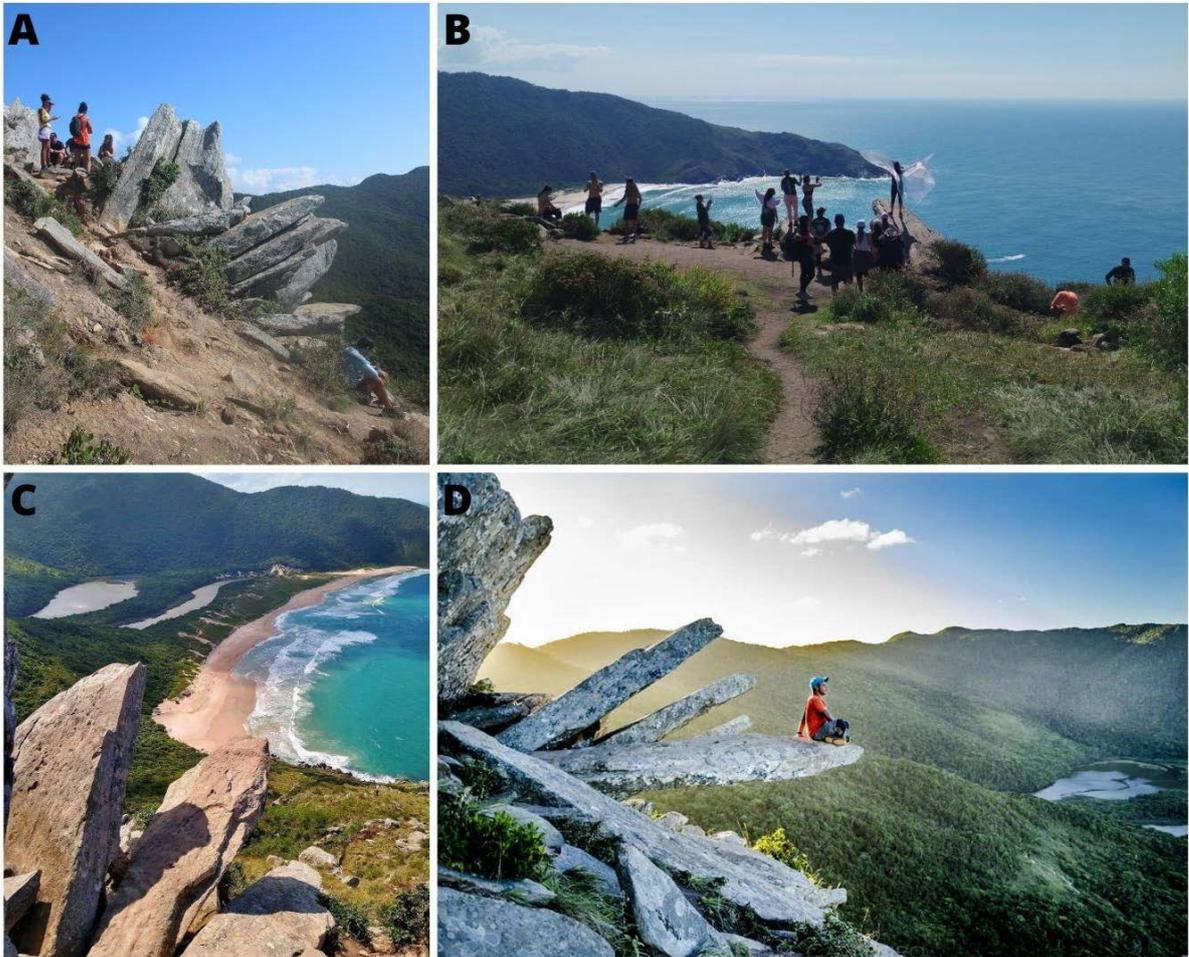
Figura 27 - A) Detalhe do ignimbrito. B) disjunções colunares no ignimbrito, trilha do Morro da Coroa.



Fonte: A) Alysson Freitas (2022). B) A autora (2023).

Este ponto costuma ser muito procurado, devido a sua beleza cênica com ampla visão da geomorfologia local com a praia e a laguna. Há um bloco em forma de laje conhecido como “Pedra do Surfista”, este é o ponto mais emblemático do parque, onde muitos visitantes se arriscam na encosta para tirar fotos, o que não é aconselhável, devido ao risco de queda de blocos.

Figura 28. A) Visitantes esperando para tirar fotos na Pedra do Surfista. B) Vista de outro ângulo de visitantes na Pedra do Surfista. C) Ampla vista do mirante para o parque. D) Visitante na Pedra do Surfista.



Fonte: A) e B) A autora (2023). C) Cassiane Grwe. D) Raphael Cavaleiro (2018).

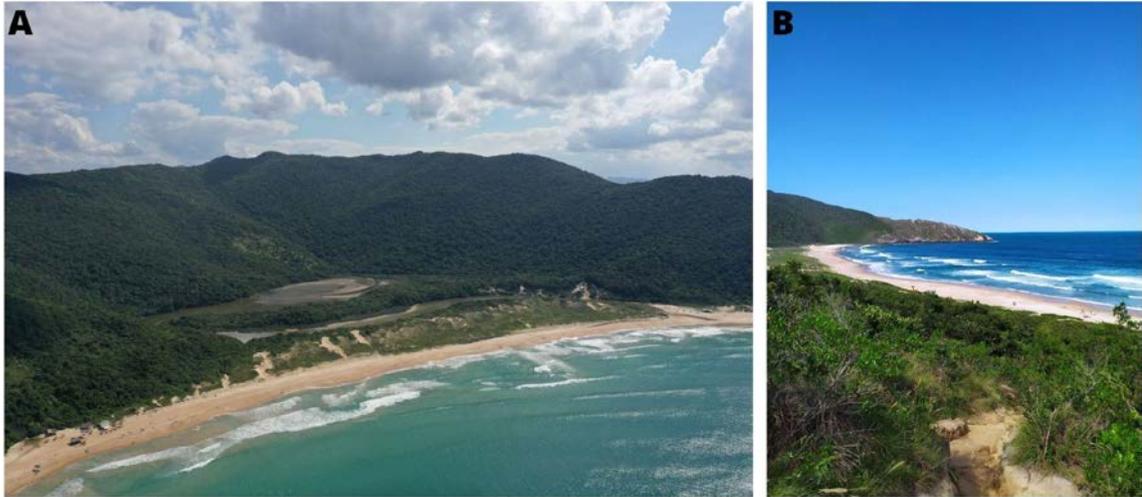
5.5.2 Ambientes de sedimentação

5.5.2.1 Ambiente praial

A praia da Lagoinha do Leste tem seu acesso pelas trilhas que saem das Praias do Matadeiro e do Pântano do Sul, tendo também a alternativa de chegar de barco, tornando acessível para quem tem dificuldade de locomoção, o traslado feito pelos pescadores artesanais, saindo da Praia do Pântano do Sul.

Situada na planície costeira, esta praia restrita entre os maciços rochosos é composta por sedimentos holocênicos, provenientes de processos de transgressão e regressão marinha. Este local é muito procurado por banhistas e para a prática de surfe. Vale lembrar que só há salva-vidas na praia na temporada de verão, portanto, requer muita atenção e cuidado ao entrar no mar. Além de fazer parte da rota da baleia franca, outro aspecto importante é a pesca artesanal, que envolve as comunidades pesqueiras das praias ao entorno.

Figura 29 - A) Vista frontal da praia, dunas e laguna. B) Final da Trilha do Pântano do Sul, com vista para a praia.



Fonte: A) VANT - Érico Albuquerque dos Santos, 2023. B) Trilhas em SC, 2020 online.

5.5.2.2 *Campo de dunas*

O campo de dunas que separa a praia da laguna, é um ambiente de grande dinâmica, onde as dunas são criadas e remodeladas pela ação do vento. Há dois tipos de depósitos de idades distintas no PNMLL: i) holocênicos com dunas transversais ativas e ii) pleistocênicos na forma de paleodunas e dunas longitudinais fixadas pela vegetação.

Este importante ambiente, abriga uma diversidade biológica, protege a zona costeira, serve como barreira natural à invasão das águas do mar durante ressacas marítimas e contém erosões, protegendo também o lençol freático. No parque é muito comum a prática de camping, que mesmo não sendo regularizada, geralmente acontece dentro do campo de dunas, ocasionando na abertura de trilhas, supressão da vegetação, fogueiras e descarte de lixo.

Figura 30 - Campo de dunas Lagoinha do Leste.



Fonte: Marcelo Fernandes, online.

5.5.2.3 Laguna

Apesar do parque se chamar Lagoinha do Leste, na verdade este elemento de destaque é uma laguna, muito procurada por quem busca se banhar em águas calmas e tranquilas.

Alimentada pelo rio que se origina nas encostas íngremes, e fica represado por bancos de areia e dunas em sua foz, de forma meândrica, a laguna que se concentra na área central da Lagoinha do Leste é barrada pelo compartimento praial, estando geralmente isolado do mar. Porém, eventos de ressacas marítimas ou altos índices de pluviosidade, tal barreira é rompida e permite o encontro da água da laguna com a do mar. A área que se abre para o eventual deságue é denominado canal lagunar. Quando este canal está aberto, o volume da laguna diminui, esta transferência entre a laguna e o mar envolve uma dinâmica que constitui um ciclo de erosão e deposição no local.

Figura 31 - Laguna e Canal Lagunar de maré.



Fonte: Santos, 2017.

6 DISCUSSÕES

A fim de concretizar os objetivos definidos e promover o uso científico educacional e turístico do geossítio, a avaliação quantitativa do geossítio resultou na classificação de relevância internacional, devido a pontuação obtida no **Valor Científico (VC)** de 330. Muito similar com a pontuação obtida por Covello (2018) na avaliação deste geossítio de 335. Sendo o critério representatividade o de maior peso, e decisivo para alcançar essa relevância.

Na avaliação do **Potencial de Uso Educativo (PUE)** e do **Potencial de Uso Turístico (PUT)** a pontuação foi igual de 260 para os dois, porém, no PUE foram avaliados 12 critérios e no PUT 15 critérios, dos quais 10 são iguais mas apresentam pesos diferentes, conforme descrito na metodologia.

Os critérios logística, associação com outros valores e condições de observação receberam pontuação máxima. O critério acessibilidade recebeu pontuação zero, pois o geossítio está a mais de 1km de estrada com acesso para veículos. O critério segurança recebeu a pontuação mínima 10, por não ter infraestrutura adequada no local, como vedações, corrimões e escadas, não ter sinal de telefonia móvel na praia e estar a mais de 10 km de serviços de socorro.

Na avaliação do PUE o critério de maior peso é o potencial didático com 60 pontos, sendo que o geossítio é mais utilizado pelo ensino superior, mas tem potencial para ser usado em outros níveis de ensino. Já no PUT o critério potencial de divulgação obteve seu valor máximo 40.

A metodologia utilizada por Covello (2018) tem algumas alterações nos critérios, resultando numa pontuação diferente. No critério acessibilidade a autora atribuiu pontuação 10, logística, densidade populacional e nível socioeconômico não foram utilizadas na avaliação, resultando em uma pontuação mais elevada para PUE

de 310 e PUT 285. No *ranking* de geossítios desenvolvido pela autora o geossítio Lagoinha do Leste ficou na 2ª posição no critério VC, 7ª no PUE e 5ª no critério PUT.

O **Risco de Degradação (RD)** teve pontuação de 195 (máximo 400), classificado o geossítio como de baixo risco de degradação. O resultado Covello (2018) para (RD) foi de 285. Apesar de utilizar os mesmos critérios, a autora atribuiu pontuação máxima para o critério proximidade com áreas/atividade com potencial de causar degradação, elevado o valor total, e resultando em um RD moderado. Ou seja, mesmo sendo uma UC o principal risco de degradação envolve atividades antrópicas como o descarte irregular de lixo, abertura de trilhas e supressão da vegetação.

De acordo com Brilha (2005) os geossítios com baixo RD são os melhores alvos de estratégias de valorização e divulgação, sendo ideais para integrar roteiros geológicos e ações de educação geocientífica. Já os geossítios com alto RD devem ser priorizadas ações de proteção e conservação.

Desta maneira foi desenvolvido um roteiro geológico com linguagem acessível ao longo dos principais pontos de visitação do parque, saindo da Praia do Matadeiro, passando pela laguna, praia, trilha do Morro da Coroa finalizando com a trilha do Pântano do Sul. Conjuntamente foi elaborado um painel de divulgação do roteiro geológico (Apêndice A), que será disponibilizado à Prefeitura Municipal de Florianópolis para contribuir na gestão do patrimônio geológico municipal, previsto no Plano Diretor.

7 CONCLUSÃO

Aliar o potencial turístico de Florianópolis, que atrai milhares de turistas anualmente devido às suas belezas naturais, com o conhecimento científico sobre a história de evolução geológica da cidade, está diretamente relacionado à promoção do desenvolvimento sustentável e do turismo de base científica.

De acordo com os resultados desenvolvidos durante a inventariação do geossítio Lagoinha do Leste, fica comprovado seu potencial científico, educacional e turístico, sendo classificado com relevância internacional.

É importante destacar a necessidade de zelar pela seguranç a dos visitantes, devendo ter melhor sinalização das trilhas e pontos de visitação sem comprometer a paisagem. A questão da acessibilidade contribui para o PNMLL ter a praia mais preservada de Florianópolis, tendo baixos índices de antropização, e para as pessoas com dificuldades de locomoção, essa barreira pode ser ultrapassada com a utilização dos barcos para chegar até o parque.

Mesmo com os baixos índices de antropização, nota-se que a circulação dos turistas por áreas e trilhas não demarcadas tem contribuído para potencializar os processos erosivos e geração de ravinas, como por exemplo, na subida íngreme da Praia da Lagoinha para o Morro da Coroa. Ao mesmo tempo, a famosa "Pedra do surfista" em que os turistas costumam tirar fotos, constitui um fator de risco, pois

trata-se de uma pedra tombada e que pode vir a desmoronar causando acidentes e até mesmo mortes. Assim, sugere-se que no plano de manejo desta unidade, sejam melhor observadas questões referentes a segurança do local, com potencial isolamento de áreas de maior risco, sinalização das trilhas e sua constante manutenção.

O roteiro geológico e o painel interpretativo na Lagoinha do Leste disponibilizados neste trabalho visam tornar mais próxima a ciência do cotidiano das pessoas, principalmente em seus momentos de contemplação da paisagem e contato com a natureza, reafirmando sua necessidade de valorização.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. L. **Proposição de um georoteiro para o município de Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. 42p. 2022.
- ALEXANDROWICZ, Z.; & KOZLOWSKI, S.. **From selected geosites to geodiversity conservation-Polish example of modern framework**. Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new milenium, Sociedad Geológica de España, Madrid, 52-54,1999.
- BABINSKI, M.; CHEMALE JR, F.; VAN SCHMUS, W. R.; HARTMANN, L. A.; & DA SILVA, L. C. **U-Pb and Sm-Nd geochronology of the neoproterozoic granitic-gneissic Dom Feliciano Belt, southern Brazil**. Journal of South American Earth Sciences, 10 (3-4), 263-274, 1997.
- BASEI, M. A. S. **O Cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.1985.
- BITENCOURT, M. F.; & NARDI, L.V.S. **Tectonic setting and sources of magmatism related to the Southern Brazilian Seat Belt**. Revista Brasileira de Geociências, [s.l.], v.30, n.1, p.186-189, 2000.
- BITENCOURT, M. D. F.; BONGIOLO, E. M.; PHILIPP, R. P.; MORALES, L. F. G.; RUBERT, R. R.; MELO, C. L.; & LUFT, J. L. **Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão Dom Feliciano, na Região de Garopaba-Paulo Lopes, SC**. Pesquisas Em Geociências, 35(1), p.109–136, 2008. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.17898>
- BRILHA, J. B. **Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage, 2005.
- BRILHA, J. **Proposta metodológica para uma estratégia de geoconservação**. 2006.
- BRILHA, J. **Inventário e avaliação quantitativa de geossítios e sítios de geodiversidade: uma revisão**. Geoheritage, v. 8, n. 2, p.119-134, 2016.
- CARCAVILLA, L., DURÁN, J.J.; GARCÍA-CORTÉS, Á.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., **Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future**. Geoheritage 1, 75–91 (2009). <https://doi.org/10.1007/s12371-009-0006-9>
- CESAR, F.; & SANTOS, A. R.. **O craton do Rio de la Plata e o cinturao Dom Feliciano no escudo Uruguaio-Sul-Riograndense**. Anais, v. 5, p. 2879-2892, 1980.
- CHEMALE JR, F., HARTMANN, L. A., & SILVA, L. D.. **Stratigraphy and tectonism of the Brasiliano Cycle in southern Brazil**. Communications of the Geological Survey of Namibia, 10, 151-166, 1995.
- CHEMALE JR, F.; MALLMANN, G.; BITENCOURT, M. F.; & KAWASHITA, K. (2012). **Time constraints on magmatism along the Major Gercino Shear Zone, southern**

Brazil: implications for West Gondwana reconstruction. *Gondwana Research*, 22(1), 184-199, 2012.

COLONGE, A.; FERMEI, G.; MELÉNDEZ, G.; CARVALHO, C.N.; & RODRIGUES, J. **Geoshcools, la importancia de las geo-rutas en la enseñanza de la geología.** Patrimônio geológico, um recurso para el desarrollo, p. 495-504, 2013.

CORRÊA, V. X. **Geoquímica, Isotopia e geocronologia das rochas graníticas do Batolito Florianópolis na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Dissertação de doutorado, USP, São Paulo, 2016.

COVELLO, C. **O patrimônio geológico e sítios de geodiversidade do município de Florianópolis/SC: estratégias de geoconservação.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2018.

DE LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro.** Universidade do Minho. 2008.

DE PAULA SILVA, J.; ALVES, G.V.; ROSS, J. L. S.; DE OLIVEIRA, F. S.; DO NASCIMENTO M. A. L.; FELINI, M. G.; & PEREIRA, D. Í. **The geodiversity of Brazil: quantification, distribution, and implications for conservation areas.** *Geoheritage*, v. 13, n. 3, p. 75, 2021.

DOS SANTOS, E. A.; SOMMER, C. A.; WAICHEL, B. L.; HAAG, M. B. **Ediacaran post-collisional high-silica volcanism associated to the Florianópolis Batholith, Dom Feliciano Belt, southernmost Brazil: lithofacies analysis and petrology.** *Journal of South American Earth Sciences*, v. 96, 102299, 2019.

DOS SANTOS, Y. R. F.; VALDATI, J. **Geopatrimônio e geodiversidade da Lagoinha do Leste, Florianópolis-SC. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento,** v. 1, p. 3164-3175, 2017.

DOWLING, R. K. **Geotourism's global growth.** *Geoheritage*, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2011.

FLORENTINO JUNIOR, E. **Proposição de um georoteiro geológico-geomorfológico nas regiões de Ribeirão Claro e Jacarezinho (PR) aplicado ao ensino de geografia.** 2014.

FLORISBAL, L. M.; JANASI, V. A.; & BITENCOURT, M. F. **Petrogênese de granitos sintectônicos em ambiente pós-colisional do escudo catarinense: estudo integrado de geologia estrutural, geoquímica elemental e isotópica Sr-Nd-Pb e geocronologia U-Pb em zircão.** 2011.

FLORISBAL, L. M.; JANASI, V. A.; BITENCOURT, M. F.; & HEAMAN, L. M. **Space-time relation of post-collisional granitic magmatism in Santa Catarina, southern Brazil: U-Pb LA-MC-ICP-MS zircon geochronology of coeval mafic-felsic magmatism related to the Major Gercino Shear Zone.** *Precambrian Research*, v. 216-219, p. 132-151, 2012.

FREITAS, A. F. **Caracterização geológica e estrutural dos ignimbritos da Suíte Cambirela na região do Pântano do Sul, ilha de Santa Catarina.** 2022.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. **Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management.** *Geoheritage*, v. 2, p. 57-75, 2010.

GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; & VEGAS J. **Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG).** Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, version, v. 12, 61p. 2009.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving a biotic nature.** John Wiley & Sons, 2004.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature.** 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p. 2013.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. D. C.; SILVA, L. D.; TROUW, R. A. J.; & JANASI V. D. A. **Província mantiqueira. Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.** São Paulo: Ed. Beca p. 203-235, 2004.

HERRMANN, M. L. P., ROSA, R. O. **Geomorfologia.** Instituto de Planejamento Urbano – IPUF. Atlas de Florianópolis. 1991.

HORN FILHO, N. O. & LIVI, N. S. **Mapa geoevolutivo da planície costeira da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Escala 1:50.000. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências. 2013. Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/files/2013/11/MAPA-GEOEVOLUTIVO.pdf>. Acesso em: 03/12/2022.

HOSE, T. A. **Geoturismo – uma breve introdução.** *Acta Geographica Slovenica*, v. 51, n. 2, p.339-342, 2011.

JANASI, V. D. A.; BITENCURT, M. F.; MARTINS, L.; HEAMAN, L. M. SHAULIS, B.; & STERN, R. **Low-D18O shallow-level neoproterozoic a-type granites from the Florianópolis Batholith, south Brazil.** In: 8TH Hutton symposium on granites and related rocks. Florianópolis, Brazil. 2015.

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

LAIKOVSKI, G. C. **Petrografia do sistema plutonovulcânico da suíte cambirela no morro dos cavalos – SC.** 65p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2018.

LUIZ, E. L. **Relevo do Município de Florianópolis.** Instituto de Planejamento Urbano – IPUF. Atlas do município de Florianópolis. 2004.

MANSUR, K.L., DA SILVA, A.S. **Society's Response: Assessment of the Performance of the “Caminhos Geológicos” (“Geological Paths”) Project, State of Rio de Janeiro, Brazil.** *Geoheritage* 3, 27–39 (2011). <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0029-2>

- MEIRA, S. A.; DO NASCIMENTO, M. A.L.; DE ABREU, A. A.; & DA SILVA, E. V. **O caminho das pedras** – uma proposta de roteiro metodológico para atividades práticas em geoconservação. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 15, n. 2, p.57-77. 2017.
- MEIRA, S. A.; DO NASCIMENTO, M. A. L.; DA SILVA, E. V.; & ARNETO, M. T. E. **Serviços Ecossistêmicos da Geodiversidade**: Avaliação e propostas de valoração em locais de interesse geológico do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. *Caderno de Geografia*, 30(62), 788-788. 2020.
- MORAES, L. V. et al. **Idades U-Pb, fontes e processos evolutivos do magmatismo pós-colisional tardio do Batólito Florianópolis-SC**. 2022.
- MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. Editora UEPG, 2014.
- MUCIVUNA, V. C.; DEL LAMA, E. A.; GARCIA, M. G. M. **Proposta de roteiros geoturísticos para as fortificações do litoral paulista**. Geonomos. 2016.
- NASCIMENTO, M. A. L. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**. 2008.
- NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K, L.; MOREIRA, J. C. **Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo**. *Revista Equador*, v. 4, n. 3, p.48-68. 2015.
- OBSERVA: Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste. Observatório de Áreas Protegidas - UFSC (2018). Disponível em <https://observa.ufsc.br/2018/04/25/parque-municipal-da-lagoinha-do-leste/>. Acesso em: 10/12/2022.
- PEREIRA, R. F., BRILHA, J., MARTINEZ, J. E. **Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira**. *Memórias e Notícias*, v. 3, n. 1, p.491-494. 2008.
- PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010.
- PRALONG, J. P.; REYNARD, E. **A proposal for a classification of geomorphological sites depending on their tourist value**. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, v. 18, n. 1, p. 315-321, 2005.
- REVERTE, F. C. **Avaliação da Geodiversidade em São Sebastião-SP, como Patrimônio Geológico**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2014.
- SANTUR - Agência de Desenvolvimento do Turismo de Santa Catarina (2022). Disponível em: <<http://www.santur.sc.gov.br/>>. Acesso em: 22/11/2022.
- SCHEIBE, L. F. & TEIXEIRA, V. H. **Mapa Topogeológico da Ilha de Santa Catarina**. Porto Alegre, DNPM. 1970.
- SCHOBENHAUS, C; CAMPOS, D. D. A.; QUEIROZ, E. T. D.; WINGE, M., & BERBERT-BORN, M. L. C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM-Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) - Brasília. 2002.

SEF - Secretaria de Estado da Fazenda (2022). Disponível em: <https://www.sef.sc.gov.br/midia/noticia/3182#:~:text=Essa%20diversidade%20faz%20com%20que,por%2013%25%20do%20PIB%20catarinense.> Acesso em: 04/12/2022.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Tasmanian Parks & Wildlife Service. 2002.

SIGSC - Sistemas de Informações Geográficas de Santa Catarina (2022). Disponível em: <<http://sigsc.sc.gov.br/>>. Acesso em: 11/12/2022.

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

STANLEY, M. **Geodiversity**. Earth heritage, v. 14, p. 15-18, 2000.

STERN, A. G.; RICCOMINI, C.; FAMBRINI, G. L.; & CHAMANI, M. A. C. **Roteiro geológico pelos edifícios e monumentos históricos do centro da cidade de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n. 4, p. 704-711, 2006.

TAVERA ESCOBAR, M. Á.; ESTRADA SIERRA, N.; ERRÁZURIZ HENAO, C.; & HERMELIN, M. **Georutas o itinerarios geológicos: un modelo de geoturismo en el Complejo Volcánico Glaciar Ruiz-Tolima, Cordillera Central de Colombia**. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, v. 26, n. 2, p.219-240. 2017.

THOMAS, M. F. **Geodiversity and landscape sensitivity: a geomorphological perspective**. Scottish Geographical Journal, v. 128, n. 3-4, p. 195-210, 2012.

TOMAZZOLI, E. R. & PELLERIN, J. M. **Unidades do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina: as rochas**. Geosul, Florianópolis, v. 30, n. 60, p.225-247. 2015.

TOMAZZOLI, E. R., PELLERIN, J. R. G. M., HORN FILHO, N. O. **Geologia da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil**. *Geociências*, v. 37, n. 4, p.715-731, 2018.

TRAININI D. R., Dias A. A., Krebs A. S. J., Souza E. C., Capeletti I., Toniolo J. A., Silva L. C., Silva M. A. S. **Projeto Vidal Ramos-Biguaçu, SC, BRASIL**. Porto Alegre, DNPM/CPRM, 303p. 1978.

UFRGS. **Mapeamento Geológico 1: 25.000 de parte das folhas Paulo Lopes (M12909/4) e Imbituba (2925/2), SC**. Trabalho de Graduação do Curso de Geologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. v. 7. 1999.

WIMBLEDON, W. A. P. **The development of a methodology for the selection of British geological sites for conservation: Part 1**. Modern geology, v. 20, p. 159-202, 1995.

WIMBLEDON W. A. P.; ANDERSEN S.; CLEAL C.J. W.; ERIKSTAD L.; GONG-GRIJP G.P.; JOHANNSSON C.E.; KARIS L. O.; & SUOMIENEN V. **Geological Word Heritage: GEOSSITES – a global comparative site inventory to enable prioritization for conservation**. Memorie Descrivite della Carta Geologica d'Italia, Vol. LIV,45-60. 1999.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C.R.G.; FERNANDES, A.C.S.; BERBERT-BORN, M.; SALUM FILHO, W.; QUEIROZ, E.T. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, v.3, 330p, 2013.

ZANINI, L. F. P. et al. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Florianópolis (Folha SH.22-Z-D-V) e Lagoa (Folha SH.22-Z-D-VI)**. Escala 1:100.000. CPRM, Brasília, 252p. 1997.

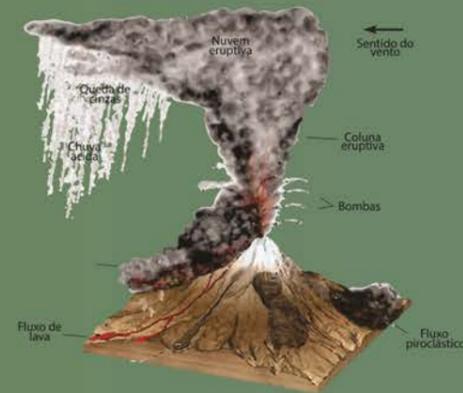
APÊNDICE A – PAINEL DE DIVULGAÇÃO

ROTEIRO GEOLÓGICO DA LAGOINHA DO LESTE

Você sabia que existe registro de vulcanismo na ilha?

Criado em 1992 o Parque Natural Municipal Lagoinha do Leste é uma Unidade de Conservação Integral com 920 hectares, vinculado à Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM). Sua proteção legal contribui para o baixo índice de antropização, sendo a uma das praias mais preservadas da Ilha.

As rochas que compõe a paisagem única da Lagoinha do Leste são as mesmas que observamos no Morro do Cambirela e foram formadas devido a uma erupção explosiva de um vulcão há ~590 Milhões de anos. O magma rico em sílica, tendo alta temperatura e viscosidade, solidifica rapidamente, obstruindo a chaminé vulcânica e gerando explosões.



No vulcanismo explosivo as rochas geradas são muito heterogêneas formadas por cinzas, gases, fragmentos de rochas e bombas geradas na explosão. Estas rochas são piroclásticas, e as da Lagoinha do Leste são **ignimbritos** (uma mistura de cinzas, cristais e fragmentos de rochas).



Ignimbrito



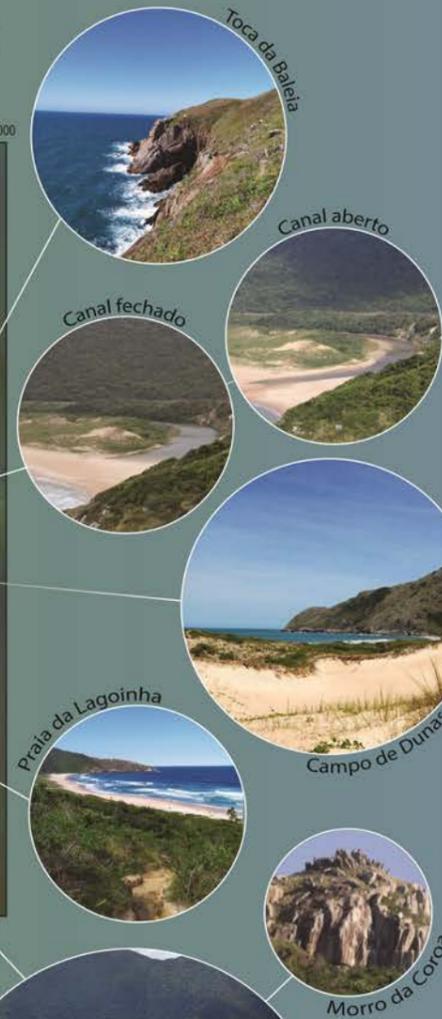
Trilha do Pântano do Sul



Pedra do Surfista



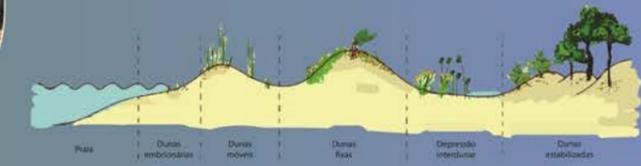
Vista do Morro da Coroa



Apesar do nome, a Lagoinha do Leste na verdade é uma laguna!

De forma meândrica, a laguna se concentra na parte central do parque e é barrada pelo compartimento praiial, estando geralmente isolada do mar. Porém, em eventos de ressaca marítima ou grandes índices pluviométricos, tal barreira é rompida, permitindo o encontro das águas da laguna e do mar. Esta área de trocas se chama **canal lagunar de maré**, que quando o canal está aberto, diminui o volume da laguna. Esta dinâmica constitui um ciclo de erosão e deposição.

O **campo de dunas** que separa a praia da laguna, é um ambiente de grande dinâmica, pois as dunas são criadas e remodeladas pela ação do vento. Este importante local, abriga uma diversidade biológica, protege a zona costeira, serve como barreira natural à invasão das águas do mar durante ressacas marítimas e contém erosões, protegendo também o lençol freático. Na Lagoinha do Leste há dois tipos de depósitos: i) holocênicos com dunas transversais ativas e ii) pleistocênicas na forma de paleodunas ou dunas longitudinais fixadas pela vegetação.



O local mais emblemático do parque é, sem dúvidas, o **Morro da Coroa**, que tem, em seu topo, afloramento de rochas em formato de lajes pontiagudas, assemelhando-se a uma coroa. Apesar de ser um local fantástico para apreciar a paisagem e tirar fotos, requer muito cuidado, pois a encosta é íngreme e perigosa. Além disso, há vários blocos com risco de tombamento. Recomenda-se o acesso via trilha do Pântano do Sul.

ATENÇÃO:

- Não há restaurante no parque, apenas quiosques na temporada de verão e feriados.
- Não há sinal de telefonia móvel na praia da lagoinha do leste.
- Todo lixo produzido é de responsabilidade do visitante, pois não há coleta no parque.
- Cuidado com os blocos de rocha, podem estar instáveis e ocasionar acidentes.
- Não circule fora das trilhas.

Realização:



Trabalho de conclusão de curso em Geologia da aluna Carolina Pereira, orientado pela Profª. Drª. Luana Moreira Florisbal, Julho de 2023.



Apoio:

