

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**MARCOS VINÍCIUS FURTADO PERUCCI**

**AVALIAÇÃO DAS PEDREIRAS BORTOLAN E NOVO MUNDO E PROPOSTA DE  
GEOSSÍTIOS PARA O POTENCIAL GEOPARQUE DE POÇOS DE CALDAS (MG)**

Poços de Caldas/MG

2025

**MARCOS VINÍCIUS FURTADO PERUCCI**

**AVALIAÇÃO DAS PEDREIRAS BORTOLAN E NOVO MUNDO E PROPOSTA DE  
GEOSSÍTIOS PARA O POTENCIAL GEOPARQUE DE POÇOS DE CALDAS (MG)**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia Ambiental, pelo Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Alfenas.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

Orientadora: Carolina Del Roveri.

Poços de Caldas/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Campus Poços de Caldas

Perucci, Marcos Vinícius Furtado.

Avaliação das pedreiras Bortolan e Novo Mundo e proposta de geossítios para o potencial geoparque de Poços de Caldas (MG) / Marcos Vinícius Furtado Perucci. - Poços de Caldas, MG, 2025.

123 f. : il. -

Orientador(a): Carolina Del Roveri.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Ambiental) -  
Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Geoconservação . 2. Geossítios. 3. Geoparque Poços de Caldas. 4. Pedreira Bortolan . 5. Pedreira Novo Mundo. I. Roveri, Carolina Del, orient.  
II. Título.

## MARCOS VINICIUS FURTADO PERUCCI

### AValiação DAS PEDREIRAS BORTOLAN E NOVO MUNDO E PROPOSTA DE GEOSÍTIOS PARA O POTENCIAL GEOPARQUE DE POÇOS DE CALDAS (MG)

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Recursos Hídricos e Meio Ambiente

Aprovada em: 17 de junho de 2025

Profa. Dra. Carolina Del Roveri

Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Matheus Fernando Ancelmi

Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Profa. Dra. Ana Olívia Barufi Franco de Magalhães

Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Del Roveri, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/06/2025, às 16:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1542933** e o código CRC **758D285A**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar até aqui e à padroeira da minha terra, Nossa Senhora da Lapa, por sua proteção constante e pela aparição em seu santuário: a Gruta da Lapa, em Antônio Pereira, distrito de Ouro Preto (MG), formada por dolomitos, onde recebe milhares de visitantes todos os anos e se prepara para ser reconhecida como geossítio no projeto do Geoparque do Quadrilátero Ferrífero.

Gratidão aos meus pais, demais familiares e amigos, pelo apoio, incentivo e presença em todos os momentos dessa caminhada. Em especial, dedico este trabalho à memória da minha avó Odília Gonzaga Furtado, cuja força, sabedoria e exemplo continuam sendo uma inspiração diária na minha vida.

Agradeço à minha orientadora Carolina Del Roveri, pela orientação, paciência e confiança no desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e conhecimento foram fundamentais ao longo de todo o processo. Aos professores Ana Olívia e Matheus pelas contribuições e participação na banca de defesa. Ao professor Fabiano Cabañas pelas conversas e parceria durante o estágio docência.

Aos meus colegas de trabalho e amigos, pelo companheirismo ao longo dessa jornada. Em especial, Eveline, Ícaro e Patrícia, por todo o incentivo, força e colaboração.

À Unifal-MG (Universidade Federal de Alfenas), através do ICT (Instituto de Ciência e Tecnologia), por proporcionar a oportunidade e o ambiente acadêmico que tornou possível a realização desta pesquisa. Aos colegas de mestrado, pela troca constante e pelas conversas durante os momentos de incerteza que tornaram a caminhada mais leve. Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Ambiental da Unifal-MG (PPGCEA), e a todos que fazem parte dele: coordenador, professores e secretaria que sempre se mostraram proativos em ajudar os discentes.

Ao Ministério da Educação e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, chefiados pelo presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, pelos investimentos e incentivos aos setores da educação e da ciência, que tornam possível a continuidade da pesquisa e da formação acadêmica no país.

E, por fim, agradeço a quem fez parte da minha vida neste período e me inspirou a seguir em frente com mais leveza e alegria.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“A verdadeira viagem de descoberta não consiste em sair à procura de novas paisagens, mas em ver com novos olhos.”

(Proust, 2012, p. 63).

## RESUMO

A geoconservação tem se consolidado como ferramenta estratégica para a valorização do patrimônio geológico, articulando ciência, educação e sustentabilidade. Inserido nesse contexto, o município de Poços de Caldas (MG) abriga o maior complexo alcalino da América do Sul e duas pedreiras desativadas, Bortolan e Novo Mundo, com potencial para integração ao Projeto Geoparque local. Este trabalho teve como objetivo avaliar essas pedreiras como geossítios e propor sua requalificação para uso público. A pesquisa fundamentou-se em revisões bibliográficas, levantamento de campo, aplicação de métodos de quantificação de valor científico, educacional, turístico e de uso, além de análises sobre riscos de degradação e propostas de medidas de geoconservação. Os resultados evidenciaram que ambas as pedreiras apresentam alto valor científico, educativo e turístico. A Pedreira Bortolan se destaca pela diversidade mineralógica, estudos internacionais e geologia única; já a Novo Mundo possui forte apelo para novas pesquisas científicas e potencial de uso público. A análise socioambiental confirmou o interesse popular pela história geológica regional, especialmente no contexto da criação de áreas verdes e de recreação em antigas pedreiras urbanas. Conclui-se que as pedreiras são geossítios com relevância para o geopatrimônio de Poços de Caldas, sendo recomendada sua transformação em Parque Geológico do Bortolan e Parque de Geoconservação da Pedreira Novo Mundo, contribuindo para a geoconservação, o geoturismo e o desenvolvimento sustentável do complexo alcalino.

Palavras-chave: geoconservação; geossítios; geoparque Poços de Caldas; pedreira Bortolan; pedreira Novo Mundo.

## ABSTRACT

Geoconservation has been increasingly recognized as a strategic tool for the appreciation of geological heritage, integrating science, education, and sustainability. Within this context, the municipality of Poços de Caldas (Minas Gerais, Brazil) hosts the largest alkaline complex in South America and two decommissioned quarries — Bortolan and Novo Mundo — with potential for integration into the local Geopark Project. This study aimed to evaluate these quarries as geosites and to propose their redevelopment for public use. The research was based on literature reviews, field surveys, and the application of methods to quantify scientific, educational, touristic, and practical value, as well as risk assessments and proposals for geoconservation measures. The results demonstrated that both quarries possess high scientific, educational, and touristic value. The Bortolan Quarry stands out for its mineralogical diversity, international studies, and unique geology; meanwhile, Novo Mundo Quarry offers strong potential for new scientific research and public use. The socio-environmental analysis confirmed the public's interest in the region's geological history, especially in the context of transforming former urban quarries into green and recreational areas. It is concluded that the quarries are geosites of significant relevance to the geoheritage of Poços de Caldas, and their transformation into the Bortolan Geological Park and the Novo Mundo Quarry Geoconservation Park is recommended, contributing to geoconservation, geotourism, and the sustainable development of the alkaline complex.

Keywords: geoconservation; geosites; Poços de Caldas Geopark; Bortolan Quarry; Novo Mundo Quarry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Geoconservação e suas inter-relações.....	16
Figura 2 –	Diferença entre patrimônio geológico e elemento da geodiversidade...	20
Figura 3 –	Relações do Geoturismo com outras modalidades de turismo alternativo.....	21
Figura 4 –	Definição esquemática de geoparque.....	23
Figura 5 –	Linha do tempo dos geoparques.....	24
Figura 6 –	Pedra Balão, exemplo de geossítio. Destaque para o chibinito, uma rocha rara.....	26
Figura 7 –	Cartaz de 20 anos da GGN com alguns geoparques da rede.....	28
Figura 8 –	Projetos e Geoparques no Brasil.....	30
Figura 9 –	Localização de Poços de Caldas no Sudeste brasileiro.....	35
Figura 10 –	Parque do Cristo, destaque da geomorfologia de Poços de Caldas-MG.....	36
Figura 11 –	Litologia do Complexo Alcalino de Poços de Caldas.....	37
Figura 12 –	Localização da pedreira Bortolan (PB).....	38
Figura 13 –	Vista aérea da pedreira Bortolan, sem escala.....	39
Figura 14 –	Novas espécies de minerais encontradas na pedreira Bortolan.....	40
Figura 15 –	Localização da pedreira Novo Mundo (PNM).....	41
Figura 16 –	Parque Geológico do Varvito.....	44
Figura 17 –	Estádio Municipal de Braga.....	44
Figura 18 –	Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya.....	45
Figura 19 –	Ópera de Dalhalha.....	46
Figura 20 –	Painéis interpretativos do projeto Caminhos Geológicos.....	47
Figura 21 –	Painéis informativos do parque geológico do Varvito.....	48
Figura 22 –	Painéis interpretativos do Monte Wilkołak, localizado no Geoparque da Terra dos Vulcões Extintos, no sudoeste da Polônia.....	49
Figura 23 –	Pedreira de calcário em Rio Claro (SP) em preparação para se tornar um parque geológico e geossítio do Geoparque Corumbataí.....	50

Figura 24 – Antiga Pedreira de Itamambuca.....	51
Figura 25 – Lagoa na Pedreira Rio Doce.....	52
Figura 26 – Etapas da metodologia.....	63
Figura 27 – Afloramento e vegetação da Pedreira Bortolan.....	64
Figura 28 – Impactos de atividades econômicas e erosivas na Pedreira Bortolan...	65
Figura 29 – Formação de pântanos em Pedreira Bortolan.....	66
Figura 30 – Granulação dos tinguaítos da Pedreira Bortolan.....	67
Figura 31 – Afloramento da pedreira Novo Mundo.....	68
Figura 32 – Condição atual da Pedreira Novo Mundo.....	69
Figura 33 – Granulação dos tinguaítos da Pedreira Novo Mundo. ....	70
Figura 34 – Minerais semelhantes encontrados em PB e PNM.....	71
Figura 35 – Bortolanita e götzenita.....	71
Figura 36 – Municípios e litologia do planalto de Poços de Caldas.....	72
Figura 37 – Localização de PB e PNM e potenciais geossítios em Poços de Caldas	73
Figura 38 – Mapa de delimitação da área da pedreira Bortolan.....	74
Figura 39 – Mapa de delimitação da área da pedreira Novo Mundo.....	75
Figura 40 – Mapa de ocupação do solo da pedreira Bortolan.....	76
Figura 41 – Mapa de ocupação do solo da pedreira Novo Mundo.....	78
Figura 42 – Proposta geológica, cultural e de lazer do parque geológico.....	98
Figura 43 – Exemplo de painel informativo para o Parque Geológico do Bortolan.	100

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Principais aspectos da geoconservação.....	17
Quadro 2 –	Etapas para se tornar um geoparque.....	25
Quadro 3 –	Avaliação qualitativa do geossítio.....	55
Quadro 4 –	Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do valor científico.....	56
Quadro 5 –	Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos.....	57
Quadro 6 –	Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do risco de degradação dos geossítios.....	60
Quadro 7 –	Classificação do risco de degradação.....	61
Quadro 8 –	Avaliação qualitativa de PB e PNM.....	79
Quadro 9 –	Inventário das pedreiras Bortolan e Novo Mundo.....	80
Quadro 10 –	Atividades mitigadoras para PB e PNM.....	87
Quadro 11 –	Descrição dos itens de acessibilidade do parque geológico.....	102

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valor científico de PB e PNM.....	81
Tabela 2 –	Potencial uso educacional de PB e PNM.....	82
Tabela 3 –	Potencial uso turístico de PB e PNM.....	84
Tabela 4 –	Risco de degradação de PB e PNM.....	86
Tabela 5 –	Faixa etária dos visitantes dos parques.....	88
Tabela 6 –	Frequência de visita nos parques.....	89
Tabela 7 –	Percepção dos visitantes sobre a história geológica dos parques.....	90
Tabela 8 –	O que mais chama a atenção dos visitantes nos parques.....	91
Tabela 9 –	Percepção dos entrevistados sobre a importância dos parques para a sociedade.....	93
Tabela 10 –	Percepção dos entrevistados sobre a importância dos parques para a educação ambiental e geológica.....	94
Tabela 11 –	Sugestão de melhoria nos parques.....	94
Tabela 12 –	Percepção dos entrevistados sobre termos geoconservação, geopatrimônio e geoturismo.....	95
Tabela 13 –	Opinião dos entrevistados sobre os painéis informativos.....	96

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS.....	15
1.1.1	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1	FUNDAMENTOS DA GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS E DIMENSÕES DA PRESERVAÇÃO GEOLÓGICA.....	17
2.1.1	<b>Geodiversidade.....</b>	<b>18</b>
2.1.2	<b>Patrimônio Geológico (Geopatrimônio).....</b>	<b>19</b>
2.1.3	<b>Geoturismo.....</b>	<b>21</b>
2.1.3.1	Turismo sustentável.....	22
2.1.3.2	Ecoturismo.....	22
2.2	GEOPARQUES: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E SUSTENTABILIDADE.....	23
2.2.1	<b>Geossítio.....</b>	<b>25</b>
2.2.2	<b>Rede Global de Geoparques.....</b>	<b>27</b>
2.2.3	<b>Geoparques no Brasil.....</b>	<b>28</b>
2.2.3.1	Geoparque Araripe.....	31
2.2.3.2	Geoparque Seridó.....	31
2.2.3.3	Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul.....	31
2.2.3.4	Geoparque Caçapava.....	32
2.2.3.5	Geoparque Quarta Colônia.....	32
2.2.3.6	Geoparque Uberaba.....	33
2.2.4	<b>Projeto Geoparque Poços de Caldas.....</b>	<b>33</b>
2.3	ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO GEOLÓGICO.....	34
2.3.1	<b>Poços de Caldas-MG.....</b>	<b>34</b>
2.3.2	<b>Complexo Alcalino de Poços de Caldas.....</b>	<b>36</b>
2.3.3	<b>Pedreira Bortolan.....</b>	<b>38</b>
2.3.4	<b>Pedreira Novo Mundo.....</b>	<b>41</b>
2.4	ENCERRAMENTO DE ATIVIDADES EM PEDREIRAS: REVISÃO DE PRÁTICAS E DESDOBRAMENTOS.....	42
2.4.1	<b>Parques ecológicos e geológicos em pedreiras.....</b>	<b>43</b>
2.4.1.1	Parque Geológico do Varvito.....	43
2.4.1.2	Estádio Municipal de Braga.....	44
2.4.1.3	Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya.....	45
2.4.1.4	Ópera de Dalhalla.....	45
2.4.2	<b>Painéis interpretativos.....</b>	<b>46</b>
2.4.3	<b>Pedreiras com potencial para ser geossítio.....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>53</b>
3.1	REVISÃO DA LITERATURA E COMPARAÇÃO LITOLÓGICA.....	53
3.1.1	<b>Revisão bibliográfica.....</b>	<b>53</b>

<b>3.1.2</b>	<b>Caracterização geológica com base em amostras de mão.....</b>	<b>53</b>
3.2	MAPEAMENTO.....	54
3.3	ETAPAS E ATIVIDADES DE GEOCONSERVAÇÃO.....	54
<b>3.3.1</b>	<b>Inventário dos geossítios.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Avaliação quantitativa dos geossítios.....</b>	<b>55</b>
3.3.2.1	Avaliação quantitativa do valor científico.....	55
3.3.2.2	Avaliação quantitativa do potencial uso educacional e turístico.....	57
3.3.2.3	Avaliação quantitativa do risco de degradação.....	60
3.4	DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL.....	62
3.5	PROPOSTAS DE GEOSSÍTIOS.....	62
<b>3.5.1</b>	<b>Conservação e interpretação.....</b>	<b>62</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Promoção e monitoramento.....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
4.1	CAMPO E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE MÃO.....	64
<b>4.1.1</b>	<b>Campo em PB.....</b>	<b>64</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Campo em PNM.....</b>	<b>67</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Análise de amostras de mão.....</b>	<b>70</b>
4.2	MAPEAMENTO DAS PEDREIRAS PB E PNM.....	72
<b>4.2.1</b>	<b>Mapas de delimitação das áreas.....</b>	<b>74</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Mapas de uso e ocupação do solo.....</b>	<b>76</b>
4.3	AVALIAÇÃO DAS PEDREIRAS PB E PNM.....	79
<b>4.3.1</b>	<b>Inventário.....</b>	<b>79</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Valor científico.....</b>	<b>80</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Potencial educacional.....</b>	<b>82</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Potencial turístico.....</b>	<b>84</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Risco de degradação.....</b>	<b>86</b>
4.4	DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL.....	88
4.5	PROPOSTAS DE GEOSSÍTIOS.....	97
<b>4.5.1</b>	<b>Geossítio: Parque Geológico do Bortolan.....</b>	<b>97</b>
4.5.1.1	Proposta geológica.....	98
4.5.1.2	Proposta cultural e de lazer.....	100
<b>4.5.2</b>	<b>Geossítio: Parque de Geoconservação Pedreira Novo Mundo.....</b>	<b>103</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>106</b>
<b>6</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>108</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>117</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>120</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento das iniciativas de geoconservação e de valorização do patrimônio geológico tem incentivado pesquisas para a criação de geoparques<sup>1</sup>, que são áreas onde se busca preservar e promover elementos geológicos de relevância científica, cultural e educativa.

Um geoparque é uma área territorial com limites bem definidos, que abriga um patrimônio geológico significativo, integrado a uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Para ser considerado um geoparque, é necessário que a região contenha um conjunto de sítios de relevância internacional, nacional e/ou regional, que permitam contar e compreender a história geológica local. Esses locais podem incluir rochas, fósseis e até o solo, que, juntos, ajudam a contar a história da Terra. O conjunto de geossítios em uma região compõe o seu Patrimônio Geológico. Além disso, um geoparque deve priorizar a proteção e a promoção dos valores ecológicos, históricos e culturais da área (Brilha, 2005).

A região de Poços de Caldas, localizada no sudoeste de Minas Gerais, destaca-se como um local de grande interesse para a criação de um geoparque por conta da presença do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, considerado o maior complexo alcalino da América do Sul. A formação geológica desta área apresenta uma série de características singulares, resultantes de processos vulcânicos e intrusivos que ocorreram ao longo de milhões de anos. Esse complexo é constituído por uma diversidade de rochas alcalinas, como nefelina sienito, fonólito e tinguaitó<sup>2</sup>, além de minerais raros, o que o torna não apenas um ponto de relevância científica e acadêmica, mas também um local com forte potencial para o turismo geológico (geoturismo) e a educação ambiental (Ulbrich *et al.*, 2002).

Nesse contexto, as pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo, que estão desativadas e sem plano de descomissionamento, destacam-se como locais promissores pelo conjunto diversificado de minerais e processos geológicos, incluindo, segundo Tsugawa e Atencio (1997) minerais raros, como os do grupo rinkita e formações únicas. Diante disso, este trabalho propõe a restauração e remediação destas pedreiras posicionando-as assim como possíveis geossítios, agregando valores ambientais, sociais e geológicos a elas.

---

<sup>1</sup>Os Geoparques Mundiais da UNESCO (UNESCO Global Geoparks) “são áreas geográficas unificadas, onde sítios e paisagens de relevância geológica internacional são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável” (Unesco, 2024).

<sup>2</sup>Rocha hipoabissal do contexto do fonólito (vulcânico) e do nefelina sienito (plutônico). O termo tinguaitó é usado na literatura por caracterizar um nefelina sienito com granulação mais fina e um fonólito com granulação intermediária.

Como primeira pesquisa desse tipo nas pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo, este trabalho tem um caráter pioneiro ao abrir caminho para uma compreensão mais profunda do potencial geológico e ambiental dessas áreas. Por meio da avaliação e do reconhecimento dessas pedreiras como geossítios, espera-se lançar bases sólidas para o desenvolvimento de um geoparque que poderá se tornar um referencial científico e turístico na região.

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos deste trabalho estão descritos a seguir.

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial das Pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo como geossítios, visando sua integração ao potencial Projeto Geoparque de Poços de Caldas, com foco na preservação do patrimônio geológico, valorização da geologia local, promoção do geoturismo e incentivo ao desenvolvimento sustentável na região.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Inventariar e caracterizar a geologia das pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo, identificando os minerais, formações rochosas e outros elementos de relevância científica e educativa. Analisar o valor científico, educativo e turístico das duas pedreiras considerando critérios de geoconservação, como representatividade, raridade e integridade do patrimônio geológico.

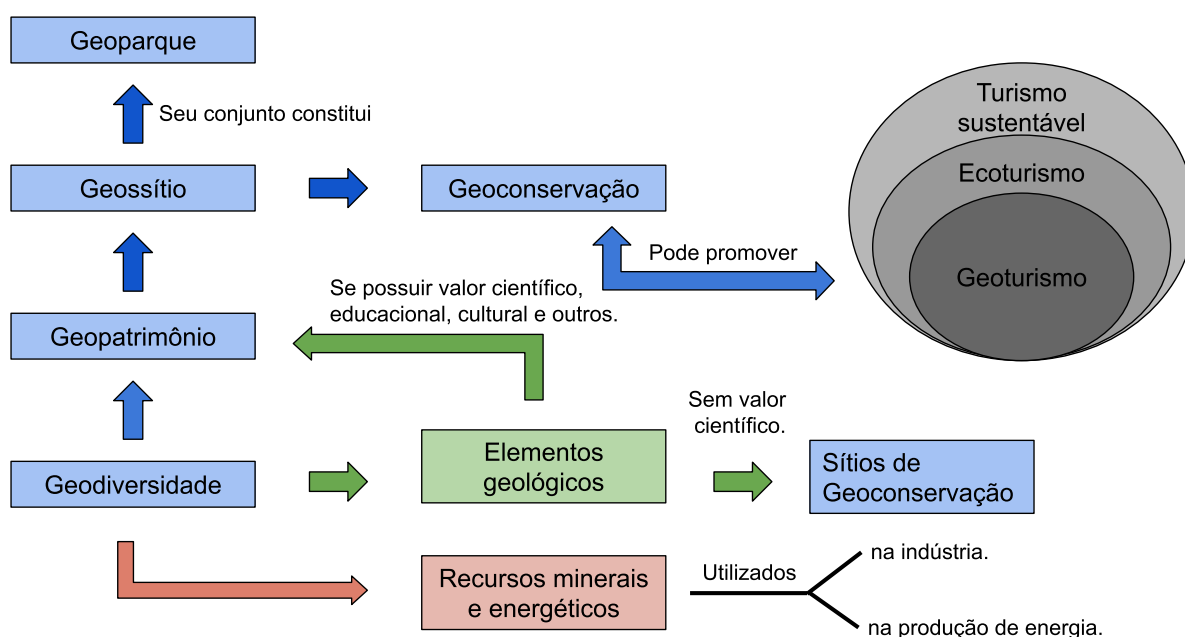
Propor estratégias de conservação e infraestrutura para o geossítio, a fim de garantir a proteção dos recursos naturais e a acessibilidade para visitantes. Promover ações de divulgação e conscientização ambiental, direcionadas à comunidade local e aos turistas, destacando a importância da preservação do patrimônio geológico e do uso sustentável dos recursos naturais.

Analisar a percepção da população sobre a utilização de parques urbanos estabelecidos em antigas pedreiras, com o intuito de gerar subsídios para a implementação de geossítios no projeto Geoparque de Poços de Caldas (MG).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente trabalho está inserido no campo da geoconservação, um ramo interdisciplinar das Ciências da Terra que ganhou destaque na comunidade científica a partir do final do século XX, como será apresentado adiante. Na atual década, os avanços nas pesquisas sobre geoconservação têm sido rápidos, alcançando uma posição de destaque em importantes eventos científicos, tanto no Brasil como o Congresso Brasileiro de Geologia, quanto no exterior como o Congresso Geológico Internacional. Em seu sentido mais amplo, a geoconservação engloba uma série de conceitos inter-relacionados, incluindo geodiversidade, geopatrimônio (ou patrimônio geológico), geoturismo e geoparques, conforme ilustrado na Figura 1 (CBG, 2024; IGC, 2024).

Figura 1- Geoconservação e suas inter-relações



Fonte: Adaptado de Araújo (2005).

A geoconservação integra esses conceitos, já mencionados, em uma abordagem interconectada que visa proteger e valorizar os recursos geológicos. A geodiversidade, que abrange a variedade de elementos geológicos e processos, constitui a base para a identificação do geopatrimônio, ou seja, locais de importância científica, educacional ou cultural. O geoturismo promove a conscientização e a valorização desses elementos por meio de atividades recreativas e educativas, gerando benefícios econômicos e sociais (Araújo, 2005).

## 2.1 FUNDAMENTOS DA GEOCONSERVAÇÃO: ABORDAGENS E DIMENSÕES DA PRESERVAÇÃO GEOLÓGICA

A geoconservação emerge como uma ferramenta crucial para a preservação dos processos e formações geológicas que constituem a herança natural da Terra. Em um contexto onde a exploração dos recursos naturais e a expansão urbana ameaçam a integridade dos patrimônios geológicos, torna-se imperativo compreender os fundamentos e abordagens desta prática. A geoconservação tem como objetivo proteger a geodiversidade, que inclui características geológicas importantes (como afloramentos rochosos), geomorfológicas (formas de relevo) e do solo, além de preservar as taxas e magnitudes naturais de mudança desses elementos e processos (Sharples, 2002).

Brilha (2005) afirma que a diversidade geológica tem um valor intrínseco, o que justifica sua preservação mesmo quando não diretamente relacionada à biodiversidade. O conceito se divide em duas abordagens: a ampla, que abrange a gestão sustentável de toda a geodiversidade, e a restrita, focada na conservação de elementos que possuam valor excepcional, como os geossítios. Esses locais são de grande relevância científica, pedagógica, cultural ou turística e compõem o que é chamado de Patrimônio Geológico. O autor cita valores que evidenciam a importância da geoconservação, mostrados no quadro 1.

Quadro 1 - Principais aspectos da geoconservação

Valor	Descrição
Intrínseco	O valor intrínseco da geodiversidade é provavelmente o mais subjetivo, pois está relacionado com perspectivas filosóficas e religiosas de diferentes sociedades e culturas.
Cultural	A geodiversidade também tem um valor cultural, sendo associada a lendas e mitos. Esse valor se refere à maneira como os elementos geológicos são integrados às tradições e crenças culturais.
Estético	A geodiversidade contribui para a diversidade de paisagens naturais, que são visualmente apreciadas e conferem uma beleza única a diferentes regiões.
Econômico	A geodiversidade é essencial para a extração de minerais e rochas, fundamentais para a indústria e a construção.
Funcional	O valor funcional da geodiversidade refere-se ao seu papel como substrato para sustentar sistemas físicos e ecológicos. Por exemplo, solos derivados da geodiversidade são essenciais para a agricultura e florestas.
Científico e Educativo	A geodiversidade serve como base para investigações científicas e atividades educacionais nas ciências da Terra.

Fonte: Adaptado de Brilha (2005).

De acordo com Brilha *et al.* (2005), há uma estreita relação entre biodiversidade, geodiversidade e geoconservação, porém esses elementos são independentes. A geodiversidade, que inclui a variedade de formas e processos geológicos, desempenha um papel essencial no suporte aos habitats e ecossistemas, influenciando a biodiversidade local. A preservação dessas características geológicas, por meio da geoconservação, é fundamental para manter não apenas o patrimônio natural geológico, mas também a biodiversidade associada a ele.

A conservação da natureza ganhou destaque na segunda metade do século XX, impulsionada pelo crescimento populacional e a deterioração ambiental, afetando a sobrevivência humana e demandando práticas de preservação. Inicialmente, a conservação da natureza focava na biodiversidade, foi apenas nos anos 1970 que surgiram esforços para incluir a geodiversidade nas políticas de conservação. A geoconservação, embora fundamental, adotou uma terminologia própria, diferente da conservação da biodiversidade. Com a dependência da sociedade moderna por recursos naturais, é necessário identificar os elementos mais relevantes da geodiversidade para definir ações práticas de gestão e conservação (Pereira, 2010).

### **2.1.1 Geodiversidade**

O conceito de geodiversidade é relativamente recente, tendo começado a ser utilizado na década de 1990 e se consolidado ao longo dos anos subsequentes. Na literatura internacional, a geodiversidade tem sido especialmente aplicada aos estudos de geoconservação. De acordo com Gray (2004), o termo surgiu por ocasião da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido. Já para Kubalíková (2012), o termo geodiversidade teve origem na década de 1990, na Austrália, por Sharples, sendo inicialmente definido como a diversidade das feições e dos sistemas da Terra. Posteriormente, essa definição foi ampliada para incluir a diversidade geológica, geomorfológica, de solos, bem como de sistemas e processos. Nessa área, destaca-se a pesquisa voltada para a preservação do patrimônio natural, incluindo monumentos geológicos, paisagens naturais, sítios paleontológicos, entre outros.

Os autores apresentam diversas definições de geodiversidade, refletindo a complexidade e a amplitude do conceito ao longo dos anos. Veiga (1999) vê a geodiversidade como a expressão das particularidades do meio físico, incluindo rochas, relevo, clima, solos e águas, e como ela condiciona a morfologia da paisagem e a diversidade biológica e cultural,

além de focar na diversidade natural dos aspectos geológicos, relevo e solos. Stanley (2000) destaca a variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que formam o arcabouço que sustenta a vida na Terra.

A definição foi ganhando complementos. Nieto (2001) define como o número e variedade de estruturas e processos geológicos que sustentam a atividade biótica e aborda a geodiversidade em termos da variabilidade das características ambientais de uma área geográfica. Gray (2004) ampliou a visão para incluir a variedade natural de feições geológicas, geomorfológicas e de solos, bem como suas associações e interpretações. Koslowski (2004) inclui a variedade natural da superfície da Terra, abrangendo aspectos geológicos, geomorfológicos e de solos, tanto naturais quanto resultantes de atividades humanas. Finalmente, Brilha (2005) concentra-se em aspectos não vivos do planeta, englobando tanto os testemunhos geológicos do passado quanto os processos naturais atuais que geram novos testemunhos.

Veiga (1999, p. 98) destaca a importância do estudo das águas superficiais e subterrâneas dentro da geodiversidade. Para ele, a geodiversidade "expressa as particularidades do meio físico, abrangendo rochas, relevo, clima, solos e águas, tanto subterrâneas quanto superficiais, e influencia a morfologia da paisagem, bem como a diversidade biológica e cultural". O autor acredita que o estudo da geodiversidade é essencial para a gestão ambiental e para orientar as atividades econômicas.

O Serviço Geológico do Brasil, CPRM (2006), órgão governamental vinculado ao Ministério de Minas e Energia, define geodiversidade como o estudo do meio físico abiótico, que inclui uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que formam paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos e climas, e que proporcionam as condições para a vida na Terra. Silva (2008) afirma que a preservação geológica é fundamental para a biodiversidade, pois as rochas intemperizadas, juntamente com o relevo e o clima, contribuem para a formação dos solos e disponibilizam nutrientes essenciais para as plantas. Assim, o conceito de geodiversidade abrange a porção abiótica do ecossistema, essencial para a gestão ambiental e planejamento territorial.

### **2.1.2 Patrimônio Geológico (Geopatrimônio)**

O geopatrimônio ou patrimônio geológico é composto por elementos geológicos que são valiosos por seus aspectos científicos, culturais ou educativos. Embora o estudo do

patrimônio geológico seja separado da geodiversidade, eles estão inter-relacionados. O patrimônio geológico não define as diferentes classes de geodiversidade nem analisa sua variedade e distribuição, mas influencia a avaliação da sua qualidade e importância. Uma região com alta geodiversidade não necessariamente possui mais locais de interesse geológico do que uma região menos variada, embora geralmente uma maior geodiversidade possa levar a mais pontos de interesse. Contudo, a geodiversidade, ao revelar a variedade e a distribuição de suas características, pode também ser um valor patrimonial por si mesma (Urquí; Valsero; Martínez, 2008).

De acordo com Brilha (2016), o patrimônio geológico é um subconjunto da geodiversidade, consistindo em elementos que possuem alto valor científico, educacional, estético ou cultural. O geopatrimônio é uma parte da geodiversidade; no entanto, nem todos os elementos abióticos que compõem a geodiversidade são considerados patrimônio geológico. A Figura 2 ilustra esses conceitos.

Figura 2 - Diferença entre patrimônio geológico e elemento da geodiversidade



Fonte: Autor (2025).

Legenda: a) Cachoeira Véu das Noivas em Poços de Caldas (MG), exemplo de elemento da geodiversidade e patrimônio geológico;

b) Afloramento simples na Rodovia José Aurélio Vilela - BR 267 em Poços de Caldas (MG), exemplo de elemento da geodiversidade.

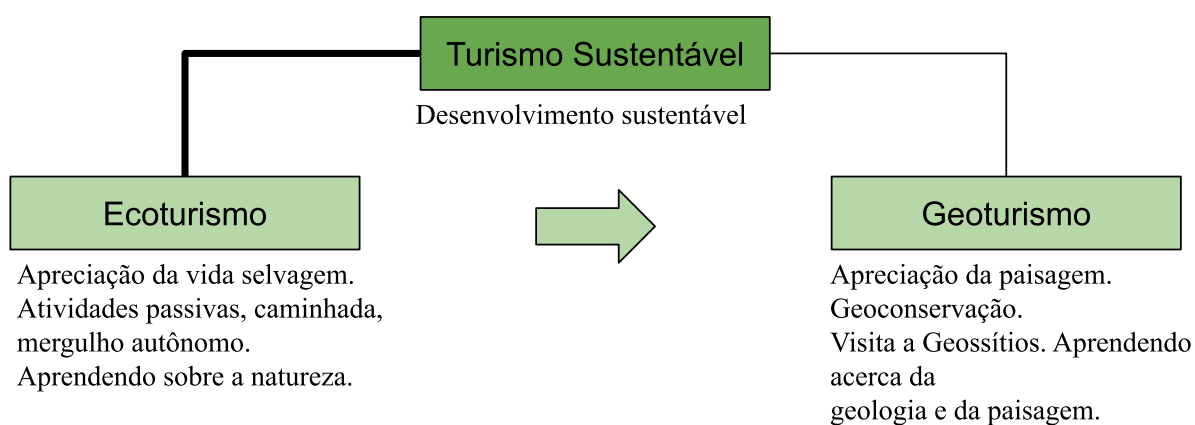
### 2.1.3 Geoturismo

O geoturismo, um segmento emergente do turismo sustentável, destaca-se por promover a valorização e conservação do patrimônio geológico e geomorfológico de uma região. Diferente das formas convencionais de turismo, o geoturismo busca integrar a educação ambiental com a exploração de paisagens geológicas, proporcionando aos visitantes a oportunidade de conhecer e compreender a história geológica da Terra, os processos naturais que moldaram os ambientes atuais e a importância da geoconservação (Moreira, 2014).

Segundo Mc Keever, Larwood e Prosser (2006, p. 187), o geoturismo é definido de maneira simples como “viajar para vivenciar, aprender e desfrutar do nosso patrimônio da Terra”. Ele está intimamente ligado à conservação do patrimônio geológico, pois o sucesso dessa conservação garante a presença dos recursos naturais que podem ser explorados e apreciados pelos turistas.

A relevância do geoturismo cresce em um cenário onde a conscientização ambiental e a busca por experiências de contato com a natureza se intensificam. Este tipo de turismo não apenas diversifica a oferta turística de uma região, mas também impulsiona a economia local de maneira sustentável, promovendo o desenvolvimento de geoparques e incentivando a participação comunitária na preservação de geossítios. O geoturismo, como esquematiza a Figura 3 é uma ramificação do ecoturismo que tem como base o turismo sustentável.

Figura 3 - Relações do Geoturismo com outras modalidades de turismo alternativo



Fonte: Adaptado de Dowling (2013).

### 2.1.3.1 Turismo sustentável

De acordo com Oliveira (2004) o turismo sustentável se destaca como uma alternativa para preservar tanto as heranças culturais das comunidades receptoras, isto é, da população que vive no local de turismo, quanto o meio ambiente. Ele promove a conservação cultural e melhora a qualidade de vida local, enfatizando a importância da gestão participativa. Além disso, busca respeitar a capacidade de carga dos destinos, utilizando a educação ambiental e a certificação de cuidados ambientais como ferramentas para garantir práticas conscientes.

Weaver (2007) afirma que a ideia de turismo sustentável foi influenciada pelo movimento ambientalista, principalmente durante as décadas de 1960 e 1970, e ganhou força com o Relatório Brundtland, em 1987, que popularizou o conceito de "desenvolvimento sustentável". Esse conceito foi posteriormente adaptado para o turismo, enfatizando a necessidade de minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios econômicos, sociais e culturais a longo prazo. A partir de então, o turismo sustentável passou a ser adotado por diversas organizações internacionais e acadêmicas, tornando-se um paradigma dominante no setor.

### 2.1.3.2 Ecoturismo

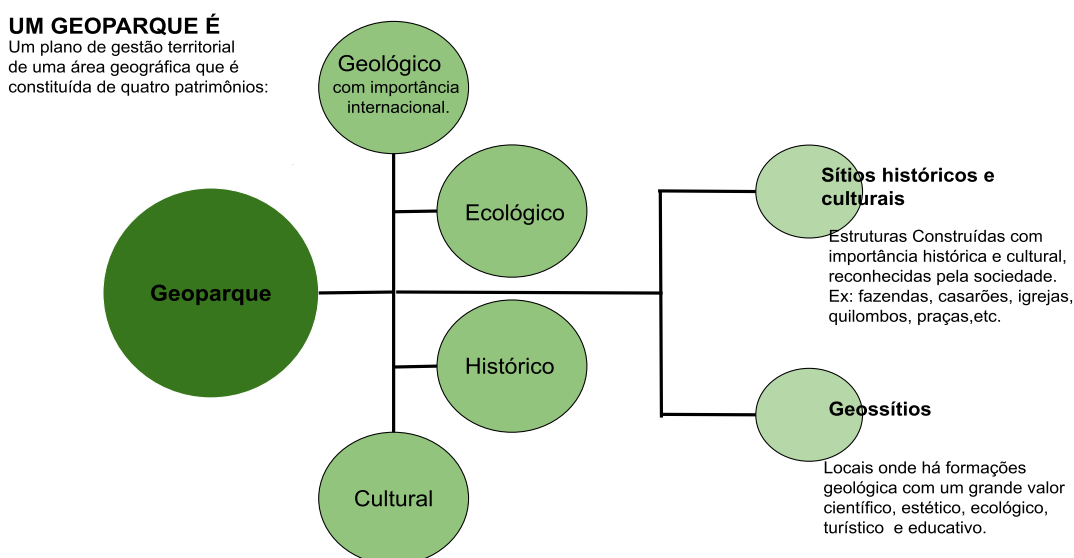
Ecoturismo é uma atividade turística cuidadosamente planejada, que pode envolver experiências naturais, históricas, botânicas ou arqueológicas, e que está alinhada com princípios ecológicos sólidos. O ecoturismo não deve causar danos ecológicos nem impactos negativos em parques nacionais ou em recursos de história natural. Essa filosofia busca que as empresas de viagem apoiem e utilizem os recursos locais, como operadores, hospedagens, guias e outros serviços turísticos, além de demonstrar um compromisso contínuo com programas de conservação e planejamento de longo prazo do destino (Sirakaya; Sasidharan; Sönmez, 1999).

De acordo com Pires (1998), o ecoturismo evoluiu de uma proposta de transformação do turismo convencional para uma expressão amplamente aceita, representando uma variedade de experiências que conectam turismo e meio ambiente, especialmente em ambientes naturais preservados e culturas locais. Embora seja considerado uma opção turística com motivações específicas, é importante expandir sua definição para reconhecer seu papel como um fator de agregação de interesses diversos, principalmente como alternativa para o desenvolvimento de conservação.

## 2.2 GEOPARQUES: PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E SUSTENTABILIDADE

O Geoparque é caracterizado por um patrimônio natural ligado às várias disciplinas relacionadas às Ciências da Terra. Pimentel, Pereira e Silva (2024) destacam a importância dos geossítios, que são a base de formação de um geoparque, sendo que só há projeto de geoparque com o inventário de seus geossítios. A Figura 4 traz a definição e os componentes do geoparque.

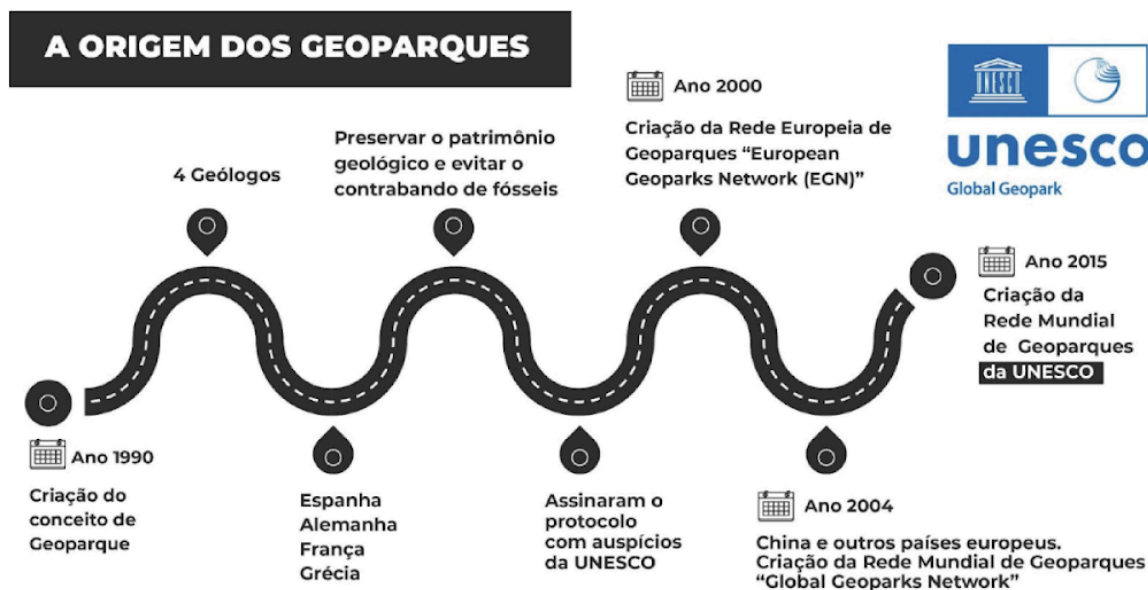
Figura 4 - Definição esquemática de geoparque



Fonte: Adaptado de Geoparque Uberaba (2024).

De acordo com Brilha (2012) a definição de geoparque surgiu a partir da Convenção de Digne-les-Bains, na França, em 1991, onde mais de 30 nações assinaram a “Declaração dos Direitos à Memória da Terra”, destacando a importância da proteção do patrimônio geológico. Em 2000, para preservar patrimônios geológicos ameaçados pelo contrabando de fósseis, geólogos de quatro países europeus estabeleceram a Rede Europeia de Geoparques (EGN). O projeto ganhou destaque internacional e, em 2004, a UNESCO e a União Internacional de Ciências Geológicas se uniram à iniciativa. Com o aumento da demanda, foi criada a Rede Mundial de Geoparques (GGN) para integrar representantes de países fora da Comunidade Europeia, como mostra o esquema da figura 5.

Figura 5 - Linha do tempo dos geoparques



Fonte: Adaptado de Geoparque Uberaba (2024).

O conceito de geoparque não possui suporte legal como uma Unidade de Conservação, o que permite maior liberdade na gestão e favorece o diálogo com as comunidades locais. Um geoparque vai além da conservação do patrimônio geológico, promovendo uma abordagem integrada que inclui educação, cultura, meio ambiente e turismo. Isso representa um desafio, pois muitas vezes as atividades na área não estão interligadas. A criação de um geoparque busca estabelecer conexões que formem uma identidade única do território, envolvendo uma equipe multidisciplinar de profissionais. A implementação deve começar em uma área limitada, como um município, e expandir conforme necessário. O apoio político local é crucial para garantir recursos e articular políticas de desenvolvimento eficazes (Brilha 2012).

Assim, de acordo com Dowling e Newsome (2018), esses geoparques oferecem às comunidades a chance de estabelecer parcerias sólidas, com o objetivo de destacar processos geológicos importantes da região, suas características, a compreensão de períodos históricos, temas relacionados à geologia ou a beleza geológica excepcional. Além disso, o desenvolvimento de geoparques, impulsionado pelo geoturismo, estimula o investimento local, gera novas oportunidades de negócios e empregos, e traz benefícios financeiros para as comunidades da região.

Em síntese, de acordo com a Unesco (2024 a), um geoparque tem como principais objetivos: preservar o patrimônio geológico para as futuras gerações por meio da geoconservação; educar e conscientizar o público sobre temas geológicos e ambientais; e promover a pesquisa nas geociências. Além disso, busca garantir o desenvolvimento

sustentável através do geoturismo, fortalecendo o vínculo da população com sua região, incentivando o respeito ao meio ambiente e fomentando a economia local com a criação de negócios, pequenas empresas, serviços de hospedagem e novas oportunidades de emprego. Também visa gerar novas fontes de renda para a comunidade e atrair investimentos privados.

O processo para a criação de um geoparque, de acordo com Geoparque Uberaba (2024), envolve diversas etapas que devem ser seguidas cuidadosamente, desde a concepção inicial do projeto até a obtenção do reconhecimento oficial pela UNESCO. No Quadro 2, a seguir, são detalhadas as fases principais para que uma área se torne oficialmente um geoparque, começando com a formulação do projeto, passando pelo status de aspirante e culminando com a avaliação final para a obtenção do selo de Geoparque pela UNESCO.

Quadro 2 - Etapas para se tornar um geoparque

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
Projeto	Primeira etapa do processo. Neste estágio, o geoparque é apenas uma proposta, caracterizada por iniciativas iniciais e articulações menores. Não houve ainda contato com representantes da UNESCO.
Aspirante	Segunda etapa do processo. Nessa fase, é necessário que o geoparque esteja em operação há pelo menos um ano. O projeto de geoparque é enviado pelo Itamaraty (Ministério das Relações Exteriores do Brasil) à UNESCO, que passa a conhecer a existência, as propostas e as intenções do projeto. Após essa etapa, o geoparque recebe o status de Aspirante à Geoparque.
Selo Geoparque	Terceira e última fase. A equipe do geoparque prepara um dossiê de candidatura, incluindo uma carta de interesse, e o envia ao Conselho Executivo Global de Geoparques da UNESCO entre 1º de outubro e 30 de novembro. A UNESCO designa dois avaliadores para realizar uma missão de campo de maio a agosto, custeada pelo geoparque aspirante, para verificar as informações do dossiê e o cumprimento do formulário de autoavaliação. Ao final, a UNESCO pode conceder a carta verde, que representa a aprovação, ou o cartão vermelho, indicando a recusa da proposta para se tornar membro da Rede Mundial de Geoparques da UNESCO.

Fonte: Adaptado de Geoparque Uberaba (2024).

### 2.2.1 Geossítio

Geossítios fazem parte de iniciativas de geoconservação, que visam preservar o patrimônio geológico e promover o geoturismo e a educação ambiental. Em projetos como os Geoparques, esses locais são integrados para destacar a importância do patrimônio geológico em conjunto com aspectos culturais, históricos e ecológicos da região, promovendo o desenvolvimento sustentável por meio da valorização e conservação da geodiversidade. Um

conjunto de geossítios em uma determinada área geográfica e contexto geológico pode formar um geoparque (Reverte *et al.*, 2019).

Um exemplo de geossítio é a Pedra Balão, como mostra a Figura 6, localizada em Poços de Caldas, pois possui um destaque atrativo no turismo da cidade, de acordo com Figueiredo *et al.* (2018) isso ocorre devido à sua forma arredondada e excêntrica, que lembra a imagem de um balão. Essa configuração peculiar é resultado de disjunções esferoidais, uma característica frequentemente observada nas rochas do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. As rochas que constituem o afloramento da Pedra Balão são o chibinito e o lujaurito, rochas alcalinas raras, com ocorrência limitada no mundo.

Figura 6 - Pedra Balão, exemplo de geossítio. Destaque para o chibinito, uma rocha rara



Fonte: Autor (2025).

Segundo Brilha (2016), os geossítios referem-se a locais específicos que têm valor científico e educativo, sendo importantes para a compreensão da história geológica da Terra. Eles são reconhecidos por sua relevância geológica, servindo como referenciais para estudos e pesquisas. Sítios de geodiversidade, por outro lado, incluem áreas que apresentam uma variedade de elementos geológicos e geomorfológicos, importantes para a geodiversidade, porém, correspondem a ocorrências que não têm valor científico significativo. Esses sítios de geodiversidade também podem ter um significado significativo para a identidade e a cultura das comunidades locais.

Marcos Nascimento destacou a importância de focar primeiro na identificação e proteção de geossítios como etapa inicial para a criação de geoparques. Ou seja, o foco inicial nos geossítios permite construir uma base sólida de geoconservação e reconhecimento científico antes de se avançar para a proposta de um geoparque<sup>3</sup>.

## 2.2.2 Rede Global de Geoparques

A *Global Geoparks Network* (GGN) é uma associação internacional sem fins lucrativos, estabelecida em 2014 sob a legislação francesa, e atua como parceira oficial da UNESCO para os Geoparques Mundiais. Fundada inicialmente em 2004, a GGN visa desenvolver melhores práticas e definir padrões de qualidade para locais que integram a preservação do patrimônio da Terra com o desenvolvimento econômico sustentável. As Redes e Fóruns Nacionais representam todos os membros do GGN em seus países, atuando como intermediários com autoridades nacionais e comunidades locais e organizando eventos sobre Geoparques (GGN, 2014).

Em 2001, a UNESCO reconheceu a Rede Europeia de Geoparques (REG) e autorizou a operação dos geoparques sob seus auspícios. Essa relação foi solidificada em 2004 com a Declaração de Madonie, que reconheceu a REG como representante da Rede Global de Geoparques Nacionais (RGGN) na Europa e como um modelo para outras redes regionais. A RGGN foi criada pela UNESCO em 2004 para promover o conceito de geoparques globalmente, após seu sucesso na Europa (Brilha, 2012).

Brilha (2012) ressalta os principais objetivos RGGN que incluem a conservação do patrimônio geológico, a educação da sociedade em geociências e questões ambientais, o desenvolvimento socioeconômico e cultural sustentável, a promoção da cooperação multicultural, o incentivo à pesquisa científica e a intervenção ativa na rede por meio do desenvolvimento de atividades comuns. Esses objetivos visam não apenas preservar recursos naturais, mas também fomentar um maior entendimento e valorização das geociências em nível global.

Atualmente, existem 195 Geoparques Globais da UNESCO em 48 países. Todos os Geoparques Globais da UNESCO são membros institucionais da Rede Global de Geoparques que completa 20 anos de fundação, a Figura 7 mostra o cartaz de comemoração do aniversário da instituição. As 16 áreas-chave dos Geoparques Globais da UNESCO incluem a

---

<sup>3</sup> Fala proferida no Ciclo de Palestras em Geoconservação e Geoturismo, organizado pela Universidade Federal de Alfenas, em Poços de Caldas, MG, em 17 de agosto de 2021.

preservação do patrimônio geológico, o desenvolvimento sustentável, a educação em geociências, a integração do patrimônio cultural, a conservação da biodiversidade e o engajamento comunitário. Além disso, promovem o geoturismo responsável, apoiam a pesquisa científica, mitigam as mudanças climáticas e reduzem riscos de desastres. Fomentam a cooperação multicultural, desenvolvem a economia local, realizam campanhas de conscientização, gerenciam recursos de forma sustentável, melhoram a experiência dos visitantes e incentivam a criação de redes e parcerias. (GGN, 2023).

Figura 7 - Cartaz de 20 anos da GGN com alguns geoparques da rede



Fonte: Adaptado de GGN (2023).

### 2.2.3 Geoparques no Brasil

Atualmente, o Brasil conta com seis Geoparques Mundiais da UNESCO. O primeiro a ser designado foi o Geoparque Araripe, no Ceará, em 2006. Em 2022, foram reconhecidos os geoparques de Seridó, no Rio Grande do Norte, e Caminhos dos Cânions do Sul, um geoparque interestadual que abrange os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Em 2023, foram incluídos os geoparques de Caçapava e Quarta Colônia, ambos localizados

no Rio Grande do Sul. Recentemente, foi designado o Geoparque de Uberaba, em Minas Gerais, que é o primeiro da região Sudeste (UNESCO, 2024 b).

Apesar do país ter seis geoparques mundiais, Rocha, Ferreira e Figueiredo (2017) afirmam que a criação e integração de geoparques à Rede Global de Geoparques ainda é pouco discutida, apesar de o país possuir diversos territórios propícios. Esse cenário é resultado de vários desafios, como a falta de planejamento específico, ausência de legislação adequada, educação patrimonial insuficiente e a falta de coordenação entre as entidades envolvidas. Para que a implementação dos geoparques seja bem-sucedida e alcance os objetivos da Rede Global de Geoparques e da UNESCO, é essencial o engajamento coletivo desde o planejamento até a promoção, criando uma rede de atividades integrada.

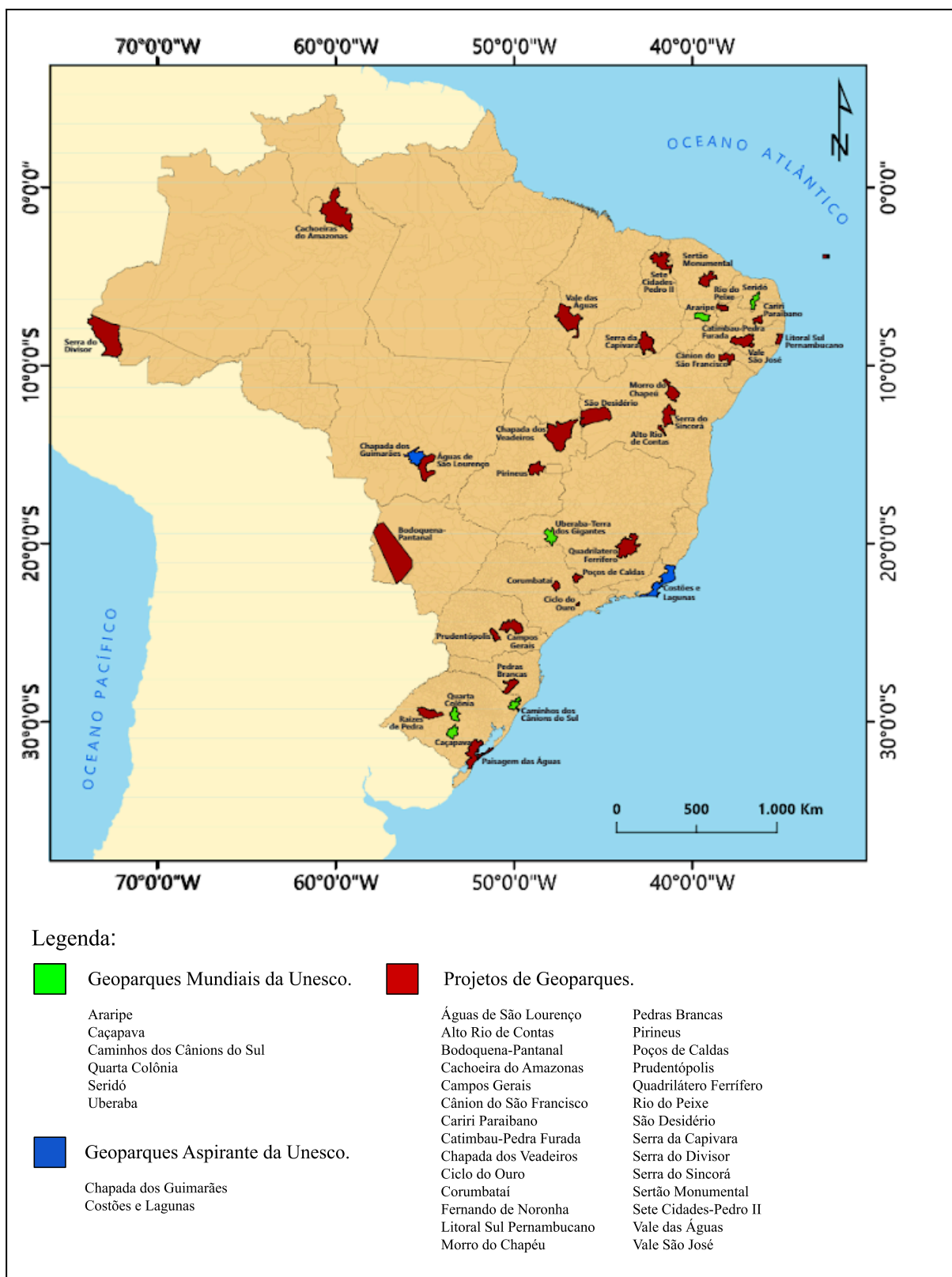
No Brasil, a ausência de uma política pública consolidada sobre geodiversidade, geopatrimônio e geoconservação reflete a falta de instrumentos legais claros. Especialistas defendem que a falta de imposição legislativa específica permite flexibilidade, mas outros destacam a necessidade de criar um marco jurídico para garantir a proteção desses territórios. Além disso, unidades de conservação, como monumentos naturais, oferecem um caminho legal, mas a falta de integração do conceito de geoparques no ordenamento jurídico impede uma abordagem mais eficiente e abrangente. Para avançar, seria fundamental inserir o conceito nos zoneamentos e planos regionais, estabelecendo bases legais que conciliem geoconservação e desenvolvimento econômico (Kuhn *et al.*, 2022).

O Projeto Geoparques, criado em 2006 pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), desempenha um papel fundamental na identificação e promoção de áreas com potencial para se tornarem geoparques no Brasil, seguindo os conceitos dos Geoparques Globais da Unesco. O projeto conta com a experiência técnica do SGB e com colaborações da comunidade científica e de entidades governamentais ou privadas, especialmente universidades. Embora o projeto seja um ponto de partida, a criação de um geoparque requer a implementação de uma estrutura de gestão, envolvendo autoridades públicas, comunidades locais e a iniciativa privada. A proposta tem recebido apoio de diferentes setores e já existem ações em andamento em várias regiões do país (SGB, 2024).

A Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) instaurou uma Comissão de Geoparques (CG) com o objetivo de divulgar informações acerca do cenário e das atividades dos geoparques junto à sociedade brasileira, órgãos governamentais e organizações de interesse comum, por meio da publicação em diversas plataformas: livros, artigos, *sites* e *folders*, por exemplo. Além de divulgar um relatório técnico de geoparques aspirantes e projetos no Brasil. A CG é formada por instituições de ensino e pesquisa, órgãos ou empresas e profissionais

autônomos. A figura 8 ilustra projetos e geoparques estabelecidos e aspirantes no Brasil (SBG, 2020).

Figura 8 - Projetos e Geoparques no Brasil



Fonte: Adaptado de Costa e Nascimento (2024).

### 2.2.3.1 Geoparque Araripe

O Geoparque Araripe, localizado no sul do Ceará, Brasil, abrange os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, com uma área de aproximadamente 3.789 km<sup>2</sup>. Esta região é rica em registros geológicos do período Cretáceo, apresentando uma diversidade paleontológica excepcional. (Geopark Araripe, 2006).

De acordo com a página eletrônica Geopark Araripe (2006), em 2005, uma proposta para integrar o Geopark Araripe à Rede Global de Geoparques da UNESCO foi submetida, sendo reconhecido em setembro de 2006 como o primeiro Geoparque das Américas.

### 2.2.3.2 Geoparque Seridó

O Geoparque Seridó está localizado no semiárido do nordeste brasileiro, na região centro-sul do Rio Grande do Norte. Abrange integralmente os municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas, Cerro Corá, Currais Novos, Lagoa Nova e Parelhas, que pertencem à mesorregião Central Potiguar e incluem áreas das microrregiões Serra de Santana e Seridó Oriental (Urca, 2022).

Jácome (2022) informa que o geoparque também abrange pesquisa científica e envolve várias instituições de ensino. Os pesquisadores identificaram dois grupos principais de formações geológicas na região: um formado por rochas que datam do pré-cambriano ao cambriano - 2,25 bilhões a 510 milhões de anos, conhecido como embasamento cristalino. E outro constituído por rochas sedimentares, vulcânicas e sedimentos, com idades variando do Cretáceo ao Quaternário - 130 milhões de anos aos dias. O geoparque é formado por 21 geossítios que representam uma parte significativa da geologia local.

### 2.2.3.3 Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul

O Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul está situado na região sul do Brasil, abrangendo dois estados e sete municípios, com uma área total de 2.830 km<sup>2</sup>. A população da região é de cerca de 74 mil habitantes e inclui os municípios de Cambará do Sul, Mampituba e Torres, no Rio Grande do Sul, além de Praia Grande, Morro Grande, Jacinto Machado e Timbé do Sul, em Santa Catarina (Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, 2024).

O território inclui planícies com praias e lagoas, além de um rico patrimônio geológico, que conta com numerosas paleotocas — abrigos subterrâneos escavados em arenitos por animais extintos há mais de 10 mil anos. Também se destacam as gravuras rupestres e a recente descoberta de troncos de árvores fossilizados na região. (Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, 2023).

#### 2.2.3.4 Geoparque Caçapava

O município de Caçapava do Sul possui uma condição única no Brasil para a criação de um Geoparque Global da UNESCO, devido à presença de antigas rochas sedimentares marinhas e continentais com mais de 500 milhões de anos, expostas em áreas de grande beleza cênica e relevância ecológica, como as Pedras das Guaritas e a Serra do Segredo. Além disso, os sedimentos dos arroios da região contêm fósseis de megafauna extinta, especialmente de preguiças gigantes. O local também abriga espécies vegetais raras e endêmicas do bioma pampa, juntamente com comunidades humanas tradicionais, incluindo indígenas, quilombolas e pecuaristas familiares, criando um cenário singular na América do Sul. (Geoparque Caçapava, 2023).

De acordo com a reportagem de Costa (2023), com rochas sedimentares marinhas e continentais que datam de mais de 500 milhões de anos, a cidade também abriga mais de 30 geossítios, destacando-se as Pedras das Guaritas e a Serra do Segredo.

#### 2.2.3.5 Geoparque Quarta Colônia

De acordo com as informações da página eletrônica Quarta Colônia (2023), o Geoparque Quarta Colônia está localizado na região central do Rio Grande do Sul, e é formado por nove municípios: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins.

A região se destaca por suas belas paisagens naturais, a abundância de água em rios e cachoeiras, a raridade dos fósseis que documentam mudanças ambientais dos últimos 250 milhões de anos, e a diversidade cultural resultante da convivência de povos nativos e estrangeiros (Quarta Colônia, 2024).

#### 2.2.3.6 Geoparque Uberaba

Para disputar o título, Uberaba apresentou uma proposta chamada “Terra de Gigantes”, fundamentada em três pilares: “Local onde Chico Xavier se destacou no espiritismo mundial”; “Capital Mundial do Zebu”; e “Terra dos Dinossauros no Brasil”, este último em função das pesquisas paleontológicas realizadas no bairro rural de Peirópolis. As diversas espécies de fósseis encontradas em Uberaba permitiram que Ribeiro, junto com a equipe técnica da CPRM, definisse a área do município como o Geoparque Uberaba. Esse território abrange 4.540,51 km<sup>2</sup>, uma dimensão comparável a outros geoparques na Europa. A integração do patrimônio geológico com os valores históricos e culturais de Uberaba contribuiu para a construção de uma identidade única para a região, alinhada aos objetivos dos geoparques segundo o conceito da UNESCO (Geoparque Uberaba, 2024).

#### 2.2.4 Projeto Geoparque Poços de Caldas

O Projeto Geoparque Poços de Caldas é uma iniciativa relevante para a conservação e valorização do geopatrimônio da Caldeira Vulcânica de Poços de Caldas, área marcada por rica geologia e paisagens notáveis, como cachoeiras, afloramentos e formações vulcânicas (brechas, tufos e depósitos piroclásticos). Esses elementos refletem a intensa atividade vulcânica da região e seu valor geocientífico. Souza Sardinha e Godoy (2019) analisaram 59 pontos de geodiversidade com base na qualidade ambiental. O estudo propôs estratégias alinhadas à legislação, recuperação de áreas degradadas e uso sustentável dos recursos, visando à geoconservação no futuro Geoparque.

Monteiro (2018) analisou o patrimônio geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, maior complexo alcalino da América Latina, identificando 12 geossítios com potencial geoturístico, científico e educativo. A pesquisa combinou revisão bibliográfica, consulta a especialistas e trabalho de campo, ressaltando a importância de preservar a ligação entre geologia e cultura local, mesmo sem um inventário completo da geodiversidade.

Mota *et al.* (2022) destacam o potencial do Projeto Geoparque Poços de Caldas para impulsionar o desenvolvimento regional por meio do geoturismo, da valorização cultural e do engajamento social. Com ampla geodiversidade, o município apresenta condições favoráveis à geoconservação, tornando o geoparque uma iniciativa promissora. A criação do geoparque é vista como uma oportunidade para promover o geoturismo e a cultura local, além de estimular o engajamento social e uma cidadania mais consciente.

O apoio institucional é essencial para a preservação do patrimônio geológico. Em 2019, Vinícius Novaes apresentou a proposta do Geoparque Poços de Caldas ao Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Cultural e Turístico de Poços de Caldas, destacando a importância de envolver o público e conservar as características geológicas da região. Foi também mencionada a elaboração de um dossiê e um inventário geológico. O conselho apoiou a proposta, desde que sem custos financeiros (Poços de Caldas, 2019).

Nossa equipe de trabalho, do Grupo de Pesquisa em Recursos Minerais, desenvolveu uma série de estudos ligados à geodiversidade de Poços de Caldas. Mendes, Monteiro e Souza (2022) levantaram o potencial do geoturismo na cidade. Carbonari (2022) fez um levantamento de informações geológicas, ambientais e turísticas para elaboração de um mapeamento do geoparque digital de Poços de Caldas. Gonçalves e Ribeiro (2023) destacaram a história da mineração no planalto. Piza e Brabo (2023) caracterizam os potenciais geossítios da caldeira vulcânica de Poços de Caldas.

Foram realizadas também Iniciações Científicas relacionadas ao projeto de geoparque. Simões (2016) coletou informações sobre os pontos de interesse e a elaboração de painéis informativos, com base nas características geoambientais da região. Marques (2016) trabalhou na elaboração e confecção de painéis de divulgação geocientífica no âmbito do geossítio de Poços de Caldas - MG. Reis (2016) estudou o geoprocessamento e mapeamento das informações do roteiro do geoparque no município de Poços de Caldas.

Esse conjunto de estudos e iniciativas evidenciam o valor estratégico do Projeto Geoparque Poços de Caldas, não apenas como ferramenta de conservação ambiental e geológica, mas também como um promotor do desenvolvimento sustentável e atrativo turístico da região.

## 2.3 ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO GEOLÓGICO

### 2.3.1 Poços de Caldas-MG

O município de Poços de Caldas está localizado no sudoeste do estado de Minas Gerais, na divisa com o estado de São Paulo, como mostra a Figura 9, sendo o principal pólo socioeconômico da região. Por rodovia, fica a 468 km da capital Belo Horizonte, 261 km da cidade de São Paulo e 487 km do município do Rio de Janeiro, possui uma altitude média de 1300 metros. A maior parte de sua área situa-se sobre um planalto composto por montanhas,

campos, morros e vales. Destaca-se a Serra de São Domingos, a 1.686 metros do nível do mar, onde está situado o Parque do Cristo Redentor (Poços de Caldas, 2017).

Figura 9 - Localização de Poços de Caldas no Sudeste brasileiro



Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2024).

Legenda: Localização do município de Poços de Caldas em relação às capitais da Região Sudeste e à capital federal, com a indicação das respectivas distâncias lineares. A ausência de escala na ilustração justifica-se pelo caráter representativo do mapa, cuja finalidade é demonstrar, de forma aproximada, a posição relativa entre as localidades mencionadas.

A cidade é um cenário propício para estudos geológicos devido à sua rica diversidade de formações rochosas e recursos minerais. Do alto do Parque do Cristo (Figura 10), na Serra de São Domingos, é possível observar a geomorfologia da cidade, tendo como referência, os contornos das bordas de vulcões, que demonstram o vulcanismo que ocorreu na região durante o Cretáceo, resultando na presença de rochas extrusivas, assim como a existência de intercalações de traquitos e brechas vulcânicas (Alves *et al.*, 1975).

Figura 10 - Parque do Cristo, destaque da geomorfologia de Poços de Caldas-MG



Fonte: Autor (2025).

Legenda: Vista panorâmica da cidade.

### 2.3.2 Complexo Alcalino de Poços de Caldas

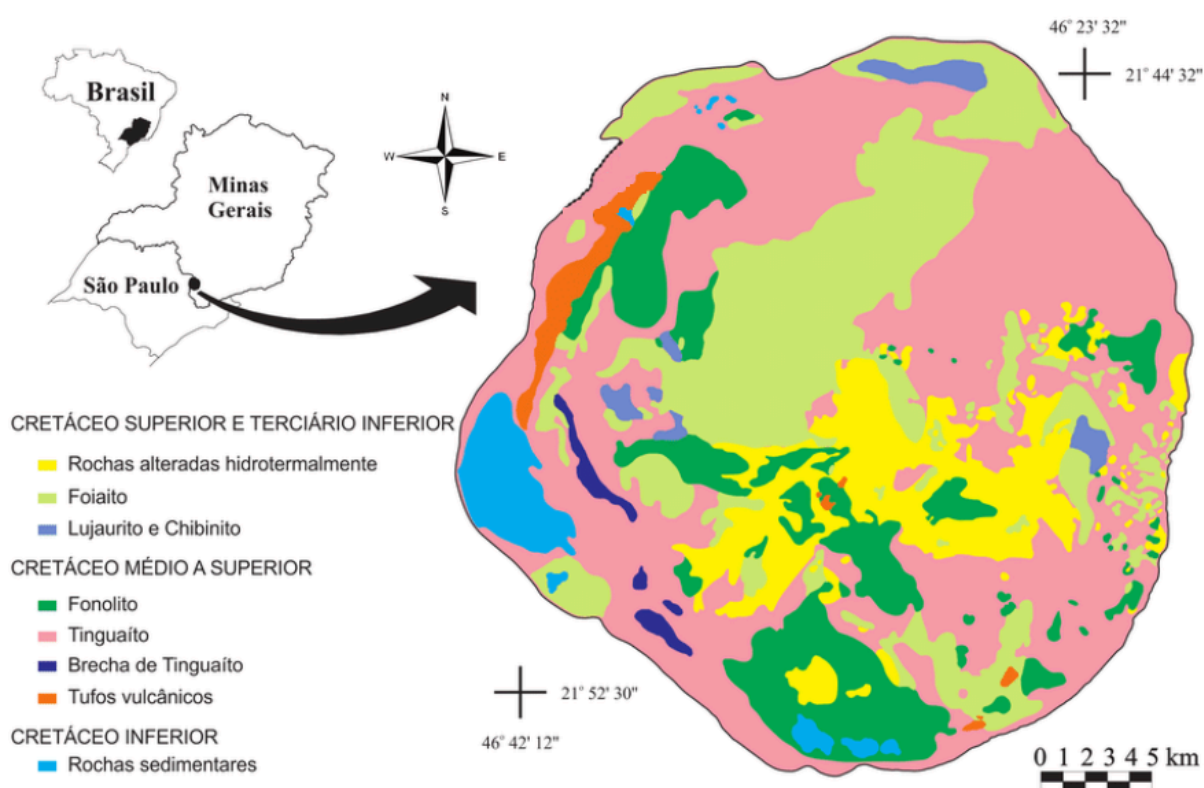
A história geológica de Poços de Caldas está associada ao Maciço Alcalino, formado no Cretáceo durante a fragmentação do Gondwana e abertura do Atlântico Sul, quando magmas ricos em álcalis predominaram, criando rochas como nefelina sienitos e tinguaítos. Posteriormente, processos hidrotermais alteraram essas rochas, formando minerais como pirita e sericita, além de depósitos de urânio, caldasito e terras raras. No Cenozóico, intensa erosão e alteração supergênica transformaram minerais primários em argilas, bauxita e óxidos metálicos, moldando a paisagem atual e destacando o maciço como uma área rica em recursos minerais e importante para estudos geológicos (Grohmann; Riccomini; Alves, 2007).

O Complexo é descrito por Ulbrich, Vlach, Ulbrich Mabel e Kawashita (2002) como uma estrutura circular, com um diâmetro médio de aproximadamente 33 km, situado no sudeste do Brasil. É o maior complexo alcalino conhecido na América do Sul e se formou durante a separação das placas sul-americana e africana, durante o Cretáceo. De acordo com Schorscher e Shea (1992) o complexo é composto por rochas vulcânicas e plutônicas alcalinas, principalmente fonolitos e sienitos nefelínicos, que apresentam quantidades médias

de urânio (U), tório (Th) e elementos de terras raras (REEs). A evolução do complexo começou com vulcanismo, seguido pela subsidência de caldeiras e intrusões de sienitos nefelínicos.

Os tinguaítos, que correspondem aos fonólitos hipoabissais, constituem a maior parte das rochas expostas no Complexo Alcalino de Poços de Caldas, como mostra a Figura 11. Essas rochas apresentam uma coloração acinzentada. Em algumas amostras, é possível observar a presença de amígdalas e vênulas. Texturalmente, os tinguaítos são rochas equigranulares e porfíricas, com grãos mais grossos em comparação aos fonólitos de origem vulcânica (Sardinha *et. al*, 2018).

Figura 11 - Litologia do Complexo Alcalino de Poços de Caldas



Fonte: Adaptado de Ellert (1925), Ulbrich (1984 *apud* Sardinha *et al.*, 2018).

Holmes, Pitty e Noy (1992) descrevem os estágios evolutivos da caldeira. Inicialmente, ocorre o levantamento regional do embasamento e falhamento, resultantes da atividade em uma câmara magmática subjacente. Isso é seguido por um período de intensa atividade vulcânica, com emissão de lava e explosões em múltiplos ventos. Após essas erupções, a caldeira colapsa devido a mudanças na câmara magmática, acompanhada de subsidência causada por tectonismo. Em seguida, um novo levantamento se inicia, com intrusões ao longo de fraturas radiais e circulares formadas anteriormente. O vulcanismo de

fratura anelar se torna predominante, e finalmente, intrusões adicionais ocorrem, acompanhadas de atividade hidrotermal e processos pós-magmáticos, como a brecha e a formação de fontes termais. Essa evolução geológica complexa moldou a paisagem atual da caldeira.

Há 80 Ma, em conformidade com Schorscher e Shea (1992), a região passou por uma intrusão, onde rochas alcalinas foram incorporadas ao material existente. Com o intenso movimento das rochas e do magma expulso durante a erupção vulcânica, a área foi elevada a mais de 500 metros acima do nível do mar. Com o passar do tempo, essas rochas esfriaram e o centro do vulcão colapsou, formando uma grande cratera que originou o que hoje conhecemos como o Planalto de Poços de Caldas. As "serras" que predominam na paisagem são, na verdade, as bordas da caldeira vulcânica.

### 2.3.3 Pedreira Bortolan

A bortolanita  $\text{Ca}_2(\text{Ca}_{1.5}\text{Zr}_{0.5})\text{Na}(\text{NaCa})\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{FO})\text{F}_2$  é um mineral que recebe este nome em homenagem à procedência: Pedreira Bortolan, maciço de Poços de Caldas. De acordo com Maxwell *et.al* (2022), a nova espécie mineral e seu nome foram aprovados pela Comissão de Novos Minerais, Nomenclatura e Classificação da Associação Mineralógica Internacional (IMA). É um novo mineral do grupo da rinkita, um sorossilicato de fórmula química  $(\text{Ce}) - (\text{Ca}_3\text{Ce})\text{Na}(\text{NaCa})\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OF})\text{F}_2$ . A pedreira do Bortolan, de acordo com o Maps (2024), se localiza na Zona Oeste do município, há aproximadamente 10 km do Centro da cidade, tendo acesso pela Avenida João Pinheiro, que liga a região central à Rodovia José Aurélio Vilela (BR 267), como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Localização da pedreira Bortolan (PB)



Fonte: Adaptado de Maps (2024).

Ulbrich e Pucci (1978) descrevem que a Pedreira Bortolan (Figura 13), escavada em tinguaiços, possui uma mineralogia rica e diversificada, com minerais principais como feldspato alcalino, nefelina, sodalita (provável), aegirina, rinkolita e um mineral semelhante à clinozoisita, além de alterações para zeólitos. A rocha também apresenta intercrescimento de pseudo-leucita. Nos pegmatóides e geodos, observa-se uma concentração mineral diferenciada, como feldspato alcalino, nefelina, aegirina, eudialita e natrolita. Já nos geodos, presentes tanto associados aos pegmatóides quanto isolados, encontram-se natrolita, analcima, pectolita, rinkolita, villiaumita, fluorita, calcita, paligorsquita, pirita, apofilita, estroncianita, aegirina, astrofilita e feldspato alcalino.

Figura 13 - Vista aérea da pedreira Bortolan, sem escala



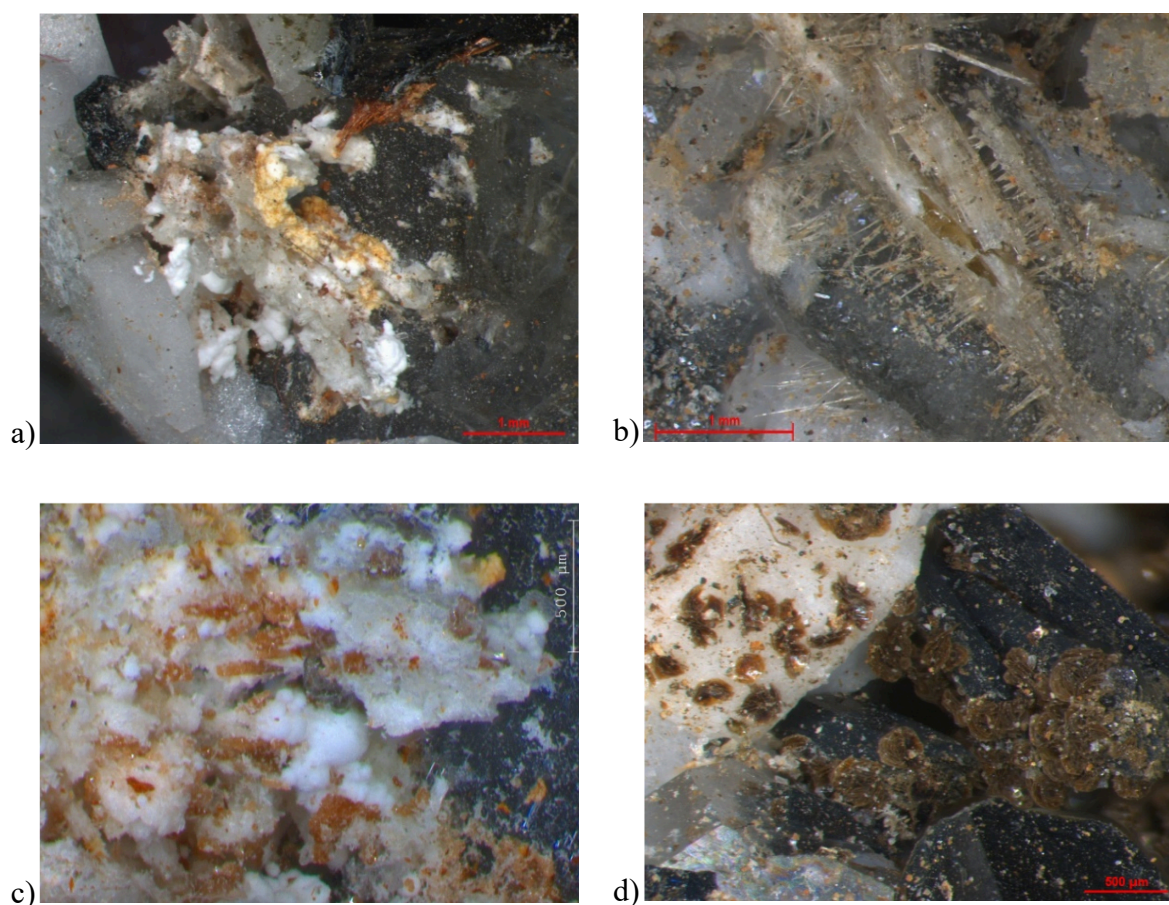
Fonte: Azzi (2019, p. 14).

No estudo de Tsugawa e Atencio (1997), os pesquisadores investigaram minerais raros, e até então, ainda não totalmente caracterizados na Pedreira Bortolan. O local, segundo a pesquisa, é rico em fonólitos (tinguaiços), com silicato de metais raros, óxidos, carbonatos e fluoretos. Os minerais se formam em zonas de percolação, onde fluidos ricos em elementos incompatíveis se acumulam, criando segregações pegmatóides e cavidades com mineralogia variada. As análises, realizadas por difração de raios X e espectroscopia, revelaram a presença de minerais raros, como chamosita  $((\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{O})_8)$ , minerais do grupo

da rinkita (segundo as análises petrográficas, hainita  $(\text{Na}_2\text{Ca}_4(\text{Y,REE})\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{OF}_3)$ , gotzenita  $(\text{Ca}_2(\text{Ca,Na})_2\text{Ca}_2\text{NaTi}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2\text{F}_2\text{F}_2)$ , rosenbuschita  $(\text{Zr}_2\text{Ca}_2(\text{Na,Ca})_4\text{Ca}_4\text{Na}_2\text{ZrTi}(\text{Si}_2\text{O}_7)_4\text{F}_4\text{O}_4)$  e grenmarita  $((\text{Zr,Mn})_2(\text{Zr,Ti})(\text{Mn,Na})(\text{Na,Ca})_4(\text{Si}_2\text{O}_7)_4(\text{F,O})_4)$ , ainda pouco descrito), taperssuatsiaita  $(\text{Na}_2(\text{Fe}^{3+};\text{Mn}^{2+})_3\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ , além de minerais comuns como natrolita  $(\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  e pectolita  $(\text{NaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH}))$ .

Christofolletti e Atencio (2010), através da difração de raios X, determinaram alguns minerais que compõem os tinguaiços da pedreira, como por exemplo, microclínio  $(\text{KAlSi}_3\text{O}_8)$ , natrolita, catapleíta  $((\text{Na,Ca})_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ , egirina  $(\text{NaFe}^{3+}\text{Si}_2\text{O}_6)$ , e outros minerais. Segundo Azzi (2019) mais de 50 minerais foram caracterizados nas rochas da pedreira e quatro novas espécies minerais foram encontradas, como mostra a Figura 14.

Figura 14 - Novas espécies de minerais encontradas na pedreira Bortolan



Fonte: Adaptado de Azzi (2019).

Legenda: a) Polezhaevaíta-(La);

b) Britolita-(La);

c) Ferricerita-(Ce);

d) Mineral desconhecido do grupo das micas.

### 2.3.4 Pedreira Novo Mundo

A Pedreira Novo Mundo localiza-se, de acordo com o Maps (2024), na avenida Montevideú, no bairro residencial Jardim Novo Mundo (Figura 15). Não foram encontrados estudos científicos específicos sobre a pedreira. Mas pesquisas gerais sobre o maciço, como Schorscher e Shea (1992) e Ulbrich *et al.* (2002), mostram que a área também é formada por tinguaiños. Porém, diferentemente da Pedreira Bortolan, não há registros na literatura sobre presença de minerais raros.

Figura 15 - Localização da pedreira Novo Mundo (PNM)



Fonte: Adaptado de Maps (2024).

Em Poços de Caldas (MG), foi criado um abaixo-assinado com o intuito de transformar uma área situada na Avenida Montevideú, no bairro Jardim Nova Europa, em um novo "Parque Municipal da Pedreira". A proposta surgiu devido à conexão emocional e histórica dos moradores com o local, que se destaca por suas características naturais, como paredões de rocha e um espelho d'água cristalino. Originalmente planejada como "equipamento comunitário" durante a construção do bairro, a área encontra-se atualmente abandonada. O objetivo do abaixo-assinado é solicitar a criação de uma lei para estabelecer o parque, recuperando a paisagem original e promovendo um espaço de convivência e lazer com infraestrutura adequada. Em 24 horas, o documento já havia alcançado 100 assinaturas (Abaixo-assinado [...], 2024).

## 2.4 ENCERRAMENTO DE ATIVIDADES EM PEDREIRAS: REVISÃO DE PRÁTICAS E DESDOBRAMENTOS

De acordo com Domenici (2016), muitas áreas de mineração foram degradadas e abandonadas devido à falta de regulamentação que exigisse medidas de restauração ambiental por parte das empresas mineradoras. Isso resultou em numerosas minas inativas no país, sem a implementação de ações para mitigar os impactos ambientais causados por suas operações. As pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo entram nesse contexto, sendo que suas operações de mineração terminaram antes da legislação estabelecer o Fechamento de Mina como parte do projeto de um empreendimento mineiro.

Embora exista a exigência de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) desde 1989, e os deveres do cidadão estejam estabelecidos na Constituição Federal de 1988, que obriga a recuperação de áreas degradadas por quem as danificar, somente em abril de 2021 a Resolução n.º 68 foi aprovada. Essa resolução trata do Plano de Fechamento de Mina, impondo obrigações aos mineradores para recuperar as áreas com vistas ao uso futuro, sendo obrigatória para todos os empreendimentos minerais (Barbosa, 2021).

No contexto estadual, segundo Domenici (2016), Minas Gerais se destaca como o único estado brasileiro a ter uma regulamentação específica sobre o fechamento de minas. Desde 2008, a Deliberação Normativa 127, do Governo de Minas, exige que as mineradoras apresentem um Plano Ambiental de Fechamento de Mina (Pafem) com dois anos de antecedência em relação à data prevista para o fechamento. Além disso, há um prazo de 180 dias para que a empresa forneça um Relatório Circunstanciado após a suspensão das atividades, no qual deve apenas comunicar a interrupção e listar as medidas de proteção a serem adotadas. Contudo, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) reconhece que essa legislação frequentemente não é cumprida. Em uma declaração, o órgão afirmou que "as diretrizes não têm sido seguidas pelos empreendedores, assim como o encerramento adequado das atividades minerárias com a execução do Pafem ou Prad" (Domenici, 2016).

Além da implementação de planos de recuperação, é fundamental que haja um engajamento ativo das comunidades locais no processo de fechamento das pedreiras. Muitas vezes, as comunidades que vivem ao redor dessas áreas têm um profundo conhecimento sobre o ecossistema local e podem contribuir significativamente para a recuperação da vegetação e da fauna. Iniciativas de revitalização que envolvem a participação da população não apenas promovem um sentimento de pertencimento e responsabilidade, mas também garantem que as soluções adotadas sejam mais adequadas às condições e necessidades específicas da região. A

educação ambiental e a conscientização sobre a importância da recuperação dessas áreas são essenciais para fomentar um compromisso coletivo com a preservação do meio ambiente (Figueiredo, 2022).

Por fim, a transição das pedreiras para novos usos, como áreas de lazer, turismo ou reservas ambientais, pode oferecer benefícios econômicos e sociais às comunidades circunvizinhas. Para Barbosa (2021) o desenvolvimento de projetos que transformem esses espaços degradados em locais de visitação ou práticas sustentáveis pode gerar novas oportunidades de emprego e promover a valorização do patrimônio natural. A adoção de uma abordagem integrada que considere não apenas a recuperação ambiental, mas também o desenvolvimento social e econômico, é crucial para garantir que o fechamento de pedreiras se traduza em um legado positivo para as gerações futuras.

#### **2.4.1 Parques ecológicos e geológicos em pedreiras**

Parques ecológicos e geológicos em pedreiras representam uma abordagem inovadora para a recuperação de áreas degradadas. Esses espaços podem oferecer diversas oportunidades de preservação ambiental e educação. Há exemplos práticos tanto no Brasil quanto no exterior que demonstram a viabilidade e os benefícios dessa iniciativa. A seguir serão abordados alguns desses exemplos e como eles contribuem para a recuperação e valorização do meio ambiente.

##### **2.4.1.1 Parque Geológico do Varvito**

O Parque do Varvito, como mostra a Figura 16, inaugurado em 23 de julho de 1995 em Itu, São Paulo, ocupa uma área de 44.346 km<sup>2</sup> e é o mais importante afloramento de varvito da América do Sul, reconhecido como Monumento Geológico do Estado. O varvito, uma rocha formada por processos glaciais há cerca de 280 milhões de anos, evidencia a relevância histórica e geológica da região, tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (Condephaat) em 1997 (Furlan *et al.*, 2015).

Figura 16 - Parque Geológico do Varvito



Fonte: Autor (2025).

#### 2.4.1.2 Estádio Municipal de Braga

Construído para sediar o campeonato de futebol Euro 2004, na cidade de Braga, Portugal, o Estádio Municipal de Braga é um exemplo inovador de aproveitamento de uma pedreira. A estrutura do estádio foi erguida diretamente na rocha, com seu suporte feito de granito em estado bruto. Graças à sua localização e à integração com o ambiente, o estádio é popularmente conhecido como “A Pedreira”, Figura 17. O projeto, desenvolvido pelo arquiteto Eduardo Souto de Moura, recebeu vários prêmios, incluindo o Prêmio Secil de Arquitetura 2004 e o FAD de Arquitetura 2005 (Furtado; Quinaz; Basto, 2018).

Figura 17 - Estádio Municipal de Braga



Fonte: Adaptado de Furtado, Quinaz e Basto (2018).

### 2.4.1.3 Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya

O Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya, Figura 18, foi inaugurado em 2004, na cidade de Ribeirão Preto (SP). Foram implantadas cachoeiras artificiais em antigas frentes de lavra, lagos e pistas de caminhada, tornando-se um espaço de lazer e para atividades esportivas. O basalto de Ribeirão Preto como parte dos derrames de lava da Formação Serra Geral, de origem cretácea, pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná. Esse basalto, de natureza básica, resultou do extravasamento de magma através de fissuras na crosta terrestre. A cidade apresenta vários afloramentos naturais de basalto, que são uma característica importante da paisagem geológica local. Além disso, antigas pedreiras de basalto desativadas foram transformadas em parques municipais, destacando a relação entre o patrimônio natural e construído (Del Lama *et al.*, 2023).

Figura 18 - Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya



Fonte: Autor (2025).

### 2.4.1.4 Ópera de Dalhalla

A Ópera de Dalhalla é um teatro ao ar livre localizado em uma antiga pedreira de calcário, na região de Rättvik, Suécia. Dalhalla é conhecida por sua acústica excepcional, que faz do local um destino popular para apresentações musicais, especialmente de ópera e concertos. A pedreira, Figura 19, desativada nos anos 1990, foi transformada em um anfiteatro natural com uma capacidade de cerca de 4.000 espectadores. O espaço foi inaugurado em 1995 e é cercado por altas paredes de calcário, o que proporciona um cenário dramático e uma acústica naturalmente única, permitindo que o som ressoe de forma clara e

poderosa. O palco está situado em uma plataforma sobre um lago artificial, o que adiciona um visual cênico ao ambiente (Powell, 2023).

Figura 19 - Ópera de Dalhalha



Fonte: Adaptado de Powell (2023).

#### 2.4.2 Painéis interpretativos

Os painéis interpretativos são uma das principais estratégias de interpretação ambiental utilizadas nas unidades de conservação em todo o mundo. Suas vantagens incluem a capacidade de atender a vários visitantes simultaneamente, baixo custo de manutenção, facilidade de uso e a combinação de imagens e textos. Além disso, esses painéis ajudam os visitantes a se orientarem e dispensam a necessidade de supervisão, como a presença de guias (Pacheco; Brilha, 2014).

Os painéis desempenham um papel crucial ao educar os visitantes sobre a história, geologia e ecologia da região, promovendo a conscientização sobre a preservação do patrimônio natural e cultural. Eles tornam a informação acessível a diversos públicos, desde turistas até acadêmicos, contribuindo para a valorização do turismo e a economia local. Além disso, estimulam a pesquisa e podem inspirar um maior interesse pelo meio ambiente e pela ciência, incentivando ações positivas em relação à natureza. Dessa forma, os painéis são uma ferramenta valiosa para a educação, a conservação e o turismo sustentável (Mansur; Silva, 2009).

A seguir, alguns exemplos demonstram como os painéis interpretativos podem tornar a geologia acessível e interessante, promovendo a educação ambiental e a conservação dos recursos naturais.

O projeto "Caminhos Geológicos", no estado do Rio de Janeiro, inclui a criação de roteiros que exploram formações geológicas significativas, paisagens naturais e contextos

históricos. Por meio de trilhas e visitas guiadas, o projeto oferece aos participantes a oportunidade de aprender sobre a formação do território fluminense, os processos geológicos em ação e a importância da conservação ambiental. Para isso, os painéis interpretativos, como mostra a Figura 20, são exemplos do uso de ferramentas educativas que facilitam a compreensão dos conceitos geológicos (Mansur; Silva, 2009).

Figura 20 - Painéis interpretativos do projeto Caminhos Geológicos



Fonte: Adaptado de Mansur e Silva (2009).

No Parque Geológico do Varvito, em Itu - SP, os painéis apresentam informações sobre a formação do varvito, um tipo de rocha sedimentar que se caracteriza por suas camadas distintas, resultantes de processos naturais ao longo de milhões de anos. Esses painéis, conforme a Figura 21, explicam não apenas a geologia local, mas também o contexto histórico e os processos que moldaram a paisagem. Combinando textos informativos e imagens ilustrativas, os painéis ajudam os visitantes a compreenderem a importância da

conservação do patrimônio geológico e a interligação entre os elementos naturais e a cultura da região (Mansul *et al.*, 2013).

Figura 21 - Painéis informativos do parque geológico do Varvito



Fonte: Autor (2025).

Os painéis interpretativos do Monte Wilkołak, localizado no Geoparque da Terra dos Vulcões Extintos, no sudoeste da Polônia, desempenham um papel fundamental na educação ambiental e na valorização geológica da região. Esses painéis, como mostra a Figura 22, oferecem informações sobre a formação geológica local, destacando a história dos vulcões extintos e as características do basalto encontrado na área. Combinando textos acessíveis e ilustrações atraentes, os painéis ajudam os visitantes a entenderem não apenas a geologia, mas também a biodiversidade e a cultura local (Migoń; Pijet-Migoń 2024).

Figura 22 - Painéis interpretativos do Monte Wilkołak, localizado no Geoparque da Terra dos Vulcões Extintos, no sudoeste da Polônia



Fonte: Migoń e Pijet-Migoń (2024, p. 14).

Legenda: a) Série de painéis apresentando a história do Monte Wilkołak e da extração das rochas;  
b) e c) Dois painéis exemplares.

### 2.4.3 Pedreiras com potencial para ser geossítio

As pedreiras com potencial para se tornarem geossítios, de acordo com Brilha (2005), são locais que apresentam características geológicas significativas, podendo incluir formações rochosas, fósseis ou processos geomorfológicos de relevância científica, educativa ou cultural. A seguir, serão abordadas algumas pedreiras como exemplos de instalação de geossítios.

Em Assistência, distrito de Rio Claro - SP, está localizada uma pedreira de calcário, em que já se encerraram as atividades de mineração, como se vê na Figura 23. A proposta de um parque geológico para a área minerada da Formação Irati, visa proteger elementos de alto valor geológico. O projeto transforma os taludes resultantes da lavra em atrativos que exibem a estratigrafia local, rochas e fósseis. Inclui a instalação de uma rampa para acessibilidade, permitindo a observação detalhada da geodiversidade. A Partecal, empresa responsável pela extração, realiza a recomposição topográfica e o reflorestamento. A gestão da área ficará a cargo da Prefeitura de Rio Claro e da Unesp, que planejam usar o local para educação e pesquisa. O parque deverá futuramente se tornar um centro de interpretação dentro do Geoparque Corumbataí, um projeto que está em desenvolvimento (Kolya *et al.*, 2018).

Figura 23 - Pedreira de calcário em Rio Claro (SP) em preparação para se tornar um parque geológico e geossítio do Geoparque Corumbataí



Fonte: Autor (2025).

Legenda: Vista panorâmica de uma parte da pedreira, sem escala.

A antiga pedreira de Itamambuca, localizada na Praia de Itamambuca, é uma importante área de extração de charnockito, conhecido como Granito Verde Ubatuba. Este local, descrito como geossítio de Ubatuba, é significativo para a história econômica e social do município e representa eventos da fase de aglutinação do Supercontinente Gondwana. A partir da criação do Parque Estadual da Serra do Mar em 1977, a extração foi proibida, gerando impactos econômicos e sociais na região. Hoje, na Praia de Itamambuca, permanecem remanescentes da pedreira, com blocos que apresentam marcas de explosivos utilizados na extração. A área também possui afloramentos e matacões de charnockito, além de um painel informativo sobre o Granito Verde Ubatuba, conforme a Figura 24 (Arruda; Garcia; Del Lama, 2017).

Figura 24 - Antiga Pedreira de Itamambuca



Fonte: Arruda, Garcia e Del Lama (2017, p. 31).

Legenda: a) Ruínas da antiga pedreira;

b) Blocos de charnockito;

c) Marcas de explosivos nas rochas;

d) Painel com informações da rocha.

A antiga pedreira Rio Doce, Figura 25, situada no bairro Joana D'Arc em Vitória, Espírito Santo, é um local de grande importância histórica, geológica e cultural, conhecida pela extração de granito que contribuiu significativamente para a construção civil da região.

Com sua desativação, a área passou por processos de recuperação ambiental, incluindo a reabilitação do solo e a restauração da vegetação nativa. Atualmente, a pedreira tem potencial para se tornar um espaço educativo e de turismo sustentável, promovendo atividades que valorizem o patrimônio geológico e ofereçam lazer à comunidade. Iniciativas de requalificação urbana visam transformar a pedreira em um local de convivência, com trilhas e áreas para atividades ao ar livre (Vieira, 2019).

Figura 25 - Lagoa na Pedreira Rio Doce



Fonte: Adaptado de Tour [...] (2016).

Diante dos conceitos explorados ao longo da revisão bibliográfica, que abrangem desde os fundamentos da geoconservação e do geoturismo até experiências bem-sucedidas de requalificação de pedreiras e a contextualização geológica da área de estudo, torna-se possível estabelecer as bases teóricas e técnicas para a condução da presente pesquisa. Assim, a metodologia adotada neste trabalho foi estruturada de forma a integrar os referenciais discutidos com procedimentos práticos voltados à identificação, caracterização e avaliação de geossítios, tendo como foco principal as pedreiras Bortolan e Novo Mundo, no contexto do Projeto Geoparque de Poços de Caldas. A seguir, são apresentadas as etapas metodológicas que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

### **3 METODOLOGIA**

Os locais estudados neste trabalho foram duas pedreiras, nomeadas como Pedreira Bortolan (PB) - nome já utilizado em trabalhos citados na revisão bibliográfica - por estar localizada no bairro Bortolan, e Pedreira Novo Mundo (PNM), seguindo a mesma lógica, por se situar no bairro Jardim Novo Mundo. De acordo com Brilha (2016), para facilitar uma identificação rápida e fácil de todos os geossítios, o nome deve incluir a principal característica geológica e uma referência geográfica.

#### **3.1 REVISÃO DA LITERATURA E COMPARAÇÃO LITOLÓGICA**

##### **3.1.1 Revisão bibliográfica**

O levantamento bibliográfico foi realizado com o objetivo de identificar, investigar, aprofundar os conhecimentos e compilar informações relevantes sobre PB e PNM, considerando suas características geológicas e seu potencial como geossítios. Foram analisados artigos científicos, livros e documentos técnicos que abordam temas relacionados à geologia regional, geoconservação, geossítios e geoparques, buscando fundamentar a avaliação proposta no contexto do potencial geoparque de Poços de Caldas (MG).

##### **3.1.2 Caracterização geológica com base em amostras de mão**

A caracterização geológica das pedreiras Bortolan e Novo Mundo foi realizada por meio de levantamentos de campo e de coletas de amostras de rochas. Os afloramentos foram fotografados durante o período de coleta. As amostras foram analisadas através de microscópio estereoscópio (lupa de bancada) da marca Zeiss, modelo Stemi 2000-C e fotografadas utilizando câmera AxioCam ERc 5s no Laboratório de Ciências da Terra, Unifal-MG. Foram feitos estudos comparativos de dados de litologia, estrutura geológica e processos de formação da Pedreira Bortolan, disponíveis na literatura, com o intuito de comparação com as amostras coletadas. Assim sendo, a literatura especializada foi consultada para embasar as análises observadas na lupa.

## 3.2 MAPEAMENTO

Foram elaborados mapas temáticos com o objetivo de caracterizar espacialmente as pedreiras Bortolan (PB) e Novo Mundo (PNM), incluindo mapas de localização no município de Poços de Caldas (MG), de uso e ocupação do solo e de áreas delimitadas. Para isso, utilizou-se o software QGIS, versão 3.36.6, por meio do qual foi realizado o georreferenciamento de imagens — uma imagem aérea para a Pedreira Bortolan e uma imagem de satélite para a Pedreira Novo Mundo. A partir dessas imagens, foi possível delimitar com precisão a área de cada pedreira, subsidiando as análises espaciais e a caracterização geológica e ambiental dos locais estudados.

Essa etapa foi essencial para o planejamento das ações de geoconservação, orientando tanto a avaliação do potencial dos geossítios quanto às propostas de valorização e preservação. A análise espacial foi calculada diretamente pelo software, através das coordenadas geográficas, com resultados da área e de dois eixos perpendiculares pegando de uma ponta a outra da pedreira, além do perímetro do afloramento de PB.

## 3.3 ETAPAS E ATIVIDADES DE GEOCONSERVAÇÃO

Nesta etapa avaliou-se o potencial das Pedreiras para estabelecer os geossítios, através de inventário e avaliação quantitativa segundo a metodologia de Brilha (2016). Além disso, para estabelecer as pedreiras como um geossítio ou um local de geodiversidade, foram necessárias outras etapas de geoconservação: conservação e interpretação, promoção e monitoramento. Essas etapas são descritas em detalhes a seguir.

### 3.3.1 Inventário dos geossítios

O inventário iniciou-se com o trabalho de campo com o objetivo de identificar e caracterizar as pedreiras. Essa avaliação foi fundamental para verificar se o geossítio atendia aos critérios necessários para serem considerados válidos. O inventário de sítios geológicos e de geodiversidade é o primeiro e mais importante passo em qualquer estratégia de geoconservação, independentemente do tamanho da área em questão. Durante o trabalho de campo, cada geossítio potencial foi avaliado qualitativamente usando os seguintes critérios do Quadro 3.

Quadro 3 - Avaliação qualitativa do geossítio

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
Representatividade	refere-se à capacidade do geossítio de ilustrar um processo ou característica geológica que contribui de forma significativa para a compreensão do tema, processo, característica ou estrutura geológica em questão.
Integridade	refere-se ao estado atual de conservação do geossítio, considerando tanto os processos naturais quanto as intervenções humanas.
Raridade	quantidade de geossítios na área de estudo que possuem características geológicas semelhantes.
Conhecimento científico	fundamentado na disponibilidade de dados científicos já publicados sobre o geossítio.

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

Após o trabalho de campo, os possíveis geossítios foram inventariados com a elaboração de um formulário das duas pedreiras contendo os seguintes dados: nome do geossítio, localização geográfica (incluindo coordenadas geográficas), proprietário (público ou privado), proteção legal (se houver), acessibilidade, descrição geológica e características geológicas mais notáveis que justificam a necessidade de considerar a ocorrência como um geossítio, e eventuais limitações ao seu uso científico.

### 3.3.2 Avaliação quantitativa dos geossítios

Nesta etapa foram avaliados quantitativamente o valor científico, o potencial uso educacional e turístico e o risco de degradação.

#### 3.3.2.1 Avaliação quantitativa do valor científico

Para essa avaliação foram usados os critérios de A a F que estão intrinsecamente ligados às características geológicas do geossítio, o que é coerente, pois o foco da avaliação é o seu valor científico. Por outro lado, o critério G não se relaciona diretamente ao valor, mas sim ao potencial de uso do geossítio. A inclusão desse critério foi justificável, uma vez que parte do valor científico de um geossítio está conectada à possibilidade de seu uso em pesquisas atuais e futuras, visando identificar limitações à investigação científica.

Cada geossítio recebeu uma classificação de 1, 2 ou 4 pontos com base nos indicadores de cada critério do Quadro 4. Um indicador pode ser classificado como zero, quando apropriado. A pontuação de 3 pontos não é utilizada propositalmente, justamente para criar uma distinção mais nítida entre os geossítios que apresentam características medianas (2 pontos) e aqueles que se destacam significativamente (4 pontos). Para alcançar o valor

científico final foi feita a soma ponderada dos sete critérios, de acordo com o seu respectivo peso. Cada critério pode ter 400 pontos no máximo.

Quadro 4 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do valor científico

(continua)

<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Peso/ Pontuação</b>
<b>A. Representatividade</b>	<b>Peso 30</b>
O geossítio é o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	4 pontos
O geossítio é um bom exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos, relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	2 pontos
O geossítio ilustra razoavelmente elementos ou processos na área de estudo, relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	1 ponto
<b>B. Localidade chave</b>	<b>Peso 20</b>
O geossítio é reconhecido como um GSSP (Seção Estratótipo e Ponto de Limite Global) ou ASSP (Seção Estratótipo e Ponto de Limite Auxiliar.) pelo IUGS (União Internacional de Ciências Geológicas) ou é um sítio de referência IMA (Associação Internacional de Mineralogia)	4 pontos
O geossítio é utilizado pela ciência internacional, diretamente relacionado com o arcabouço geológico em consideração (quando aplicável)	2 pontos
O geossítio é utilizado pela ciência nacional, diretamente relacionado com o arcabouço geológico em consideração (quando aplicável)	1 ponto
<b>C. Conhecimento científico</b>	<b>Peso 5</b>
Existem artigos em revistas científicas internacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	4 pontos
Existem artigos em publicações científicas nacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	2 pontos
Existem resumos apresentados em eventos científicos internacionais sobre este geossítio, diretamente relacionados com o enquadramento geológico em consideração (quando aplicável)	1 ponto
<b>D. Integridade</b>	<b>Peso 15</b>
Os principais elementos geológicos (relacionados com o enquadramento geológico em consideração, quando aplicável) encontram-se muito bem preservados	4 pontos
Geossítio não tão bem preservado, mas os principais elementos geológicos (relacionados com o arcabouço geológico em consideração, quando aplicável) ainda estão preservados	2 pontos
Geossítio com problemas de preservação e com os principais elementos geológicos (relacionados com o arcabouço geológico em consideração, quando aplicável) bastante alterados ou modificados	1 ponto
<b>E. Diversidade geológica</b>	<b>Peso 5</b>
Geossítio com mais de três tipos de características geológicas distintas com relevância científica	4 pontos
Geossítio com três tipos de características geológicas distintas com relevância científica	2 pontos

Quadro 4 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do valor científico

(conclusão)	
<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Peso/ Pontuação</b>
Geossítio com dois tipos de características geológicas distintas com relevância científica	1 ponto
<b>F. Raridade</b>	<b>Peso 15</b>
O geossítio é a única ocorrência deste tipo na área de estudo (representando o arcabouço geológico em consideração, quando aplicável)	4 pontos
Na área de estudo, existem dois a três exemplos de geossítios semelhantes (representando o enquadramento geológico em consideração, quando aplicável)	2 pontos
Na área de estudo, existem quatro a cinco exemplos de geossítios semelhantes (representando a estrutura geológica em consideração, quando aplicável)	1 ponto
<b>G. Limitações de uso</b>	<b>Peso 10</b>
O geossítio não tem limitações (permissões legais, barreiras físicas etc.) para amostragem ou trabalho de campo	4 pontos
É possível coletar amostras e fazer trabalho de campo após superar as limitações	2 pontos
A amostragem e o trabalho de campo são muito difíceis de serem realizados devido a limitações difíceis de superar (permissões legais, barreiras físicas etc.)	1 ponto

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

### 3.3.2.2 Avaliação quantitativa do potencial uso educacional e turístico

Nesta fase, foram utilizados critérios, indicadores e parâmetros para a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos, de acordo com o Quadro 5. Dez critérios (A–J) foram usados tanto na avaliação educacional, quanto na avaliação turística, sendo que o primeiro peso - da coluna “peso e pontuação” do quadro 5 - se refere ao potencial de educação e o segundo ao potencial de turismo. Contudo, mais dois critérios (K–L) são utilizados para avaliar somente o potencial educacional e mais três (K–M) apenas para o potencial turístico. Mais uma vez, cada critério recebeu uma pontuação de 0 a 4 pontos, e a avaliação final do valor turístico foi obtida pela soma ponderada das pontuações e seus respectivos pesos.

Quadro 5 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos

(continua)

<b>Critérios/Indicadores</b>	<b>Peso e Pontuação</b>
<b>A. Vulnerabilidade</b>	<b>Peso 10/Peso 10</b>
Os elementos geológicos do geossítio não apresentam deterioração possível por atividade antrópica	4 pontos
Há possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários por atividade antrópica	3 pontos
Há possibilidade de deterioração de elementos geológicos principais por atividade antrópica	2 pontos
Há possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos por atividade antrópica	1 ponto
<b>B. Acessibilidade</b>	<b>Peso 10/Peso 10</b>
Local situado a menos de 100 m de uma estrada pavimentada e com estacionamento para ônibus	4 pontos
Local situado a menos de 500 m de uma estrada pavimentada	3 pontos
Local acessível por ônibus, mas por estrada de terra	2 pontos
Local sem acesso direto por estrada, mas situado a menos de 1 km de uma estrada acessível por ônibus	1 ponto
<b>C. Limitações de uso</b>	<b>Peso 5/Peso 5</b>
O local não tem limitações para ser utilizado por estudantes e turistas	4 pontos
O local pode ser utilizado por estudantes e turistas, mas apenas ocasionalmente	3 pontos
O local pode ser utilizado por estudantes e turistas, mas apenas após superar limitações (legais, permissões, físicas, marés, inundações, ...)	2 pontos
O uso por estudantes e turistas é muito difícil de ser realizado devido a limitações difíceis de superar (legais, permissões, físicas, marés, inundações, ...)	1 ponto
<b>D. Segurança</b>	<b>Peso 10/Peso 10</b>
Local com instalações de segurança (muros, escadas, corrimãos, etc.), cobertura de celular e situado a menos de 5 km dos serviços de emergência	4 pontos
Local com instalações de segurança (muros, escadas, corrimãos, etc.), cobertura de celular e situado a menos de 25 km dos serviços de emergência	3 pontos
Local sem instalações de segurança, mas com cobertura de celular e situado a menos de 50 km dos serviços de emergência	2 pontos
Local sem instalações de segurança, sem cobertura de celular e situado a mais de 50 km dos serviços de emergência	1 ponto
<b>E. Logística</b>	<b>Peso 5/Peso 5</b>
Acomodações e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 15 km do local	4 pontos
Acomodações e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 50 km do local	3 pontos
Acomodações e restaurantes para grupos de 50 pessoas a menos de 100 km do local	2 pontos
Acomodações e restaurantes para grupos de menos de 25 pessoas e a menos de 50 km do local	1 ponto
<b>F. Densidade populacional</b>	<b>Peso 5/Peso 5</b>
Local situado em um município com mais de 1000 habitantes/km <sup>2</sup>	4 pontos
Local situado em um município com 250-1000 habitantes/km <sup>2</sup>	3 pontos
Local situado em um município com 100-250 habitantes/km <sup>2</sup>	2 pontos

Quadro 5 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos

(continuação)

<b>Critérios/Indicadores</b>		<b>Peso e Pontuação</b>	
Local situado em um município com menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup>		1 ponto	
<b>G. Associação com outros valores</b>		<b>Peso 5/Peso 5</b>	
Ocorrência de vários valores ecológicos e culturais a menos de 5 km do local		4 pontos	
Ocorrência de vários valores ecológicos e culturais a menos de 10 km do local		3 pontos	
Ocorrência de um valor ecológico e um valor cultural a menos de 10 km do local		2 pontos	
Ocorrência de um valor ecológico ou cultural a menos de 10 km do local		1 ponto	
<b>H. Cenário</b>		<b>Peso 5/Peso 15</b>	
Local atualmente utilizado como destino turístico em campanhas nacionais		4 pontos	
Local ocasionalmente utilizado como destino turístico em campanhas nacionais		3 pontos	
Local atualmente utilizado como destino turístico em campanhas locais		2 pontos	
Local ocasionalmente utilizado como destino turístico em campanhas locais		1 ponto	
<b>I. Exclusividade</b>		<b>Peso 5/Peso 10</b>	
O local apresenta características únicas e incomuns considerando este e países vizinhos		4 pontos	
O local apresenta características únicas e incomuns no país		3 pontos	
O local apresenta características comuns nesta região, mas incomuns em outras regiões do país		2 pontos	
O local apresenta características bastante comuns em todo o país		1 ponto	
<b>J. Condições de observação</b>		<b>Peso 10/Peso 5</b>	
Todos os elementos geológicos são observados em boas condições		4 pontos	
Há alguns obstáculos que dificultam a observação de alguns elementos geológicos		3 pontos	
Há alguns obstáculos que dificultam a observação dos principais elementos geológicos		2 pontos	
Há alguns obstáculos que quase obstruem a observação dos principais elementos geológicos		1 ponto	
<b>POTENCIAL EDUCACIONAL</b>		<b>POTENCIAL TURÍSTICO</b>	
<b>K. Uso didático</b>	<b>Peso 20</b>	<b>K. Potencial interpretativo</b>	<b>Peso 10</b>
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino	4 pontos	O local apresenta elementos geológicos de forma muito clara e expressiva para todos os tipos de público	4 pontos
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados em escolas de ensino fundamental	3 pontos	O público precisa ter algum conhecimento geológico para entender os elementos geológicos do local	3 pontos
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados em escolas de ensino médio	2 pontos	O público precisa ter uma base sólida em geologia para entender os elementos geológicos do local	2 pontos
O local apresenta elementos geológicos que são ensinados na universidade	1 ponto	O local apresenta elementos geológicos compreensíveis apenas para especialistas em geologia	1 ponto
<b>L. Diversidade geológica</b>	<b>Peso 10</b>	<b>L. Nível econômico</b>	<b>Peso 5</b>
Mais de 3 tipos de elementos de geodiversidade ocorrem no local.	4 pontos	Está situado em um município com renda familiar pelo menos o dobro da média nacional	4 pontos

Quadro 5 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa dos potenciais usos educacionais e turísticos

(conclusão)

POTENCIAL EDUCACIONAL		POTENCIAL TURÍSTICO	
Existem 3 tipos de elementos de geodiversidade no local	3 pontos	O local está situado em um município com renda familiar acima da média nacional	3 pontos
Existem 2 tipos de elementos de geodiversidade no local	2 pontos	O local está situado em um município com renda familiar similar à média nacional	2 pontos
Existe apenas 1 tipo de elemento de geodiversidade no local	1 ponto	O local está situado em um município com renda familiar abaixo da média nacional	1 ponto
Não há critério/indicadores M para o potencial educacional		M. Proximidade de áreas recreativas	<b>Peso 5</b>
		Local situado a menos de 5 km de uma área recreativa ou atração turística	4 pontos
		Local situado a menos de 10 km de uma área recreativa ou atração turística	3 pontos
		Local situado a menos de 15 km de uma área recreativa ou atração turística	2 pontos
		Local situado a menos de 20 km de uma área recreativa ou atração turística	1 ponto

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

### 3.3.2.3 Avaliação quantitativa do risco de degradação

Nesta fase, foram utilizados critérios, indicadores e parâmetros para a avaliação quantitativa de risco de degradação dos geossítios. Cinco critérios (A–E) foram usados na avaliação. Novamente, cada critério recebeu uma pontuação de 0 a 4 pontos, e a avaliação final do risco de degradação foi obtida pela soma ponderada das pontuações de acordo com os pesos, como mostra o quadro 6.

Quadro 6 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do risco de degradação dos geossítios

(continua)

Critérios/indicadores	Peso e Pontuação
A. Deterioração de elementos geológicos	<b>Peso 35</b>
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
Pequena possibilidade de deterioração de elementos geológicos secundários	1 ponto

Quadro 6 - Critérios, indicadores e parâmetros utilizados para a avaliação quantitativa do risco de degradação dos geossítios

(conclusão)

<b>Critérios/indicadores</b>	<b>Peso e Pontuação</b>
<b>B. Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação</b>	<b>Peso 20</b>
Sítio localizado a menos de 50 m de uma área/atividade potencialmente degradante	4 pontos
Sítio localizado a menos de 200 m de uma área/atividade potencialmente degradante	3 pontos
Sítio localizado a menos de 500 m de uma área/atividade potencialmente degradante	2 pontos
Sítio localizado a menos de 1 km de uma área/atividade potencialmente degradante	1 ponto
<b>C. Proteção legal</b>	<b>Peso 20</b>
Sítio localizado em área sem proteção legal e sem controle de acesso	4 pontos
Sítio localizado em área sem proteção legal mas com controle de acesso	3 pontos
Sítio localizado em área com proteção legal, mas sem controle de acesso	2 pontos
Sítio localizado em área com proteção legal e controle de acesso	1 ponto
<b>D. Acessibilidade</b>	<b>Peso 15</b>
Sítio localizado a menos de 100 m de estrada asfaltada e com estacionamento para ônibus	4 pontos
Sítio localizado a menos de 500 m de estrada asfaltada	3 pontos
Local acessível por ônibus através de estrada de cascalho	2 pontos
Sítio sem acesso direto por estrada, mas localizado a menos de 1 km de uma estrada acessível por autocarro	1 ponto
<b>E. Densidade populacional</b>	<b>Peso 10</b>
Sítio localizado em município com mais de 1000 habitantes/km <sup>2</sup>	4 pontos
Sítio localizado em município com 250–1000 habitantes/km <sup>2</sup>	3 pontos
Sítio localizado em município com 100–250 habitantes/km <sup>2</sup>	2 pontos
Sítio localizado em município com menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup>	1 ponto

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

Considerando o valor final, o risco de degradação pode ser classificado em três classes: baixo, moderado e alto, conforme o quadro 7.

Quadro 7 - Classificação do risco de degradação

<b>Total ponderado</b>	<b>Risco de degradação</b>
<200	Baixo
201–300	Moderado
301–400	Alto

Fonte: Adaptado de Brilha (2016).

### 3.4 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Para o desenvolvimento de geossítios em forma de parques geológicos em Poços de Caldas (MG), foram realizadas visitas técnicas ao Parque Geológico do Varvito, localizado em Itu (SP), e ao Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya, em Ribeirão Preto (SP), ambos parques geológicos estabelecidos em antigas pedreiras. Esses locais foram escolhidos como estudos de caso devido à sua relevância enquanto áreas de preservação geológica e de lazer para o público.

Durante as visitas, foi aplicado um questionário aos frequentadores do Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya (Apêndice A) e outro aos usuários do Parque do Varvito (Apêndice B), com o intuito de avaliar a percepção do público sobre aspectos geológicos e ambientais presentes nos locais. Ambos foram aprovados pelo Comitê de Ética da Unifal-MG, conforme Anexo A. O questionário abordou temas como o conhecimento dos visitantes sobre a história geológica do local, sua compreensão sobre o valor científico das formações rochosas e a importância desses espaços para a educação ambiental e o turismo sustentável.

Os dados obtidos por meio dos questionários foram analisados de forma descritiva, com apresentação dos resultados em tabelas com as respectivas frequências e porcentagens.

### 3.5 PROPOSTAS DE GEOSSÍTIOS

A partir da metodologia apresentada até aqui, que forneceu uma base sólida para a viabilidade da proposta de criação e valorização de geossítios nas Pedreiras do Bortolan e do Novo Mundo, foi possível apresentar uma lista de itens essenciais que devem constar no desenvolvimento uma proposta de projeto de parques geológicos com dois geossítios em Poços de Caldas-MG.

#### **3.5.1 Conservação e interpretação**

Segundo Brilha (2005), a conservação refere-se à garantia de proteção do sítio contra possíveis atos de destruição por terceiros. Na descrição das atividades de conservação, considerou-se todos os elementos perigosos e atos que representam uma ameaça tanto para os visitantes quanto para os elementos patrimoniais.

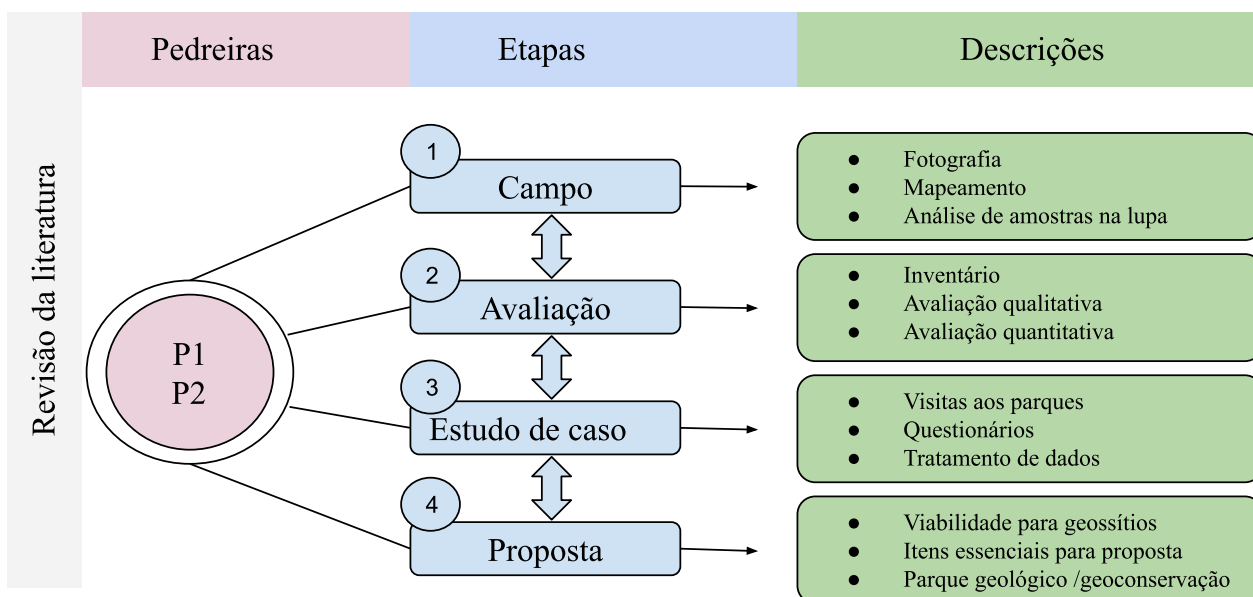
A interpretação é uma explicação direcionada a visitantes que não são geólogos, apresentada de forma simples e clara, evitando termos técnicos complexos e, preferencialmente, utilizando imagens que despertam as emoções dos visitantes de maneira envolvente. Nesta etapa foi elaborada uma proposta de painéis interpretativos (Beraaouz *et al.*, 2017).

### 3.5.2 Promoção e monitoramento

Segundo Moura, Garcia e Brilha (2021), o monitoramento está relacionado ao risco de degradação do local ao longo do tempo e à implementação de medidas para garantir tanto a segurança dos visitantes quanto a preservação contínua dos recursos protegidos, incluindo locais de hidratação. Foi realizada em etapas anteriores a avaliação quantitativa do risco de degradação e, de acordo com o resultado, estabeleceu-se uma proposta de monitoramento.

As fases da metodologia deste estudo são apresentadas de forma sintética na Figura 26, onde consta as etapas e suas descrições.

Figura 26 - Etapas da metodologia



Fonte: Autor (2025).

Com base nos procedimentos metodológicos adotados, foram sistematizados e analisados os dados de campo, revisões bibliográficas e aplicações dos roteiros de avaliação. A seguir, apresentam-se os resultados obtidos, destacando os principais atributos geológicos e o grau de relevância científica e educativa das pedreiras Bortolan e Novo Mundo.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa são apresentados na sequência, refletindo a totalidade da metodologia realizada.

### 4.1 CAMPO E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE MÃO

Os resultados dos trabalhos de campo e amostras de mão são apresentados a seguir, divididos por local.

#### 4.1.1 Campo em PB

Durante o trabalho de campo realizado na Pedreira Bortolan, observou-se que a área se encontra abandonada e com uma cobertura vegetal no afloramento que se concentra principalmente na porção superior e em áreas de fraturamento da rocha, conforme a Figura 27. Essas discontinuidades estruturais favorecem o acúmulo de matéria orgânica, umidade e sedimentos, criando condições mínimas para o estabelecimento de vegetação.

Figura 27 - Afloramento e vegetação da Pedreira Bortolan



Fonte: Autor (2025).

No topo do afloramento, o solo mais espesso e estável permite o desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas, nativas da Mata Atlântica; enquanto nas faces verticais e fraturadas predominam plantas pioneiras, adaptadas a substratos pobres e instáveis — como gramíneas, herbáceas e pequenos arbustos. A presença dessa vegetação, ainda que esparsa em alguns trechos, reflete a atuação dos processos de intemperismo, que ao longo do tempo

tornam a rocha mais suscetível à colonização biológica. Trata-se de um ambiente em transição, onde a dinâmica entre geologia e ecologia se revela de forma clara.

Os paredões rochosos de PB apresentam um estado de conservação que reflete os impactos das atividades de extração mineral passadas, bem como a atuação de processos naturais erosivos ao longo do tempo (Figura 28). Algumas paredes rochosas expostas exibem fraturas e instabilidade estrutural em algumas áreas, decorrentes tanto do processo de extração - desmonte de rocha por explosivo e cominuição - quanto de erosão e ação do intemperismo. Por outro lado, outras estão preservadas sem apresentar danos além da mineração. Os paredões preservam importantes características geológicas, como o afloramento de tinguaitos, que revelam o resfriamento e contração térmica do magma durante os derrames vulcânicos, conforme explicado por Holmes, Pitty e Noy (1992).

Figura 28 - Impactos de atividades econômicas e erosivas na Pedreira Bortolan



Fonte: Autor (2025).

Observou-se um grande acúmulo de água nas bases dos paredões de rocha, formando pântanos, conforme ilustrado na Figura 29. Esse acúmulo ocorre devido à água da chuva, que, ao atingir o solo, não é absorvida em razão da impermeabilidade das rochas presentes no local.

Figura 29 - Formação de pântanos na Pedreira Bortolan



Fonte: Autor (2025).

Durante o trabalho de campo na Pedreira Bortolan, foi possível observar que, embora todas as rochas do afloramento sejam classificadas como tinguaitos, há uma diversidade de texturas visíveis a olho nu, o que sugere diferentes condições de cristalização (e assim, classificações petrológicas distintas). Foram identificadas variações que vão desde texturas faneríticas, com cristais visíveis e bem desenvolvidos, até afaníticas, com massa homogênea de grãos muito finos, além de ocorrências porfiríticas, caracterizadas por fenocristais isolados inseridos em matriz fina. Essa variação textural dentro de um mesmo tipo litológico indica que os tinguaitos da área podem ter cristalizado em diferentes profundidades ou velocidades de resfriamento, possivelmente associadas a diferentes pulsos magmáticos ou a heterogeneidades locais no sistema subvulcânico.

Apesar de autores, como Ellert (1925), Ulbrich (1984) e Azzi (2019), ainda utilizarem o termo “tinguaíto”, essa classificação tem caído em desuso. A terminologia mais adequada para descrever essas rochas seria “fonólito de granulação intermediária” ou

“nefelina sienito de granulação fina”. As diferentes granulações das rochas encontradas em PB estão na Figura 30.

Figura 30 - Granulação dos tinguaiços da Pedreira Bortolan



Fonte: Autor (2025).

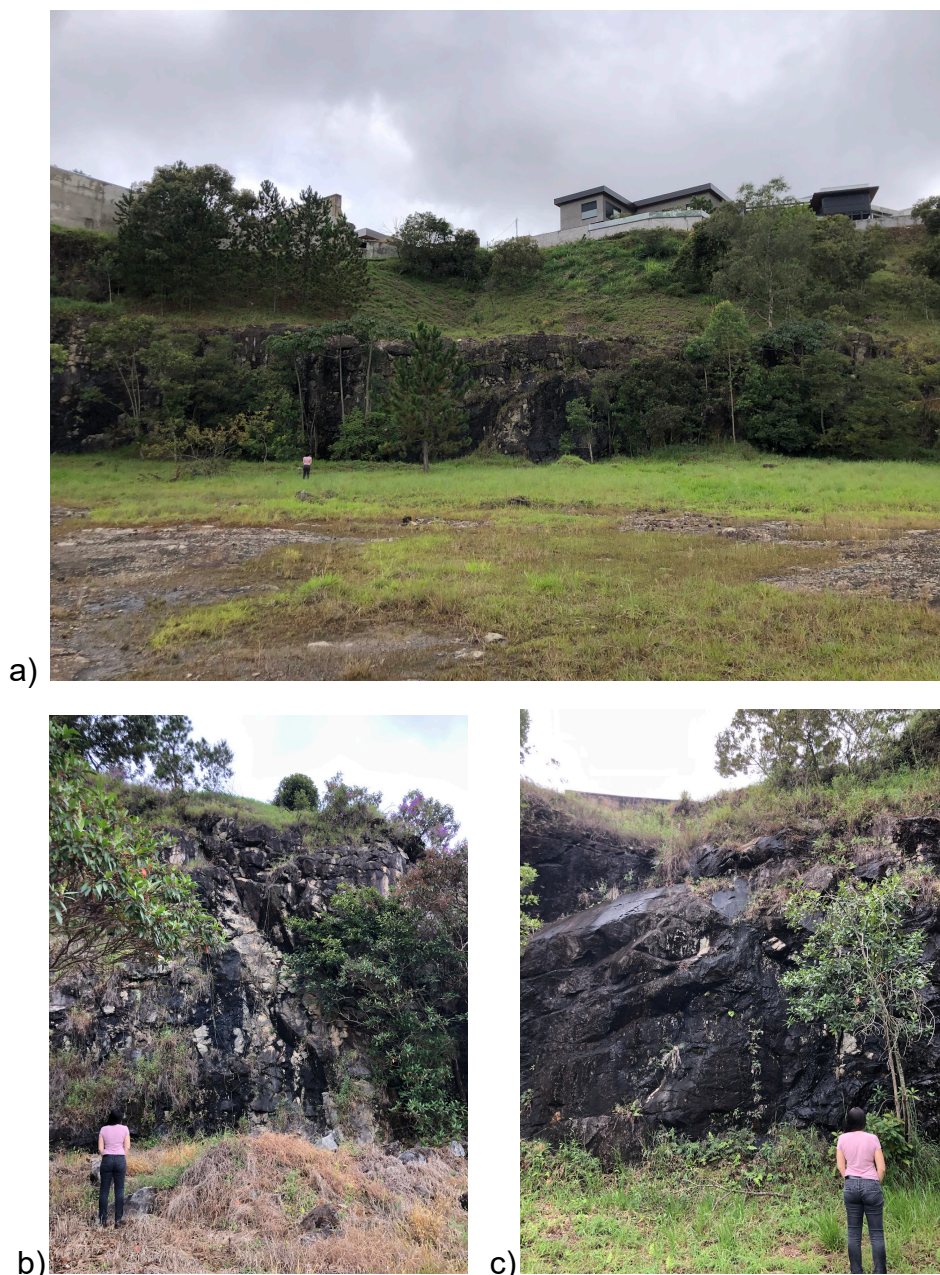
- Legenda: a) Tinguaiço com textura de fonólito de granulação fina;  
 b) Tinguaiço com textura de fonólito de granulação intermediária;  
 c) Tinguaiço em intemperismo, coberto por minerais de alumínio;  
 d) Tinguaiço com fenocristais de nefelina;  
 e) Tinguaiço com textura de nefelina sienito de granulação fina e fenocristais de nefelina;  
 f) Tinguaiço com textura de nefelina sienito de granulação fina.

#### 4.1.2 Campo em PNM

Na realização das atividades de campo em PNM, notou-se que a pedreira Novo Mundo, localizada em uma área urbana, apresenta características marcantes tanto de sua

história de exploração quanto do potencial para requalificação ambiental. Durante as visitas, observou-se sinais de degradação típicos de pedreiras abandonadas, como a presença de mato cobrindo áreas anteriormente exploradas e blocos de rochas espalhados que indicam atividades de extração mineral realizadas no passado. No entanto, observou-se que ainda há paredões de rocha intactos, que conservam traços das formações geológicas originais, como ilustra a Figura 31.

Figura 31 - Afloramento da pedreira Novo Mundo



Fonte: Autor (2025).

Legenda: a) Vista panorâmica da pedreira;

b) e c) Detalhes do afloramento.

O entorno da pedreira é composto por um bairro residencial, com construções ao lado e em cima dos afloramentos. A presença de casas próximas reforça a necessidade de medidas de segurança e de integração da comunidade ao projeto. Parte da pedreira está cercada com arames, sendo que este cercado foi instalado de forma não autorizada, possivelmente com a intenção de apropriar-se de uma parte da área da pedreira, configurando uma situação de uso indevido do espaço. Observou-se também que há blocos de rochas soltos na base do afloramento e ferramentas de trabalho abandonadas como baldes, carrinho de mão, pá e enxada, o que pode indicar a retirada de rochas do local de forma indevida, como ilustra a Figura 32.

Figura 32 - Condição atual da Pedreira Novo Mundo



Fonte: Autor (2025).

Legenda: a) Cercado dentro da pedreira e casas em volta;

b) Rochas soltas na base do afloramento.

Diferentemente de PB, PNM não há variedade em relação à granulação de seus tinguaitos, como pode ser visto na Figura 33. As rochas observadas em campo apresentam textura de fonólito de granulação intermediária, semelhante ao longo de todo afloramento, assim como a maioria dos tinguaitos de PB.

Figura 33 - Granulação dos tinguaitos da Pedreira Novo Mundo



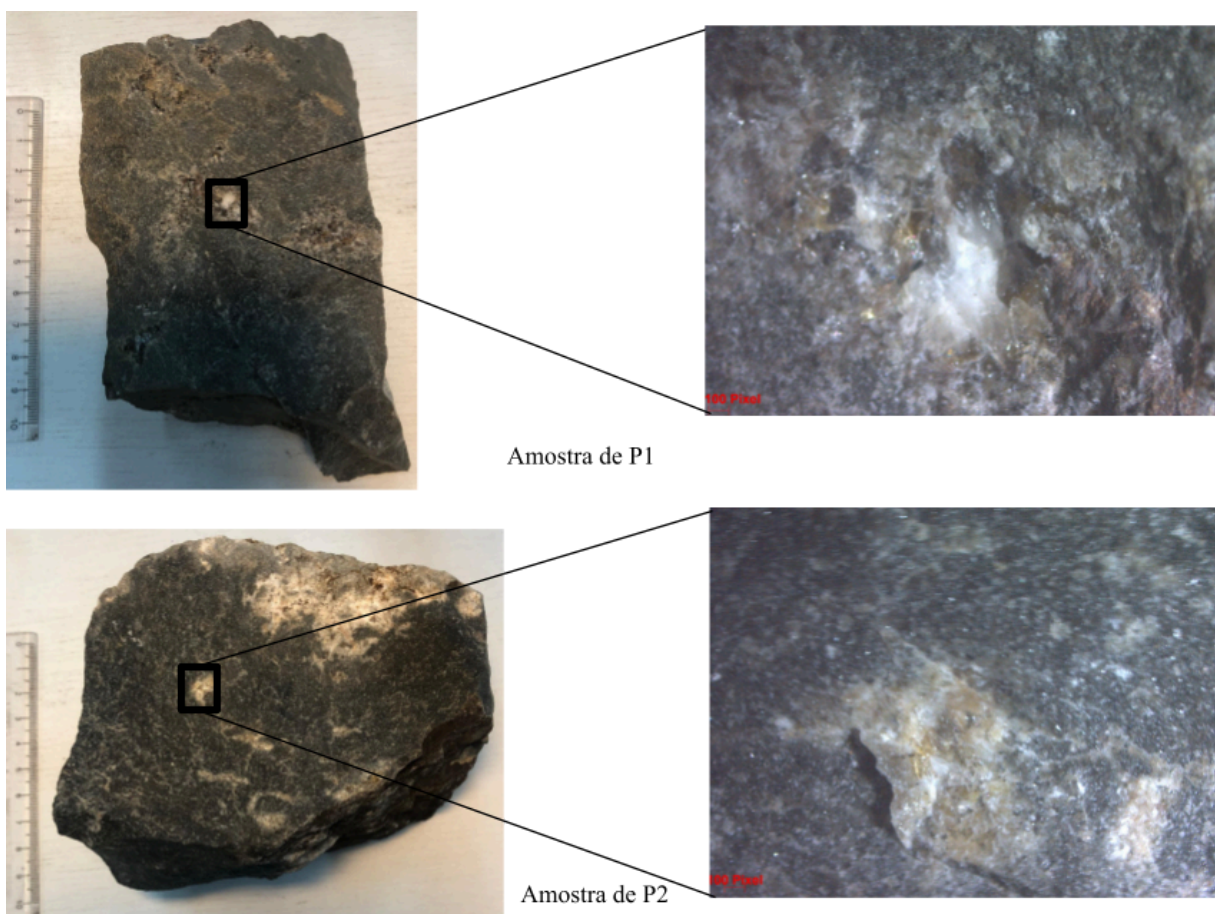
Fonte: Autor (2025).

Legenda: Tinguaitos com textura de fonólito de granulação intermediária.

#### 4.1.3 Análise de amostras de mão

Durante a análise (Apêndice C) das amostras coletadas nas pedreiras (PB) e (PNM), observou-se a presença de um mineral amarelado, conforme a Figura 34, que se mostrou semelhante em ambas as pedreiras. Esse mineral já havia sido caracterizado em PB em estudos anteriores, mas, até o momento, não havia registros bibliográficos sobre sua ocorrência na PNM. A presença desse mineral em PNM, portanto, revela uma característica geológica importante, ainda não documentada na literatura, o que comprova o potencial científico da pedreira Novo Mundo e a necessidade de pesquisas mais aprofundadas. Essa comparação destaca a relevância da pedreira PNM como um local a ser explorado cientificamente, visto que pode contribuir com novos dados e informações para a compreensão geológica da região, ampliando o conhecimento sobre os minerais presentes.

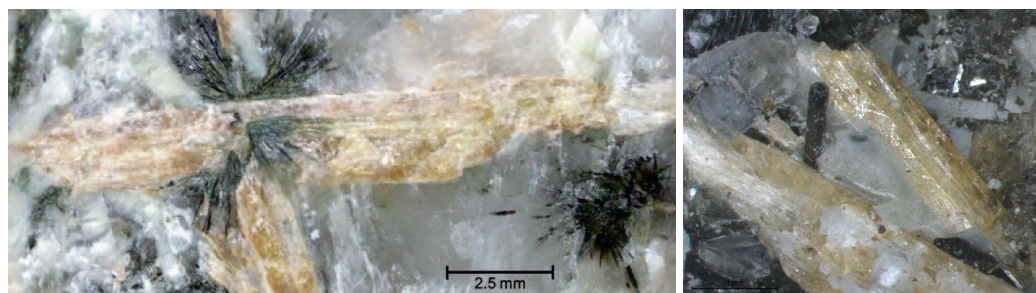
Figura 34 - Minerais semelhantes encontrados em PB e PNM



Fonte: Autor (2025).

O foco principal desta análise não foi identificar ou caracterizar minerais e sim verificar se os tinguaitos da PNM também apresentam evidências de minerais raros como acontece nas rochas de PB. A literatura registra que em PB foram encontrados minerais amarelados do grupo da rinkita, como a bortolanita, segundo Maxwell *et al.* (2022) e götzenita, de acordo com Azzi (2019). Esses minerais são mostrados na Figura 35.

Figura 35 - Bortolanita e götzenita

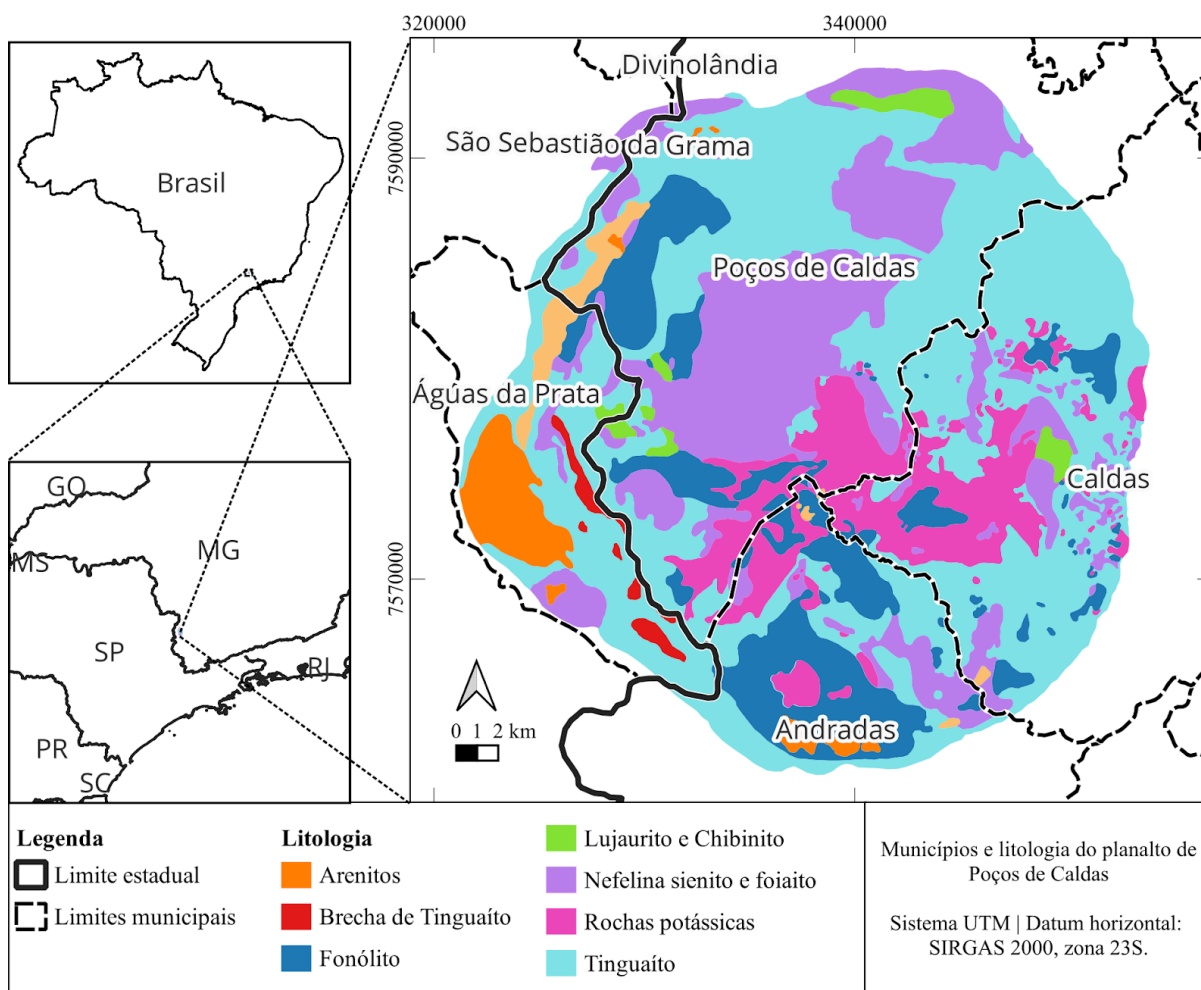


Fonte: Maxwell *et al.* (2022, p. 702) e Azzi (2019, p. 91).

## 4.2 MAPEAMENTO DAS PEDREIRAS PB E PNM

Foi elaborado um mapa do Complexo Alcalino de Poços de Caldas com os limites municipais e estaduais entre Minas Gerais e São Paulo, conforme a Figura 36.

Figura 36 - Municípios e litologia do planalto de Poços de Caldas



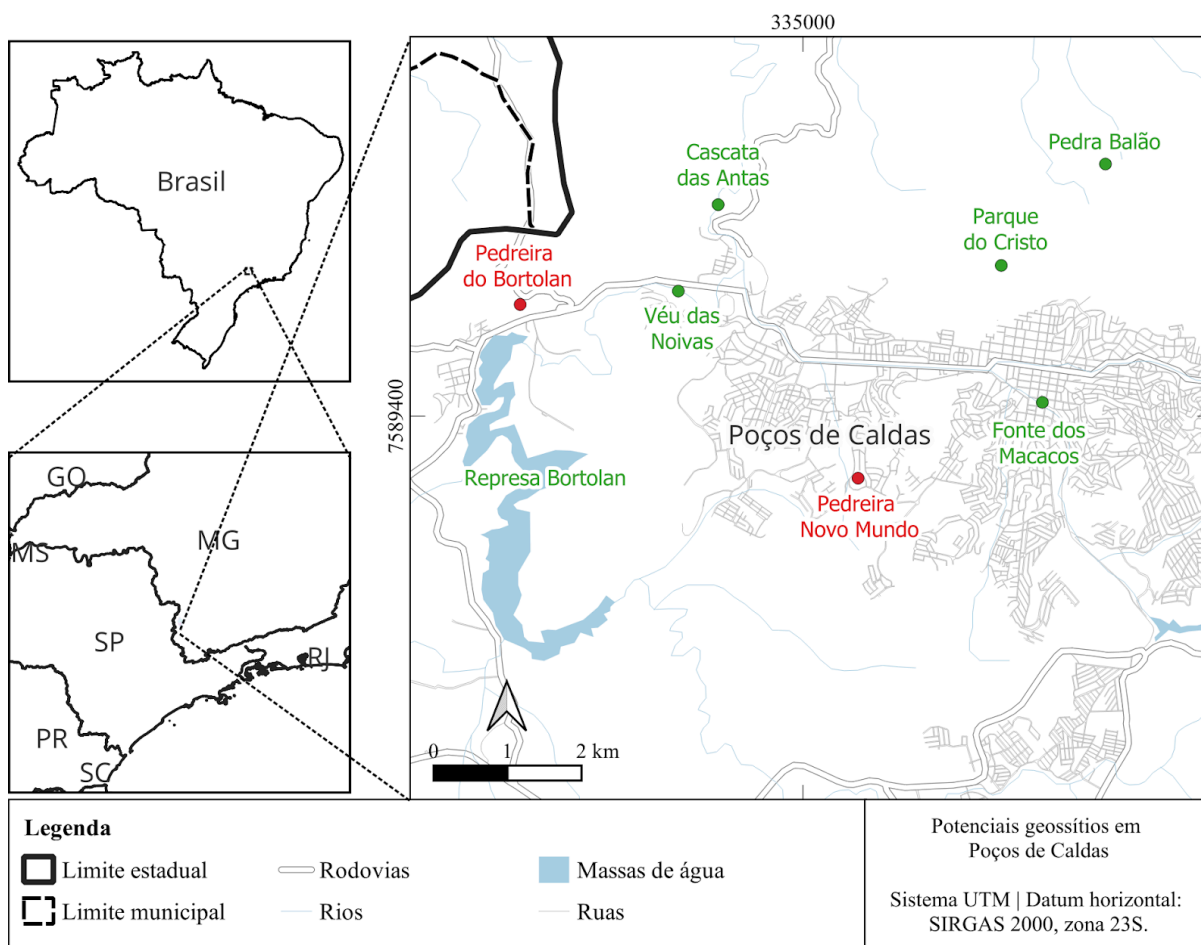
Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados de Ellert (1959), Chapman *et al.* (1991) e Schorscher e Shea (1992 *apud* Sardinha; Godoy 2020).

O mapa evidencia a diversidade geológica da área onde estão inseridas as pedreiras estudadas, um ponto estratégico e justificável para a implementação de um geoparque. Poços de Caldas abriga a maior parte da área do complexo, configurando-se como o principal núcleo geográfico e, por isso, dá nome ao planalto geológico. Dessa forma, há a possibilidade de criação de um geoparque exclusivo de Poços de Caldas, a exemplo do que ocorre em Uberaba (MG) e Caçapava do Sul (RS). Alternativamente, pode-se considerar a inclusão dos municípios vizinhos: Andradadas (MG), Caldas (MG), Águas da Prata (SP), Divinolândia (SP) e

São Sebastião da Gramma (SP), se tornando um geoparque intermunicipal, como a maioria, e até mesmo interestadual como o geoparque Caminhos dos Cânions do Sul que abrange os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Na sequência foi elaborado um mapa de localização das pedreiras PB e PNM no município de Poços de Caldas (MG) com potenciais geossítios próximos a elas, conforme apresentado na Figura 37.

Figura 37 - Localização de PB e PNM e potenciais geossítios em Poços de Caldas



Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados do IBGE (2023).

Através do mapa observou-se que as pedreiras PB e PNM localizam-se na zona leste de Poços de Caldas (MG), em uma mesma região do município, próximas entre si e inseridas em um contexto de significativa geodiversidade. Estão situadas nas proximidades de sítios geológicos relevantes, o que reforça seu potencial para fins científicos, educativos e geoturísticos.

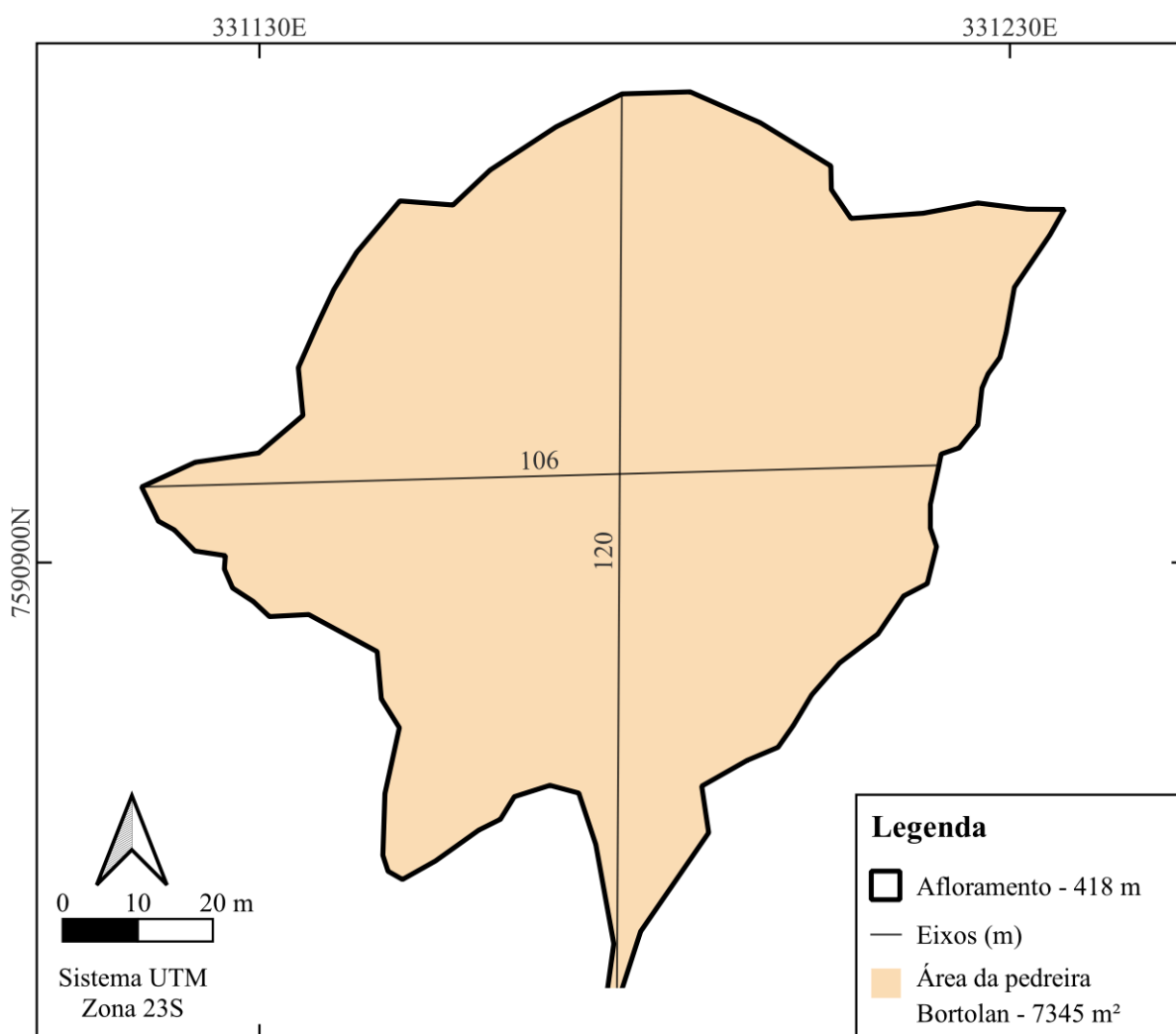
Na sequência, com base nos levantamentos de campo realizados nas pedreiras, foram produzidos mapas detalhados que auxiliam na compreensão e gestão da área estudada, apresentados a seguir.

#### 4.2.1 Mapas de delimitação das áreas

Mapas de área são ferramentas fundamentais para o monitoramento ambiental, o planejamento territorial e a gestão de recursos naturais, permitindo acompanhar mudanças na paisagem e identificar áreas de risco, conforme destaca Harley (2009). Também auxiliam na análise da disponibilidade de recursos como água e vegetação.

A Figura 38 mostra o perímetro e a área de PB.

Figura 38 - Mapa de delimitação da área da pedreira Bortolan

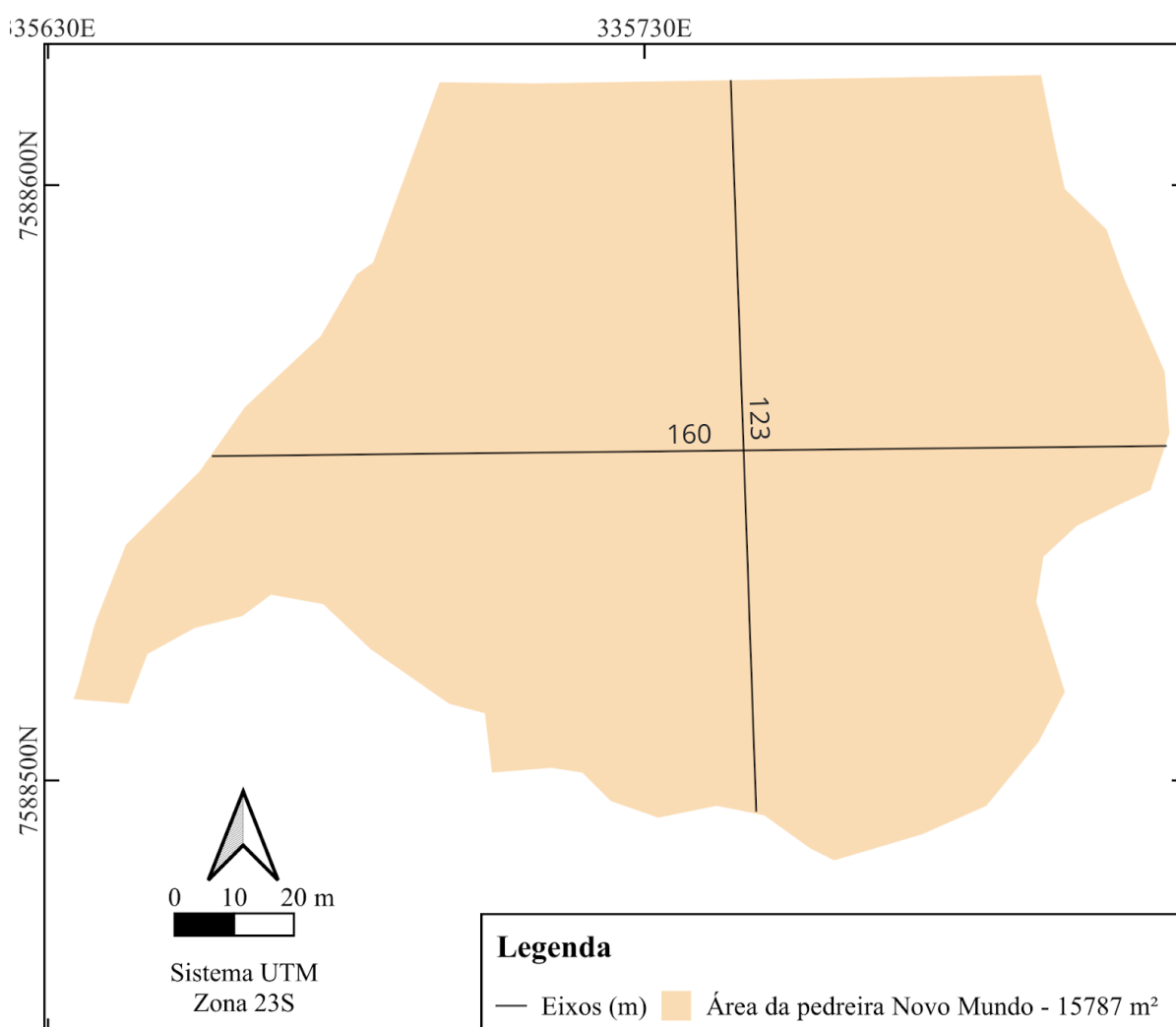


Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados de Azzi (2019) e Maps (2024).

O mapa da área correspondente à Pedreira Bortolan foi elaborado com base em imagem aérea de Azzi (2019), e georreferenciada através de imagens de satélite. Ao sul da pedreira PB, encontra-se a única zona sem afloramento, onde ocorre a entrada e saída da área. A partir dessa delimitação, foi possível calcular o perímetro, ou seja, a extensão total do afloramento de 418 m e uma área de 7345 m<sup>2</sup>. Além disso, foram definidos dois eixos perpendiculares, conectando pontos opostos de PB, nas direções norte-sul e leste-oeste, com as respectivas medições, 120 m e 106 m.

O mapa de delimitação de áreas foi feito também para a pedreira Novo mundo, conforme a Figura 39.

Figura 39: Mapa de delimitação da área da pedreira Novo Mundo



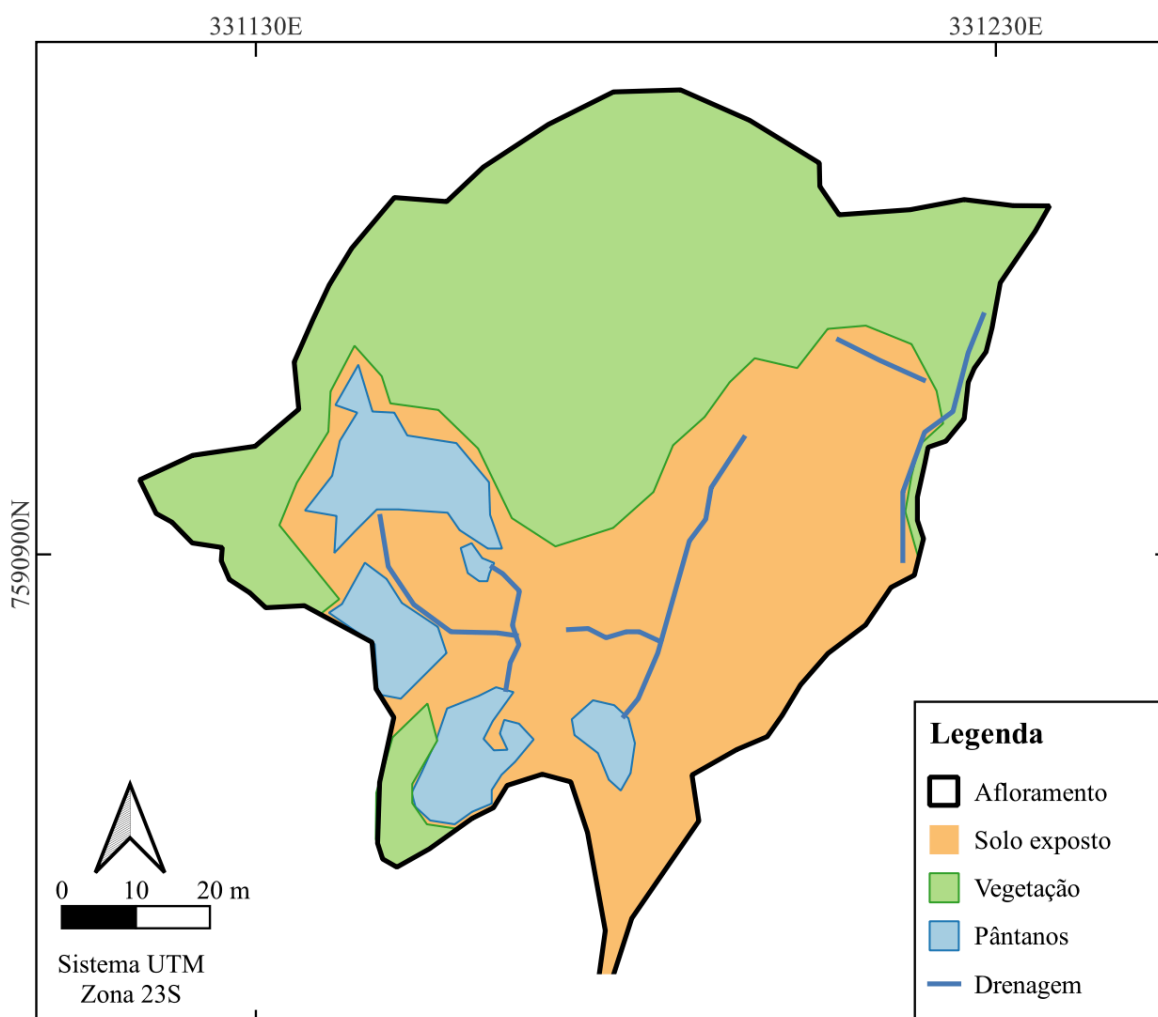
Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados de Maps (2024).

O mapa da área correspondente à pedreira PN foi elaborado com base em imagens de satélite, possibilitando a delimitação precisa da região analisada. A área total delimitada foi de 15.787 m<sup>2</sup>. Diferente de PB, a área da PNM não é totalmente circundada por afloramentos rochosos; por essa razão, tais afloramentos não foram incluídos no mapa de área.

#### 4.2.2 Mapas de uso e ocupação do solo

O mapeamento do uso e cobertura do solo é uma ferramenta essencial para compreender as transformações da paisagem, subsidiando a construção de cenários ambientais e a avaliação da capacidade de suporte do meio. Contribui, assim, para práticas conservacionistas e estratégias de manejo voltadas ao desenvolvimento sustentável (Santos, A. L. C.; Santos, F. 2010). O mapa de ocupação do solo de PB está representado na Figura 40.

Figura 40 - Mapa de ocupação do solo da pedreira Bortolan



Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados de Azzi (2019) e Maps (2024).

O mapa apresenta a distribuição espacial dos diferentes tipos de cobertura da área, evidenciando afloramentos rochosos, solo exposto, vegetação, pântanos e drenagem. A partir dessa representação, é possível discutir a relação entre a geologia e a dinâmica ambiental do local, destacando a interação entre os processos naturais e as possíveis interferências humanas.

A presença significativa de solo exposto sugere áreas de intensa alteração, possivelmente devido à exploração mineral anterior ou à erosão. A vegetação (foi considerada a flora nativa), concentrada principalmente nas bordas, indicou um processo de regeneração natural ou uma adaptação a condições mais estáveis. Os pântanos, associados a áreas de drenagem, evidenciaram a importância do regime hídrico na pedreira, influenciando tanto a geomorfologia local quanto a biodiversidade. Durante o período chuvoso, observou-se o acúmulo de água, especialmente na base do afloramento, em razão da baixa permeabilidade da rocha e da ausência de estruturas naturais ou artificiais que permitam o escoamento adequado, formando os pântanos que se mantêm também em períodos de estiagem.

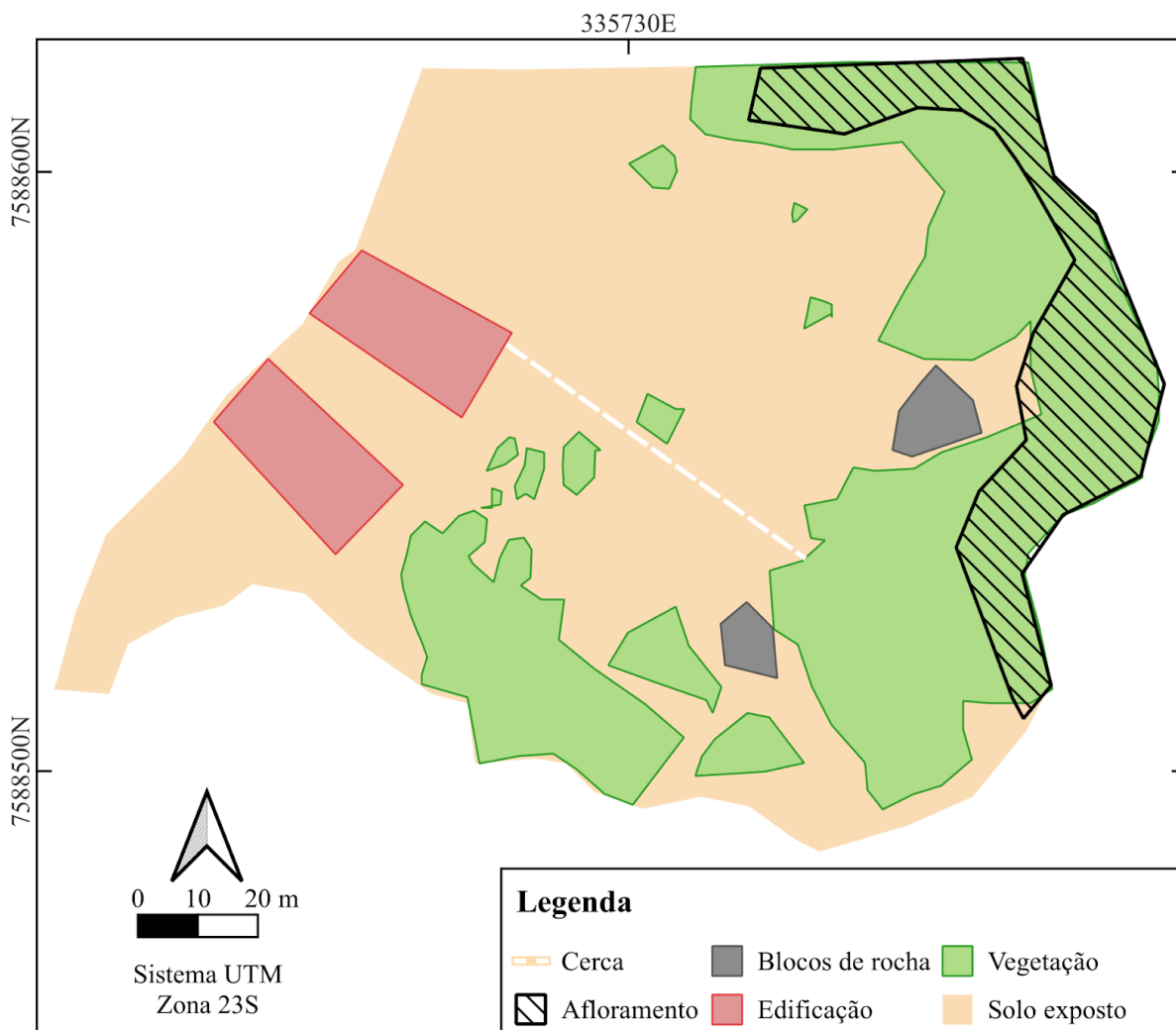
Além disso, a hidrografia do local, marcada por drenagens que cortam diferentes setores da pedreira, pode indicar a formação de micro-habitats úmidos e a necessidade de monitoramento para evitar processos erosivos e assoreamento de corpos d'água próximos. Essas informações são essenciais para a definição de estratégias de conservação e para a proposta de inclusão da área no projeto do Geoparque de Poços de Caldas, considerando também seu valor ecológico.

Assim como PB, PNM também apresentou indícios de processos erosivos e de modificações resultantes de atividades antrópicas passadas, como a exploração mineral. A área predominante da pedreira Novo Mundo, de acordo com o mapa elaborado e apresentado a seguir, corresponde ao solo exposto. A vegetação está concentrada principalmente nas bordas e em setores internos, indicando processos de regeneração natural ou reflorestamento. As edificações, representadas em vermelho, ocupam o setor oeste, elas fazem parte da área da pedreira, porém elas pertencem a pessoas físicas, não há informações sobre documentação. Blocos de rocha e afloramentos foram mapeados em áreas dispersas, evidenciando feições geológicas remanescentes da atividade mineradora.

A inclusão da cerca delimitou parte do espaço, sugerindo apropriação da área por terceiros. Apesar da maior extensão superficial, a pedreira PNM apresenta restrições que limitam seu aproveitamento para fins educativos e turísticos. Dentre essas limitações, além da presença de dois lotes ocupados por moradias dentro da área da pedreira e uma grande espessura das frentes rochosas, o que reduz consideravelmente a área útil para o recebimento

de público (Figura 41). Ainda assim, a área restante é suficiente para o estabelecimento de um geossítio.

Figura 41 - Mapa de ocupação do solo da pedreira Novo Mundo



Fonte: Autor (2025). Elaborado a partir de dados de Maps (2024).

Com o resultado do mapeamento foi possível compreender a configuração espacial e as condições atuais das pedreiras, permitindo identificar áreas de risco, potencial de uso público e evidências de processos naturais e antrópicos. Os mapas subsidiaram a análise da viabilidade de uso das áreas como geossítios ao evidenciar elementos essenciais para sua caracterização e potencial aproveitamento, como a presença de afloramentos, áreas de solo exposto, vegetação remanescente e zonas de risco. Essas informações permitiram avaliar os limites físicos, as fragilidades ambientais e as possibilidades de uso público de forma segura e educativa.

### 4.3 AVALIAÇÃO DAS PEDREIRAS PB E PNM

Após as atividades de campo, os potenciais geossítios foram inventariados por meio de um formulário e avaliados quantitativamente, de acordo com informações ao longo desta seção.

#### 4.3.1 Inventário

Antes do inventário, realizou-se uma avaliação qualitativa de PB e PNM, baseada nos critérios propostos por de Brilha (2016), mostrada no Quadro 8.

Quadro 8 - Avaliação qualitativa de PB e PNM

<b>Critério</b>	<b>Avaliação</b>
Representatividade	As pedreiras são representativas por exemplificar processos magmáticos, como vulcanismo, por exemplo. Possibilitam a análise detalhada das características litológicas do fonolito (tinguaíto), como textura, mineralogia e estrutura. Além de seu valor geológico, as pedreiras também têm representatividade histórica, ilustrando a importância da exploração das rochas como recurso para a construção civil na região, sendo um registro da interação humana com o patrimônio geológico.
Integridade	As pedreiras estão em um estado de conservação marcado pela interação entre processos naturais e intervenções humanas. A extração das rochas modificaram significativamente a paisagem original, expondo as faces rochosas em grandes paredões. Devido ao abandono, desde o fim das atividades de mineração, processos naturais como a erosão, a colonização por vegetação e a formação de pequenos corpos d'água têm contribuído para a regeneração parcial do local.
Raridade	Embora os tinguaítos sejam comuns na região, afloramentos acessíveis, com minerais raros e em grande escala, são menos frequentes. Essa combinação de fatores tornam PB e PNM bons exemplos para o estudo dos processos vulcânicos locais, destacando sua raridade como geossítios na área em questão.
Conhecimento científico	PB se destaca em publicações em relação à Geologia. Por outro lado, PNM ainda necessita de mais estudos. Contudo, há potencial para aprofundar estudos específicos em ambas pedreiras, especialmente relacionados à conservação, fragilidade e uso como ferramenta para educação geocientífica e geoturismo, o que reforça seu valor científico e a necessidade de novos trabalhos acadêmicos.

Fonte: Autor (2025).

Na sequência, foi realizado o inventário dos possíveis geossítios por meio da elaboração de um formulário específico para as duas pedreiras, conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - Inventário das pedreiras Bortolan e Novo Mundo

Inventário		
Item	PB	PNM
Nome do geossítio	Pedreira Bortolan.	Pedreira Novo Mundo.
Localização geográfica	21° 46' 39.64" S 46° 37' 58.22" W	21° 47' 56.5" S 46° 35' 21.90" W
Proprietário	Privado.	Público (municipal).
Acessibilidade	O acesso é feito por rodovia e uma pequena trilha até a antiga pedreira.	Boas condições de acesso ao local por se localizar em área urbana.
Fragilidade e vulnerabilidade	Ver em “Avaliação quantitativa do risco de degradação”.	Ver em “Avaliação quantitativa do risco de degradação”.
Descrição geológica	Está localizada no complexo formado principalmente por rochas ígneas associadas a atividades magmáticas alcalinas. A pedreira é formada por fonólito de grãos intermediários, chamado de tinguaito, com presença de minerais raros, como a bortolanita, que fazem parte de um ambiente geológico resultante de atividade magmática ocorrida durante o Cretáceo.	Está localizada no complexo formado principalmente por rochas ígneas associadas a atividades magmáticas alcalinas. A pedreira é formada por fonólito de grãos intermediários, chamado de tinguaito, que faz parte de um ambiente geológico resultante de atividade magmática ocorrida durante o Cretáceo.
Características geológicas mais notáveis que justificam a necessidade de considerar a ocorrência como um geossítio	Presença de minerais raros; história geológica do Complexo Alcalino de Poços de Caldas; local propício ao incentivo do geoturismo; recursos minerais.	Possível presença de minerais raros; história geológica do Complexo Alcalino de Poços de Caldas; local propício ao incentivo do geoturismo; recursos minerais.
Eventuais limitações ao seu uso científico (necessidade de permissão para amostragem, restrições sazonais de acesso devido à neve, marés, etc.).	Em período de chuva há riscos de alagamento.	Não há limitações.

Fonte: Autor (2025).

#### 4.3.2 Valor científico

A avaliação quantitativa do valor científico das pedreiras Bortolan (PB) e Novo Mundo (PNM) demonstrou diferenças na importância de cada geossítio dentro do contexto estudado. A pedreira Bortolan, com um total de 330 pontos, apresentou-se como um geossítio de alta relevância científica, enquanto a pedreira Novo Mundo, com 220 pontos, teve menor destaque, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Valor científico de PB e PNM

Critérios	Valor Científico					
	PB			PNM		
	Peso (%)	Pontos	Total do critério	Peso (%)	Pontos	Total do critério
Representatividade	30	4	120	30	2	60
Localidade chave	20	4	80	20	0	0
Conhecimento científico	5	4	20	5	1	5
Integridade	15	4	60	15	4	60
Diversidade Geológica	5	4	20	5	4	20
Raridade	15	2	30	15	2	30
Limitação de uso	10	4	40	10	4	40
Total	..	..	370	..	..	215

Fonte: Autor (2025).

PB destacou-se por ser o melhor exemplo na área de estudo para ilustrar elementos ou processos relacionados ao arcabouço geológico, recebendo a pontuação máxima no critério de representatividade. Esse aspecto refletiu diretamente sua capacidade de servir como referência para estudos geológicos. No critério de localidade chave, PB também obteve a pontuação máxima (80 pontos), sendo então, um local de importância científica internacional ou de referência. Por outro lado, PNM recebeu 0 pontos, o que mostra a ausência desse reconhecimento.

Além disso, PB apresentou-se estudos acadêmicos significativos, com publicações científicas internacionais relacionadas, o que reforça sua posição como local de importância científica global. Sua integridade é outro fator que contribuiu para seu alto valor, com os principais elementos geológicos muito bem preservados, assim como sua diversidade geológica, com mais de três características distintas relevantes para a ciência. Esses fatores são complementados pela ausência de limitações significativas de uso, tornando PB um geossítio altamente acessível para pesquisas e atividades de campo.

Por outro lado, a pedreira Novo Mundo, com 215 pontos, apresentou limitações importantes em relação ao seu valor científico. Embora tenha boa preservação dos elementos geológicos e apresente uma diversidade geológica comparável à de PB, PNM não alcança o mesmo nível de representatividade, sendo apenas um bom exemplo para ilustrar elementos geológicos, mas não o melhor na área de estudo.

Ademais, PNM não apresenta pesquisas acadêmicas significativas. Esse fator limita sua visibilidade e potencial para atrair novos estudos. A ausência de reconhecimento como

localidade-chave também contribui para a diferença de pontuação em relação a PB (Brilha, 2016).

Apesar dessas limitações, PNM possui características que a tornam promissora para estudos futuros. Sua boa integridade e diversidade geológica indicaram que o geossítio tem potencial para gerar contribuições científicas relevantes, especialmente se houver um esforço direcionado para aumentar o número de pesquisas realizadas e publicações associadas. Além disso, a ausência de barreiras significativas para uso facilita o desenvolvimento de projetos acadêmicos e iniciativas educativas.

Em suma, PB destaca-se como um geossítio prioritário para conservação e exploração científica devido ao seu alto valor em representatividade, produção acadêmica e integridade. Já a PNM, embora tenha menor relevância científica atualmente, apresenta potencial para crescimento, especialmente se estratégias forem adotadas para ampliar seu uso em pesquisas e promover maior visibilidade. Essa diferença entre os dois geossítios reforça a importância de alinhar estratégias de gestão e conservação com as características individuais de cada um, priorizando o uso racional e sustentável de ambos conforme suas especificidades.

### 4.3.3 Potencial educacional

A análise dos resultados do potencial educacional revelou que PB e PNM possuem características favoráveis para o uso em atividades educacionais voltadas à geologia. Ambos os locais apresentaram desempenho elevado nos critérios avaliados, evidenciando o valor como espaços de ensino e aprendizado, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Potencial uso educacional de PB e PNM

(continua)

Critérios	Potencial uso educacional					
	PB			PNM		
	Peso (%)	Ponto	Total do critério	Peso (%)	Ponto	Total do critério
Vulnerabilidade	10	3	30	10	3	30
Acessibilidade	10	4	40	10	4	40
Limitação de uso	5	4	20	5	4	20
Segurança	10	2	20	10	2	20
Logística	5	4	20	5	4	20

Tabela 2 - Potencial uso educacional de PB e PNM

(conclusão)

Potencial uso educacional						
Critérios	PB			PNM		
	Peso (%)	Ponto	Total do critério	Peso (%)	Ponto	Total do critério
Densidade populacional*	5	3	15	5	3	15
Associação com outros valores	5	4	20	5	4	20
Cenário	5	0	0	5	0	0
Exclusividade	5	4	20	5	4	20
Condições de observação	10	3	30	10	3	30
Uso didático	20	4	80	20	4	80
Diversidade geológica	10	4	40	10	4	40
Total	..	..	335	..	..	335

Fonte: Autor (2025). Referência: \* IBGE (2022).

Entre os destaques, o critério Uso Didático, que possui o maior peso (20), recebeu a pontuação máxima em ambas as pedreiras. Isso indica que os elementos geológicos presentes são amplamente reconhecidos e ensinados em diferentes níveis educacionais, desde o ensino fundamental até o superior. Aliado a isso, a Diversidade Geológica, com peso 10, também alcançou a pontuação máxima, destacando a presença de mais de três tipos de elementos geológicos em cada local, como formação geológica, mineralogia e extração mineral. Essa diversidade amplia as possibilidades de estudo e exploração educativa.

Outro aspecto positivo é o Acesso, que recebeu a pontuação máxima (4) em ambas as pedreiras. Isso reflete a facilidade na entrada aos locais, com infraestrutura adequada, como estradas pavimentadas e estacionamento para ônibus, o que facilita a chegada de grupos escolares. Além disso, as limitações de uso foram avaliadas de forma positiva, com nota máxima (4), indicando que os locais não possuem restrições significativas para sua utilização por estudantes.

No entanto, por se tratar de lugares, até então, abandonados, alguns critérios apontam aspectos que podem ser melhorados. Em Segurança, a pontuação (2) mostra que há ausência ou insuficiência de medidas de proteção, como corrimões, escadas e proximidade a serviços de emergência. Esse aspecto é crucial para garantir a segurança dos estudantes, especialmente em visitas escolares. As Condições de observação receberam pontuação intermediária (3), sugerindo que, embora os elementos geológicos sejam observáveis em boas condições, existem obstáculos que podem dificultar a visualização de alguns aspectos importantes, como:

entulhos, rochas que foram desprendidas do afloramento, invasão da área por moradores e vegetação.

Por fim, o critério Densidade Populacional apresentou uma pontuação intermediária (3) para ambas as pedreiras, indicando que estão localizadas em áreas com densidade populacional moderada. Esse fator pode influenciar na infraestrutura disponível para suporte, como acomodações e transporte. Além disso, o critério Cenário, que avalia a promoção dos locais como destinos educacionais, não foi pontuado, evidenciando a necessidade de maior divulgação e integração em campanhas locais ou regionais.

Tanto PB quanto PNM apresentam um alto potencial educacional, destacando-se pela riqueza geológica, acessibilidade e adequação didática. Investimentos em segurança e em melhorias para as condições de observação podem elevar ainda mais o valor educacional desses locais, consolidando-os como espaços de referência para atividades pedagógicas e científicas.

#### 4.3.4 Potencial turístico

Os resultados da avaliação do potencial de uso turístico, de acordo com os critérios estabelecidos, indicaram um panorama favorável para o aproveitamento turístico dos locais analisados. A análise quantitativa permitiu identificar pontos fortes e áreas com potencial de melhoria em diferentes aspectos avaliados em PB e PNM, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Potencial uso turístico de PB e PNM

(continua)

Potencial uso turístico						
Critérios	PB			PNM		
	Peso (%)	Pontos	Total do critério	Peso (%)	Pontos	Total do Critério
Vulnerabilidade	10	3	30	10	3	30
Acessibilidade	10	4	40	10	4	40
Limitação de uso	5	4	20	5	4	20
Segurança	10	2	20	10	2	20
Logística	5	4	20	5	4	20
Densidade populacional*	5	3	15	5	3	15
Associação com outros valores	5	4	20	5	4	20
Cenário	15	0	0	15	0	0
Exclusividade	10	4	40	10	4	40

Tabela 3 - Potencial uso turístico de PB e PNM

(conclusão)

Potencial uso turístico						
Critérios	PB			PNM		
	Peso (%)	Pontos	Total do critério	Peso (%)	Pontos	Total do Critério
Nível econômico *	5	3	15	5	3	15
Proximidade de áreas recreativas	5	4	20	5	4	20
Total	..	..	240	..	..	240

Fonte: Autor (2025). Referência: \* IBGE (2022).

Os critérios de acessibilidade, limitação de uso, logística, associação com outros valores, potencial interpretativo, e proximidade de áreas recreativas destacaram-se com as pontuações máximas (4 pontos). Isso indicou que os locais possuem fácil acesso, são adequados para estudantes e turistas sem grandes restrições, e contam com infraestrutura logística adequada. Além disso, apresentam uma rica integração com valores culturais e ecológicos, elementos geológicos claros e acessíveis ao público, e proximidade com áreas recreativas que ampliam seu apelo turístico.

Outro ponto de destaque foi a exclusividade, que também recebeu pontuação alta, evidenciando características únicas e incomuns que tornam os locais atrativos e diferenciados. A alta pontuação no critério de condições de observação também reforça a qualidade da experiência turística, mostrando que os elementos geológicos podem ser apreciados em boas condições.

Por outro lado, os critérios de segurança e densidade populacional apresentaram pontuações medianas (2 e 3 pontos, respectivamente). A ausência ou limitação de instalações de segurança e a distância de serviços de emergência podem ser fatores limitantes, especialmente para públicos que necessitam de maior suporte. A densidade populacional intermediária sugere que o local pode estar localizado em uma área com infraestrutura moderada, mas que pode beneficiar-se de um planejamento mais direcionado para o turismo.

No critério de cenário, não foi apresentada uma pontuação - as áreas estão abandonadas atualmente - o que dificulta a análise da visibilidade e do reconhecimento do local como destino turístico em campanhas promocionais. Essa lacuna pode indicar uma oportunidade de promoção e marketing mais robusto para elevar o apelo turístico.

O somatório ponderado dos critérios demonstra que os locais analisados possuem um potencial turístico significativo, mas existem aspectos logísticos e de infraestrutura que

podem ser otimizados. Investimentos em segurança, promoção turística e ampliação de infraestrutura de suporte podem contribuir para fortalecer ainda mais a atratividade desses potenciais geossítios.

O equilíbrio entre a proteção dos elementos geológicos e a exploração turística responsável será crucial para garantir a sustentabilidade das atividades turísticas a longo prazo. Ações que reforcem a educação ambiental e o engajamento comunitário também podem agregar valor, criando uma experiência integrada para os visitantes e fortalecendo a conexão com os valores naturais e culturais da região.

#### 4.3.5 Risco de degradação

Os resultados preliminares da avaliação do risco de degradação, de acordo com a Tabela 4, indicaram diferenças significativas nos fatores de vulnerabilidade entre os dois geossítios analisados (PB e PNM). A seguir, são discutidos os critérios avaliados, suas pontuações e as implicações para a gestão e conservação dos locais.

Tabela 4 - Risco de degradação de PB e PNM

Risco de degradação						
Critérios	PB			PNM		
	Peso (%)	Pontos	Total dos critérios	Peso (%)	Pontos	Total dos critérios
Deterioração de elementos geológicos	35	3	105	35	3	105
Proximidade de áreas/atividades com potencial para causar degradação	20	2	40	20	4	80
Proteção Legal	20	3	60	20	4	80
Acessibilidade	15	4	60	15	4	60
Densidade populacional*	10	3	30	10	3	30
Total	..	..	295	..	..	355

Fonte: Autor (2025). Referência: \*IBGE (2022).

As diferenças nos níveis de risco entre PB e PNM resultaram em variações na vulnerabilidade e no contexto em que cada geossítio está inserido. Enquanto PB apresenta um risco moderado que pode ser controlado com medidas relativamente simples, PNM requer intervenções mais complexas e urgentes para reduzir a degradação e preservar seus elementos geológicos.

O total ponderado para PB é 295 pontos, classificando-o na categoria de risco moderado (201–300). Esse resultado indicou que, embora PB enfrente pressões ambientais e antrópicas, essas ainda são controláveis com ações de mitigação eficazes. Os fatores mais críticos são a deterioração de elementos geológicos (pontuação 3) e a proximidade de áreas/atividades potencialmente degradantes (pontuação 2), que indicam uma vulnerabilidade média a alta em termos de impacto potencial. Por outro lado, a proteção legal com pontuação 3 sugere um controle razoável de acesso, embora não completamente eficaz.

O total ponderado para PNM é 355 pontos, posicionando-o na categoria de risco alto (301–400). Esse resultado reflete uma situação preocupante, com destaque para a proximidade de áreas/atividades potencialmente degradantes (pontuação 4) e a ausência de proteção legal adequada (pontuação 4). Esses fatores aumentam significativamente o risco de degradação, tornando PNM mais suscetível a impactos antrópicos diretos e indiretos. O alto acesso (pontuação 4) também pode intensificar o risco devido ao maior fluxo de visitantes.

Através da avaliação do risco de degradação, criou-se uma proposta de mitigação para execução imediata sem a recuperação da área e entrega à comunidade como geossítio, a fim de melhorar os indicativos, conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Plano de mitigação imediata de PB e PNM

Para PB (risco moderado)	
Ação	Atividades mitigadoras
Fortalecer a proteção legal	Ampliar as restrições de acesso e as medidas de controle, como sinalização e fiscalização.
Mitigar o impacto das atividades antrópicas	Promover a educação ambiental e incentivar boas práticas entre pessoas que frequentam o lugar, mesmo em situação de abandono da área.
Monitoramento contínuo	Implementar um sistema de avaliação periódica para acompanhar a evolução das condições ambientais.
Para PNM (risco alto)	
Estabelecer proteção legal robusta	Criar um regime de proteção formal que limite atividades degradantes na área próxima ao geossítio.
Reduzir a acessibilidade	Adotar medidas para controlar o fluxo de visitantes e limitar o impacto de veículos e infraestruturas próximas.
Criar zonas de amortecimento	Estabelecer áreas-tampão para minimizar os impactos das atividades externas.
Educação comunitária	Envolver as comunidades locais em programas de conservação para reduzir a pressão sobre o geossítio.

Fonte: Autor (2025).

#### 4.4 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

Nesta etapa foram realizadas pesquisas em duas antigas pedreiras, hoje transformadas em parques urbanos, localizadas nas cidades de Ribeirão Preto (SP) e Itu (SP). O Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya, em Ribeirão Preto, foi uma pedreira de basalto da Formação Serra Geral e atualmente tem caráter recreativo, sem foco em estudos ou divulgação de conhecimentos geológicos. Já o Parque Geológico do Varvito, em Itu, destaca-se como um espaço voltado à educação e à interpretação geológica, além da recreação.

Durante o processo de campo, questionários foram aplicados durante o mês de março de 2025 aos visitantes desses espaços, com o objetivo de avaliar sua percepção e a experiência oferecida por esses parques.

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos a partir das respostas dos participantes. Foram entrevistadas 40 pessoas em cada parque. A tabela 5 mostra a faixa etária dos participantes.

Tabela 5 - Faixa etária dos visitantes dos parques

<b>Distribuição de idade</b>				
<b>Faixa etária</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
18 a 25 anos	10	25	11	27,5
26 a 35 anos	10	25	9	22,5
36 a 45 anos	7	17,5	7	17,5
46 a 60 anos	6	15	7	17,5
Mais de 60 anos	7	17,5	6	15
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

A distribuição etária dos visitantes foi semelhante nos dois parques, com uma predominância de pessoas entre 18 e 35 anos (50% em Ribeirão Preto e 50% em Itu). Isso indica um público relativamente jovem, possivelmente mais engajado em atividades ao ar livre e lazer urbano.

Na sequência foi perguntado sobre a frequência que o usuário visita o parque, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Frequência de visita nos parques

Frequência de visita ao parque				
Resposta	Ribeirão Preto		Itu	
	Frequência	Percentual (%)	Frequência	Percentual (%)
Primeira vez	5	12,5	10	25
Mais de uma vez por mês	21	52,5	13	32,5
Uma vez a cada três meses	8	20	8	20
Uma vez por ano	3	7,5	6	15
Raramente	3	7,5	3	7,5
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

A frequência de visita foi maior no parque de Ribeirão Preto, onde 52,5% dos entrevistados afirmaram frequentá-lo mais de uma vez por mês. Já no parque geológico de Itu, esse número foi menor (32,5%), indicando que o espaço pode ser mais voltado para visitas pontuais e educativas, em vez de ser um local de lazer recorrente.

No Parque Geológico do Varvito em Itu, um quarto dos entrevistados visitaram o local pela primeira vez, o que significa que muitos visitantes são atraídos pelos atrativos geológicos da antiga pedreira de varvito. Carneiro (2026) destaca a importância dos parques naturais como espaços que ajudam a conectar o público com as Ciências da Terra, mostrando não apenas os aspectos geológicos, mas também como o conhecimento científico é desenvolvido. Além disso, menciona que o parque de Itu é exemplo de local onde diversos temas e conceitos geológicos podem ser explorados de maneira educativa. O sucesso dessas iniciativas municipais reforça a necessidade de um movimento organizado em todo o país para identificar e preservar áreas com alto valor geológico, transformando-as em monumentos geológicos reconhecidos.

A importância geológica de Itu e das informações geológicas presentes no parque foram confirmadas na pergunta sobre o conhecimento do entrevistado acerca da história geológica do lugar, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 - Percepção dos visitantes sobre a história geológica dos parques

Conhecimento sobre a História Geológica do Parque				
Resposta	Ribeirão Preto		Itu	
	Frequência	Percentual (%)	Frequência	Percentual (%)
Sim	3	7,5	20	50
Não	27	67,5	12	30
Conheço um pouco	10	25	8	20
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

Houve uma diferença marcante entre os parques no que diz respeito ao conhecimento da história geológica. Em Ribeirão Preto, apenas 7,5% dos visitantes afirmaram conhecer a geologia do local, enquanto esse número foi significativamente maior em Itu (50%). Isso reforça o impacto das informações geológicas disponíveis no parque de Itu, que auxiliam no aprendizado dos visitantes e promovem a valorização do patrimônio geológico.

Somando os que responderam “sim” com os que responderam “conheço um pouco”, Itu alcança 70%, um percentual expressivo de visitantes que sabe ao menos um pouco sobre a geologia do parque. Isso se explica, devido às informações em painéis ao longo de todo o percurso de caminhada do parque. No parque de Ribeirão Preto a somatória dos resultados dessas duas alternativas, alcançou 32,5 %, o que mostra que, diferentemente do Parque Geológico do Varvito, a maioria dos usuários do Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya desconhece a Geologia da antiga pedreira de basalto.

Mansur e Silva (2009) afirmam que os painéis informativos desempenham um papel essencial na educação dos visitantes, transmitindo informações sobre a história, geologia e ecologia da região. Ao sensibilizar o público para a preservação do patrimônio natural e cultural, tornam o conhecimento acessível a diferentes perfis, desde turistas até pesquisadores. Se em Ribeirão Preto, fossem adotados esses painéis informativos, provavelmente o conhecimento dos usuários do parque sobre a geologia local seria diferente, tendendo a ser mais próximo do percentual de Itu.

Na sequência, foi perguntado o que mais chama atenção do visitante no parque. Como cada entrevistado poderia escolher até três respostas, o total de respostas não precisou somar 100%, pois os percentuais foram calculados com base no número de entrevistados (40), como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - O que mais chama a atenção dos visitantes nos parques

O que mais chama a atenção no Parque				
Resposta	Ribeirão Preto		Itu	
	Frequência	Percentual (%)	Frequência	Percentual (%)
A paisagem natural	31	77,5	23	57,5
As formações geológicas	21	52,5	11	27,5
A história do local	3	7,5	18	45
A infraestrutura (trilhas, áreas de lazer)	14	35	15	37,5
A tranquilidade e ambiente de relaxamento	15	37,5	13	32,5
Atividades educativas e interativas	13	32,5	14	35
Fauna e flora	14	35	24	60
Outros	3	7,5	5	12,5

Fonte: Autor (2025).

A paisagem natural foi o maior destaque em ambos os locais, mencionada por 77,5% dos entrevistados em Ribeirão Preto e 57,5% em Itu. Isso sugere que o Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya, apesar de não ter um foco geológico, se destaca por sua estética e ambiente agradável, enquanto no Parque Geológico do Varvito outros fatores também influenciam a experiência dos visitantes.

Curiosamente, 52,5% dos visitantes de Ribeirão Preto citaram as formações geológicas como um fator de interesse, contra apenas 27,5% em Itu, o que pode indicar que, apesar da relevância do patrimônio geológico do Varvito, a comunicação sobre esses aspectos pode ser aprimorada. Em contrapartida, a história do local foi mais valorizada em Itu, com 45,0% dos visitantes destacando esse aspecto, enquanto apenas 7,5% o mencionaram em Ribeirão Preto. Isso reforça o papel educativo do Parque Geológico do Varvito, que não apenas apresenta formações rochosas, mas também contextualiza sua origem dentro de um cenário histórico.

A infraestrutura do parque foi mencionada por 37,5% dos visitantes de Itu e 35,0% dos visitantes de Ribeirão Preto, indicando uma valorização semelhante das estruturas voltadas ao lazer e à visitação. No entanto, diversos participantes apontaram a necessidade de melhorias na infraestrutura do Parque de Itu. As principais sugestões referem-se à manutenção das trilhas, onde foram observados buracos no percurso e pisos soltos, comprometendo a segurança dos visitantes. Além disso, destaca-se a falta de conservação das placas informativas e do afloramento geológico, bem como deficiências na limpeza do local. Outros

aspectos mencionados incluem a ausência de uma lanchonete, o estado de abandono dos brinquedos do parquinho e dos bancos das áreas de descanso, além da desativação da cachoeira artificial e do lago que abriga organismos aquáticos, o que compromete a experiência dos visitantes e a conservação do ambiente.

A fauna e a flora foram significativamente mais apreciadas no Parque do Varvito, em Itu, sendo mencionadas por 60,0% dos visitantes, em contraste com 35,0% dos visitantes de Ribeirão Preto. Esse resultado pode indicar um ecossistema mais preservado no Parque do Varvito ou uma percepção mais aguçada da biodiversidade local. Essa diferença na percepção pode estar relacionada à maior cobertura vegetal presente no Parque de Itu, que oferece maior sombreamento e diversidade arbórea em comparação ao parque de Ribeirão Preto, que apresenta extensas áreas sem cobertura vegetal significativa. No Parque de Ribeirão Preto, a fauna é o elemento mais notado pelos visitantes do que a flora, principalmente devido à presença de lagos artificiais que abrigam peixes, patos e marrecos. Já no Parque do Varvito, a densa vegetação atrai um número expressivo de aves, cuja presença chama a atenção do público, e não só os afloramentos rochosos que também compõem o atrativo natural do local.

Muitos dos frequentadores do Parque do Varvito, em Itu, podem ter associado a fauna não apenas aos animais atualmente presentes no local, mas também à presença dos icnofósseis, que se destacam no parque. Esses registros paleontológicos correspondem a vestígios de atividades biológicas de organismos que habitaram a região durante o período glacial, proporcionando uma conexão entre a biodiversidade passada e a atual. A presença desses icnofósseis pode ter enriquecido a percepção dos visitantes sobre a fauna, ampliando seu interesse tanto pelos organismos vivos quanto pelos registros deixados por espécies extintas que no passado interagiram com esse ambiente geológico.

As atividades educativas e interativas foram citadas por 35,0% dos entrevistados em Itu e 32,5% em Ribeirão Preto, um indicativo de que o parque de Itu, com sua proposta voltada para a educação geológica, atrai um público interessado nesse tipo de experiência. Os dados sugerem que, enquanto o Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya se destaca por sua paisagem e ambiente de lazer, o Parque Geológico do Varvito tem um potencial educativo que poderia ser ainda mais explorado para ampliar o reconhecimento de seu valor geológico e histórico.

Durante a visita no Parque Geológico do Varvito, observou-se diferentes formas de uso do espaço pelos frequentadores. Como por exemplo, uma sessão de fotos de formatura, onde os graduandos aproveitavam a paisagem como cenário, uma turma praticando ioga ao ar livre, em busca de bem-estar e conexão com a natureza, e um clube do livro realizando um

encontro, demonstrando como o parque também se torna um ponto de encontro para atividades culturais e recreativas.

Na visita ao Parque Municipal Drº Luis Carlos Raya, observou-se uma diversidade de atividades realizadas no local. Por exemplo: uma família reunida para um piquenique, aproveitando o ambiente ao ar livre para um momento de lazer, um grupo de oração realizando seu encontro em meio à natureza e um grupo de corredores utilizando o espaço para a prática esportiva. Essas diferentes formas de uso evidenciam a importância do parque como um ambiente de convivência, bem-estar e integração social.

Foi perguntado também a percepção do entrevistado sobre a importância do parque para a sociedade. Todos os participantes responderam que os parques são importantes para a população, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Percepção dos entrevistados sobre a importância dos parques para a sociedade

<b>Percepção sobre a Importância do Parque para a Sociedade</b>				
<b>Resposta</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Muito importante	40	100	33	82,5
Pouco importante	0	0	7	17,5
Não é importante	0	0	0	0
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

A percepção da importância do parque foi unânime em Ribeirão Preto, onde 100% dos entrevistados consideraram o espaço muito importante. Já em Itu, 82,5% compartilharam essa opinião, enquanto 17,5% o consideraram pouco importante. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que o parque de Itu é mais temático, voltado à geologia, o que pode não ser um atrativo para todos os perfis de visitantes.

De acordo com Sakata (2015) os parques urbanos desempenham um papel fundamental na conservação ambiental e na drenagem urbana, funcionando como áreas permeáveis que ajudam a mitigar os efeitos da impermeabilização das cidades. Além disso, sua principal função está no lazer e na sociabilização, promovendo convívio público e consciência coletiva. A pesquisa afirma também que os parques ajudam a conservar a biodiversidade ao proteger áreas verdes dentro das cidades, funcionando como refúgio para espécies de fauna e flora.

Foi perguntado também se os parques contribuem para a educação ambiental e geológica, os resultados estão na Tabela 10.

Tabela 10 - Percepção dos entrevistados sobre a importância dos parques para a educação ambiental e geológica

<b>Contribuição para a Educação Ambiental e Geológica</b>				
<b>Resposta</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Contribui muito	30	75	30	75
Contribui pouco	10	25	10	25
Não contribui	0	0	0	0
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

Em ambos os parques, 75% dos visitantes consideraram que o espaço contribui muito para a educação ambiental e geológica, enquanto 25% afirmaram que contribui pouco. No entanto, considerando o baixo índice de conhecimento geológico dos visitantes de Ribeirão Preto, é possível que a percepção deles sobre a educação ambiental seja mais voltada à vegetação e ao uso sustentável do espaço, enquanto em Itu, a geologia pode ser um diferencial efetivo.

Na sequência, os entrevistados deram sugestões de melhorias nos respectivos parques. Eles selecionaram apenas uma alternativa em que julgassem a mais prioritária para tornar a experiência no local ainda melhor, como mostra a Tabela 11.

Tabela 11 - Sugestão de melhoria nos parques

<b>Sugestões para melhorar a experiência no Parque</b>				
<b>Resposta</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Mais informações sobre a geologia e história do local	29	72,5	4	10,8
Melhor infraestrutura (banheiros, áreas de descanso, etc.)	5	12,5	18	48,6
Atividades educativas e interativas	5	12,5	11	29,7
Melhor sinalização	1	2,5	6	16,2
Outros	0	0	1	2,7
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

As sugestões variaram conforme a infraestrutura e o conteúdo educativo disponível. Em Ribeirão Preto, a principal demanda foi por mais informações sobre a geologia e história do local (72,5%), evidenciando um interesse reprimido por esse tipo de conhecimento. Já em Itu, onde essa informação já está disponível, a maior demanda foi por melhor infraestrutura (48,6%). Isso mostra que, uma vez atendida a necessidade de interpretação geológica, a atenção do público se volta para comodidades e serviços.

Em comparação com o Parque Geológico do Varvito, observou-se que o Parque Municipal Dr. Luis Carlos Raya, em Ribeirão Preto, conta com uma infraestrutura mais desenvolvida. O local oferece banheiros bem conservados, maior presença de segurança e um padrão de limpeza mais rigoroso, garantindo mais conforto para os frequentadores. Esses aspectos tornam o espaço mais acessível e convidativo para diferentes atividades, desde práticas esportivas até momentos de lazer em família. Já em Itu, embora o parque tenha um grande potencial educativo, a infraestrutura poderia ser aprimorada para melhorar a experiência dos visitantes.

Em Itu, 16,2% dos entrevistados apontaram a sinalização como um aspecto que precisa de melhoria. Isso se deve, em parte, à presença de diversos painéis informativos no local, que representam um atrativo para o público ao oferecerem explicações sobre a geologia e a história do parque. No entanto, alguns desses painéis estão mal conservados, com desgaste visível e dificuldade de leitura, o que compromete sua função educativa. A manutenção adequada desses materiais poderia enriquecer ainda mais a experiência dos visitantes e fortalecer o caráter didático do parque.

Os participantes da pesquisa responderam também sobre o conhecimento em relação aos termos geoconservação, geopatrimônio e geoturismo, como mostra a Tabela 12.

Tabela 12 - Percepção dos entrevistados sobre termos geoconservação, geopatrimônio e geoturismo

<b>Conhecimento sobre Geoconservação, Geopatrimônio e Geoturismo</b>				
<b>Resposta</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Conheço	9	22,5	11	26,2
Não conheço	24	60	18	42,9
Ouvi falar, mas não conheço	7	17,5	11	26,2
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

Em Itu, 26,2% dos entrevistados afirmaram conhecer esses conceitos, enquanto em Ribeirão Preto apenas 22,5% tinham esse conhecimento. A diferença não é grande, mas sugere que a simples presença de um conteúdo interpretativo não é suficiente para garantir um alto nível de conscientização. A educação ambiental e geológica precisa ser trabalhada de forma ativa para gerar um impacto significativo.

Embora o Parque Geológico do Varvito, em Itu, apresenta informações geológicas por meio de painéis explicativos, a importância da conservação geológica não é enfatizada ao público. Conceitos fundamentais como geoconservação, geopatrimônio e geoturismo não são abordados de maneira direta, o que limita a compreensão dos visitantes sobre a relevância da preservação desse ambiente.

Por fim, foi perguntado a opinião dos entrevistados sobre os painéis informativos: em Ribeirão Preto, sobre a ideia de instalação de painéis com informações geológicas do parque; e em Itu, o que acham dos painéis já instalados. Os resultados estão na Tabela 13.

Tabela 13 - Opinião dos entrevistados sobre os painéis informativos

<b>Opinião sobre a Instalação de Placas Informativas</b>				
<b>Resposta</b>	<b>Ribeirão Preto</b>		<b>Itu</b>	
	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
Excelente ideia, seria muito útil	37	92,5	36	90
Bom, mas não é essencial	3	7,5	0	0
Indiferente	0	0	4	10
Não acho necessário	0	0	0	0
Total	40	100	40	100

Fonte: Autor (2025).

Em ambos os parques, a aceitação da ideia de instalação de placas informativas foi alta. Em Ribeirão Preto, 92,5% consideraram essa ação excelente, e em Itu, 90%. Isso confirma que os visitantes valorizam informações educativas e interpretativas, independentemente do contexto do parque. Em relação à instalação de placas informativas, é importante destacar que a cidade de Itu já possui esse recurso, o que facilita a educação ambiental e o entendimento das pessoas sobre o patrimônio geológico local. As placas informativas são essenciais para promover a conscientização, além de guiar visitantes e moradores que buscam aprender mais sobre a história e a importância dos locais de interesse.

No entanto, a cidade de Ribeirão ainda não conta com essa estrutura, o que pode representar uma lacuna significativa na comunicação e na valorização do seu patrimônio

geológico. A falta de placas informativas em Ribeirão dificulta o acesso às informações essenciais sobre a área, prejudicando a experiência dos visitantes e o potencial educativo da região. Assim, é necessário investir na instalação dessas placas para garantir que o patrimônio geológico de Ribeirão seja devidamente divulgado e compreendido por todos, criando uma base sólida para o turismo e a educação ambiental.

A comparação entre os parques mostra que a presença de informações geológicas têm um impacto direto no conhecimento e na valorização do patrimônio natural por parte dos visitantes. No parque de Itu, onde há interpretação geológica, o conhecimento da história geológica é significativamente maior e há um interesse mais equilibrado entre os diferentes aspectos do espaço. Já no parque de Ribeirão Preto, há um claro desejo por mais informações geológicas, o que sugere uma oportunidade de ampliação das atividades educativas. Além disso, a infraestrutura se mostrou um fator importante para a experiência dos visitantes, reforçando a necessidade de um equilíbrio entre informação e comodidade para garantir o sucesso de um parque urbano de valor geológico.

#### 4.5 PROPOSTAS DE GEOSSÍTIOS

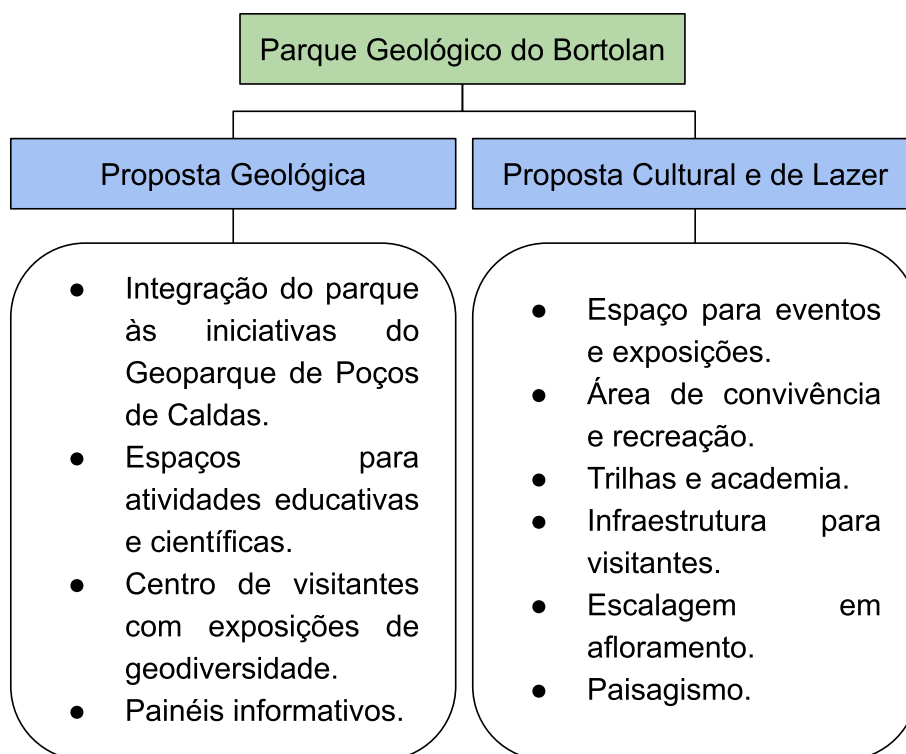
Com base nos resultados já obtidos, foi possível elaborar uma proposta sólida para a criação e valorização de geossítios em Poços de Caldas-MG. Considerou-se os dados coletados, as análises realizadas e as experiências aprendidas com os questionários aplicados em parques de Ribeirão Preto e geológico de Itu, que serviram como estudos de caso. A seguir, apresenta-se uma proposta detalhada para o desenvolvimento de um parque geológico na pedreira Bortolan e um parque de geoconservação na pedreira Novo Mundo.

##### **4.5.1 Geossítio: Parque Geológico do Bortolan**

A Pedreira do Bortolan, como mostrado anteriormente neste trabalho, representa um importante patrimônio geológico. A criação de um Parque Geológico no local visa promover a conservação do geossítio, sua integração ao Projeto Geoparque de Poços de Caldas e o desenvolvimento sustentável por meio do geoturismo e da educação ambiental.

A proposta do parque geológico abrange temas geológicos, culturais e de lazer, conforme mostra a Figura 42.

Figura 42 - Proposta geológica, cultural e de lazer do parque geológico



Fonte: Autor (2025).

#### 4.5.1.1 Proposta geológica

Situado na entrada do município para quem vem do estado de São Paulo, o Parque Geológico do Bortolan constitui a integração às iniciativas do potencial Geoparque de Poços de Caldas, concentrando informações de outros geossítios, de produtos e de serviços do geoparque.

No estudo de caso, os usuários dos parques, citaram a paisagem natural e as formações geológicas, itens que mais chamam atenção nos parques pesquisados. A área da pedreira do Bortolan inclui rochas vulcânicas e minerais específicos do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, os paredões com essas rochas, além de ser uma paisagem atrativa, servem de demonstração didática, promovendo atividades educativas voltadas para escolas, faculdades e turistas, destacando a geodiversidade da região. Aliado a isso, a criação de trilhas geológicas possibilita a observação *in loco* das feições vulcânicas e minerais características da área, contribuindo para o geoturismo e a educação ambiental. O parque pode, ainda, estabelecer parcerias com universidades e instituições de pesquisa para fomentar estudos científicos e promover a popularização da geociência, tornando-se um espaço de ensino a céu aberto.

Ademais, instituições de ensino e pesquisa podem oferecer experimentos interativos em áreas como Física, Biologia, Matemática e Artes, por exemplo. Segundo Teixeira, Alves e Muramatsu (2010), essas experiências científicas trazem benefícios para a população, como a aprendizagem de forma interativa e lúdica, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico dos visitantes, especialmente crianças e jovens. Além de proporcionar um ambiente descontraído onde os visitantes podem manipular os experimentos, levantar hipóteses e compreender fenômenos científicos de maneira prática e envolvente.

A criação de um espaço onde exposições temporárias e permanentes possam ser realizadas, abordando temas como a história da mineração no Bortolan, a geologia local e o impacto da mineração na economia e cultura de Poços de Caldas. O parque incentiva o turismo sustentável, promovendo atividades que valorizam a natureza. Caminhadas ecológicas guiadas, observação da paisagem geológica e fotografia são exemplos de atividades possíveis no local.

A instalação de painéis informativos ao longo do parque permite a divulgação de informações sobre a geologia local, incluindo a origem das rochas e sua importância dentro do contexto do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. A finalidade dos painéis informativos, segundo Pacheco e Brilha (2014), é interpretar e comunicar informações sobre o meio ambiente, história, geologia e ecologia da região de forma acessível aos visitantes. De acordo com Mansur e Silva (2009) a importância desses painéis está na sua capacidade de atender simultaneamente diversos visitantes, ter baixo custo de manutenção e combinar imagens e textos para facilitar a compreensão. Em áreas de Geoparque que é uma possibilidade de Poços de Caldas, esses painéis democratizam o conhecimento, permitindo que qualquer pessoa — desde turistas casuais até pesquisadores — compreenda melhor a história geológica e ambiental do local.

O estudo realizado com os frequentadores dos parques analisados no estudo de caso revelou que a instalação de painéis informativos é amplamente aceita pelo público. Para aprimorar a atualização digital e ampliar o acesso às informações, recomenda-se a inclusão de QR codes nos rodapés dos painéis. Um desses códigos pode direcionar os visitantes a conteúdos técnicos mais detalhados, enquanto outro pode fornecer informações gerais sobre o geossítio e o geoparque, incluindo links para redes sociais e o site oficial. A Figura 43 apresenta exemplos de painéis propostos para o Parque Geológico do Bortolan.

Figura 43 - Exemplo de painel informativo para o Parque Geológico do Bortolan

# PEDREIRA BORTOLAN

**Um Registro da Atividade Vulcânica**

A Pedreira do Bortolan faz parte do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, uma formação geológica resultante de atividade vulcânica que ocorreu há aproximadamente 83 milhões de anos. As rochas encontradas aqui, como nefelina sienito e fonólito, contam a história de um dos eventos geológicos mais importantes da região.

**Importância Científica e Cultural**

Este local é um exemplo valioso da interação entre processos naturais e ação humana. Antiga área de extração de rochas, hoje a pedreira se torna um espaço de estudo e preservação, integrando o projeto do Geoparque de Poços de Caldas.



**Preservação e Educação**

A valorização desse geossítio contribui para a conservação do patrimônio geológico e incentiva o turismo sustentável. Respeite a área, não remova rochas e ajude a preservar esse registro da história da Terra!

**Quer saber mais?**

Acompanhe os próximos painéis ao longo do geossítio. Escaneie o QR Code para acessar conteúdos interativos, vídeos explicativos e um tour virtual pelo geossítio!

Foto atual  
da  
pedreira

QR  
Code

Fonte: Autor (2025).

#### 4.5.1.2 Proposta cultural e de lazer

Além dos aspectos geológicos, o parque tem um importante papel cultural e de lazer, como pode-se observar nos dados obtidos por meio de aplicação de questionários nos parques de Itu e de Ribeirão Preto, em que a maioria das pessoas iam fazer atividades de recreação. A instalação de áreas de convivência, incluindo mirantes e espaços para descanso, torna o local mais atrativo para visitantes interessados tanto no patrimônio geológico quanto no lazer ao ar livre. A programação cultural inclui oficinas, palestras e apresentações artísticas relacionadas à identidade regional e ao patrimônio natural. Gatti (2013) afirma que a qualidade de vida de uma cidade está intrinsecamente ligada à forma como seus espaços públicos são distribuídos de maneira democrática, proporcionando locais de encontro, troca de experiências, lazer, descanso e circulação livre. Além disso, conforme destaca (Gatti, 2013, p. 8), esses espaços têm um papel essencial por serem "os únicos lugares onde a vida coletiva, sem distinção de raça e classe social, permanece inalterada".

A construção de um palco aberto é uma oportunidade para a expressão artística da comunidade. De acordo com Soares, Santos e Leite (2020) eventos de palco aberto também são chamados de sarau. Trata-se de uma reunião cultural na qual as pessoas se encontram para expressar sua criatividade e talento artístico. Um sarau pode incluir diversas formas de expressão, como dança, poesia, leitura de livros, música acústica, além de outras manifestações artísticas, como pintura e teatro. O parque pode ter uma parceria com a Secretaria Municipal de Cultura para oferecer periodicamente eventos culturais e de lazer.

O estudo de Nogueira e Fernandes (2013) evidencia que a academia ao ar livre desempenha um papel fundamental na promoção da qualidade de vida da população, proporcionando um espaço acessível para a prática de atividades físicas, lazer e bem-estar. Além de incentivar um estilo de vida mais saudável, esses espaços contribuem para a socialização entre os usuários, promovendo a convivência comunitária e a inclusão social. A instalação de aparelhos para atividades físicas, torna o parque funcional, ampliando suas possibilidades de uso para diferentes públicos.

Os afloramentos rochosos de tinguaito apresentam um grande potencial para a prática da escalada em rocha, devido às suas características fisionômicas. Esse esporte vem ganhando cada vez mais adeptos no Brasil, e sua modalidade estreou como esporte olímpico nos Jogos de Tóquio, em 2020. A escalada em rocha combina esforço físico e concentração mental, promovendo a interação sustentável com os recursos naturais, especificamente os afloramentos rochosos, podendo ser um atrativo diferente para o parque (Scarascia *et al.*, 2022).

Criar espaços ao ar livre com bancos, mirantes para observação da paisagem e locais para piqueniques, torna o parque um destino para famílias e visitantes que buscam lazer em meio à natureza. Para garantir conforto e segurança, são instalados banheiros, placas de sinalização e iluminação adequada.

As áreas que formam pântanos podem ser aproveitadas para criação de lagos e espelhos d'água, que segundo Vavallo e Romero (2025) possuem uma função estética, simbólica e ambiental na arquitetura e no paisagismo ao longo da história. Além de criarem composições visuais impressionantes ao refletirem edifícios e paisagens, ampliando a percepção do espaço, também carregam significados culturais e espirituais, como na arquitetura islâmica, onde representa a purificação e a separação de elementos importantes. Do ponto de vista ambiental, ainda de acordo com o autor, ajudam na climatização ao reduzir a temperatura e aumentar a umidade, tornando os ambientes mais agradáveis. Além disso,

podem atuar na organização do espaço, guiando o olhar para pontos focais e estruturando jardins, como nos palácios e vilas renascentistas.

A acessibilidade no parque para pessoas com deficiência é um item que não pode faltar, pois não é apenas uma questão de infraestrutura, mas um compromisso com a inclusão, a educação e o direito ao lazer para todos, permitindo que um público diverso possa aproveitar o parque. De acordo Lima, Melo e Gimenes-Minasse (2019), a acessibilidade permite que pessoas com deficiência participem plenamente das atividades de lazer, turismo e educação ambiental, garantindo seu direito ao uso dos espaços públicos. A Constituição Federal de 1988 e outras legislações nacionais determinam que todos devem ter igualdade de acesso a esses espaços. Pessoas com deficiência devem ser capazes de visitar o parque de forma independente e segura, sem depender constantemente de auxílio externo. Isso inclui a presença de infraestrutura acessível, como rampas adequadas, sinalização tátil e comunicação visual eficiente. Os itens de acessibilidade estão descritos no Quadro 11.

Quadro 11 - Descrição dos itens de acessibilidade do parque geológico

(continua)

<b>Categoria</b>	<b>Itens de Acessibilidade</b>	<b>Descrição</b>
Acessibilidade física (mobilidade reduzida e cadeirantes)	Caminhos e trilhas acessíveis	Pisos regulares, firmes, antiderrapantes e nivelados.
	Rampas de acesso	Inclinação máxima de 8,33%, corrimãos duplos (70 e 92 cm).
	Escadas adaptadas	Corrimãos, sinalização tátil no início e no fim dos degraus.
	Vagas de estacionamento reservadas	Próximas à entrada, com piso estável e sinalização adequada.
	Sanitários adaptados	Portas largas (mín. 80 cm), barras de apoio, espaço para manobra e pias acessíveis.
	Bancos e mobiliário acessível	Áreas de aproximação para cadeirantes, assentos em diferentes alturas.
Acessibilidade visual (baixa visão e cegueira)	Piso tátil direcional e de alerta	Para guiar o percurso e indicar mudanças de nível ou obstáculos.
	Mapas táteis na entrada	Para orientar visitantes com deficiência visual.
	Placas e sinalizações em Braille e alto relevo	Informações estratégicas nas entradas, trilhas e atrações.
	Audioguias ou QR codes com descrição sonora	Explicações sobre o parque e seus atrativos.
	Iluminação adequada	Evita reflexos e sombras excessivas para facilitar a navegação.
Acessibilidade auditiva	Placas informativas e sinalizações visuais claras	Letras grandes, bom contraste e símbolos universais.
	Material educativo com legendas	Vídeos e painéis interativos devem ter legendas e/ou tradução em LIBRAS.
	Treinamento de funcionários em LIBRAS	Para atendimento adequado a visitantes com deficiência auditiva.

Quadro 11 - Descrição dos itens de acessibilidade do parque geológico

(conclusão)

<b>Categoria</b>	<b>Itens de Acessibilidade</b>	<b>Descrição</b>
Acessibilidade comunicacional e sensorial	Áreas de descanso sensorial	Espaços para visitantes neurodivergentes (ex.: autistas).
	Sistema de alerta visual	Luzes piscantes para emergências (ex.: evacuação, incêndios).
	Informações em linguagem simples	Para garantir compreensão por todos os visitantes.
Adaptação de atividades e atrativos	Brinquedos e equipamentos acessíveis	<i>Playgrounds</i> com balanços para cadeirantes, mesas sensoriais, etc.
	Trilhas e mirantes acessíveis	Com corrimãos, superfícies niveladas e sinalização adequada.
	Interação sensorial com a natureza	Jardins sensoriais, áreas com elementos táteis e sonoros.

Fonte: Autor (2025).

A implementação de uma infraestrutura totalmente acessível no parque representaria um diferencial significativo em relação a outras Unidades de Conservação, consolidando-o como um modelo de inclusão e acessibilidade no turismo e na educação ambiental. Ao atender integralmente às diretrizes da NBR 9050/2015 e às legislações de acessibilidade, o parque ampliaria seu público potencial, proporcionando autonomia e segurança a visitantes com deficiência física, visual, auditiva e intelectual, além de atender idosos, gestantes e pessoas com mobilidade reduzida. O que se destaca como um diferencial em relação aos dois parques visitados para a pesquisa realizada, em que não se observou tais sinalizações e adaptações.

#### 4.5.2 Geossítio: Parque de Geoconservação Pedreira Novo Mundo

A Pedreira Novo Mundo representa um patrimônio geológico, com características que a tornam um local ideal para a criação de um Parque de Geoconservação. Este parque seria pioneiro no mundo, integrando conservação, educação, pesquisa e turismo sustentável, com foco na valorização e proteção do geopatrimônio. A proposta visa transformar a área em um modelo global de geoconservação, destacando a importância da geodiversidade e promovendo a conscientização ambiental.

A aplicação de questionários nos parques analisados no estudo de caso revelou que, por unanimidade, os frequentadores consideram que esses espaços contribuem significativamente para a educação ambiental e geológica: a ampla maioria respondeu que contribui muito e o restante que contribui pouco. No entanto, a maioria dos entrevistados demonstrou desconhecimento sobre o conceito de geoconservação, um tema essencial para a

promoção da educação e a preservação do patrimônio geológico e ambiental. Diante desse cenário, a implementação de um parque voltado à geoconservação seria uma estratégia útil para ampliar a conscientização pública, incentivar a valorização do patrimônio geológico e integrar ações educativas que promovam a conservação dos geossítios.

O estudo de Mansur (2019) apresenta ações para divulgar a geoconservação, e afirma que é fundamental integrar conceitos geológicos ao ensino formal, aproximando universidades, entidades técnico-científicas e escolas, além de traduzir o conhecimento para uma linguagem acessível por meio de museus, centros de ciência e ações interativas.

A Pedreira Novo Mundo, já inventariada e qualitativamente avaliada, localiza-se em uma região de relevância geológica singular, apresenta formações rochosas, minerais e estruturas geológicas que contam a história evolutiva da Terra. A criação de um Parque de Geoconservação no local tem como objetivos principais:

- Conservação do patrimônio geológico: Proteger as formações geológicas únicas e garantir sua preservação para as gerações futuras;
- Educação e conscientização: Promover o conhecimento sobre geociências e a importância da geodiversidade;
- Pesquisa científica: Fomentar estudos geológicos e interdisciplinares;
- Turismo sustentável: Desenvolver atividades de geoturismo que valorizem o patrimônio natural sem degradá-lo;
- Inclusão social e acessibilidade: Garantir que o parque seja acessível a todos, incluindo pessoas com deficiência.

Além dos objetivos fundamentais mencionados, a criação do Parque de Geoconservação Pedreira Novo Mundo também pode desempenhar um papel significativo na economia local, impulsionando o turismo sustentável e promovendo oportunidades de geração de renda para a comunidade. A experiência internacional em geoparques demonstra que iniciativas desse tipo podem fortalecer cadeias produtivas associadas ao turismo, à educação ambiental e à divulgação científica, incentivando a criação de produtos e serviços relacionados ao patrimônio geológico. Dessa forma, o parque pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico da região, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável (Nascimento; Ruchkys; Mantesso Neto, 2008).

Outro aspecto relevante é a necessidade de estratégias eficazes de gestão e monitoramento do parque. Para garantir a preservação do patrimônio geológico e a eficácia das atividades educativas e turísticas, torna-se essencial a implementação de planos de manejo baseados em diagnósticos técnicos, análises de risco e diretrizes de conservação. Além disso,

é recomendável a adoção de tecnologias de monitoramento ambiental, como sensores remotos e modelagem geoespacial, para avaliar impactos e otimizar a gestão do território.

A participação da comunidade local também se destaca como um fator crucial para o sucesso do projeto. Ações de envolvimento comunitário, como oficinas, cursos e programas de capacitação, podem fortalecer o senso de pertencimento da população e fomentar a valorização do patrimônio geológico. Além disso, a integração do parque com instituições acadêmicas e centros de pesquisa possibilita a realização de projetos interdisciplinares, ampliando o conhecimento científico sobre a região e incentivando a formação de novos profissionais na área das geociências. Os itens geológicos e culturais propostos na seção 4.5.1 podem também ser usados para PNM.

Ademais, a criação do Parque de Geoconservação Pedreira Novo Mundo pode servir como referência para políticas públicas voltadas à geoconservação, estimulando a formulação de diretrizes normativas e incentivos para a proteção de sítios geológicos de relevância em outras localidades. A articulação com redes de geoparques e organismos internacionais pode fortalecer a visibilidade do projeto e viabilizar parcerias estratégicas para sua implementação e manutenção.

A criação do Parque de Geoconservação da Pedreira Novo Mundo tende a gerar impactos positivos em múltiplas dimensões, como a conservação ambiental, a educação geocientífica, o fortalecimento social, o desenvolvimento de pesquisas e o estímulo ao turismo sustentável. Em primeiro lugar, a conservação do patrimônio geológico garantirá a proteção de formações únicas e raras, contribuindo para a preservação da geodiversidade. Em segundo lugar, as ações educativas e de divulgação científica promoverão a conscientização sobre a importância da geoconservação e da sustentabilidade. O turismo sustentável, por sua vez, impulsionará o desenvolvimento local, gerando benefícios econômicos e sociais para a região. Por fim, o parque se tornará um modelo global de geoconservação, inspirando iniciativas semelhantes em outras partes do mundo e reforçando o papel da geodiversidade como um recurso essencial para o desenvolvimento sustentável.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora desativadas, as Pedreiras Bortolan (PB) e Novo Mundo (PNM) apresentaram, nas avaliações qualitativas e quantitativas, resultados expressivos que destacam sua relevância geológica e patrimonial. PB evidenciou alto valor científico, turístico e educacional, reforçando sua importância como um geossítio consolidado. PNM, embora requeira investigações científicas mais aprofundadas, revelou elevado potencial, especialmente por apresentar características geológicas que sugerem a ocorrência de litologias e minerais raros — como o mineral amarelo identificado nos tinguaítos, sem registros anteriores na literatura, mas semelhantes aos encontrados na PB. Os valores educacionais e turísticos atribuídos à PNM também se mostraram significativos.

Ambas as áreas podem, portanto, ser consideradas patrimônios geológicos com potencial concreto para integrarem a rede de geossítios do projeto Geoparque de Poços de Caldas. Contudo, a análise do risco de degradação aponta uma situação preocupante: as duas pedreiras apresentam risco de perda de seu geopatrimônio, sendo a situação da Pedreira Novo Mundo (NM) particularmente crítica. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de ações voltadas à geoconservação, que garantam a integridade e o aproveitamento sustentável desses locais.

Com base no diagnóstico socioambiental — elaborado a partir de estudos de caso em áreas similares, como os parques urbanos de pedreiras em Itu (SP) e Ribeirão Preto (SP) — concluiu-se que essas áreas, atualmente abandonadas após o encerramento de suas atividades mineradoras, devem ser revitalizadas com novas funções públicas. Assim, propõe-se a transformação da Pedreira Bortolan em um Parque Geológico, com ênfase em lazer, educação e interpretação geológica, e da Pedreira Novo Mundo em um Parque de Geoconservação, priorizando ações de preservação, educação patrimonial e envolvimento comunitário.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa serviu como norteadora para a valorização de dois geossítios, Pedreira Bortolan e Pedreira do Novo Mundo, destacando suas potencialidades para o desenvolvimento de atividades educacionais e de lazer, que possam promover práticas de geoconservação e fomentar o geoturismo na região de Poços de Caldas (MG).

A partir desta base inicial, diversos desdobramentos podem ser realizados com o objetivo de aprofundar o conhecimento geocientífico local e consolidar iniciativas de preservação e uso sustentável do patrimônio geológico. Entre os principais trabalhos futuros, destacam-se:

- A caracterização mineralógica detalhada da Pedreira do Novo Mundo;
- A caracterização petrológica de ambas as pedreiras, visando compreender melhor as texturas e estruturas de suas rochas;
- A realização de inventários e avaliações quantitativas de outros possíveis geossítios no município de Poços de Caldas;
- A quantificação e categorização dos geossítios da região, com base em critérios de relevância científica, educativa e turística;
- A elaboração de um projeto estruturado do Geoparque de Poços de Caldas, alinhado aos critérios estabelecidos pela UNESCO, com o intuito de tornar-se um aspirante à chancela internacional, em parceria com a comunidade local, órgãos públicos e instituições privadas.

Essas ações contribuirão para fortalecer a gestão territorial integrada, ampliar o reconhecimento do patrimônio geológico regional e estimular a participação social na conservação e valorização dos geossítios.

## REFERÊNCIAS

- ABAIXO-ASSINADO pede criação de mais um Parque Municipal em Poços de Caldas. **Onda Poços**. Poços de Caldas. 08 jun. 2022. Disponível em: <https://ondapocos.com.br/abaixo-assinado-pede-criacao-de-mais-um-parque-municipal-em-pocos-de-caldas/>. Acesso em: 02 dez. 2024.
- ALVES, Francisco Rubens *et al.* Sedimentação associada ao vulcanismo alcalino de Poços de Caldas (Divinolândia, SP). **Boletim IG**, [s. l.], v. 6, p. 13-19, 12 jan. 1975.
- ARAÚJO, Eugénia Leandro da Silva. **Geoturismo: conceptualização, implementação e exemplos de aplicação ao Vale do Rio Douro no sector porto-pinhão**. 2005. 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.
- ARRUDA, Karlla Emmanuelle Cunha; GARCIA, Maria Da Glória Motta; DEL LAMA, Eliane Aparecida. Inventário geológico do patrimônio construído no litoral Norte do estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Paranaense de Geologia**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 15-33, jun. 2017.
- AZZI, Andrezza de Almeida. **Caracterização cristaloquímica de minerais do Complexo Alcalino de Poços de Caldas – MG**. 2019. 144 f. Tese (Pós Doutorado em Ciências Naturais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, set. 2019.
- BARBOSA, Gabriel Gomes. **Fechamento de mina: uma abordagem técnico-jurídica do cenário nacional e internacional**. 2021. 70 f. Monografia (Curso de Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Catalão, Catalão, 2021.
- BERAAOUZ, Mohamed *et al.* An inventory of geoh heritage sites in the Draa Valley (Morocco): a contribution to promotion of geotourism and sustainable development. **Geoheritage**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 241–255, 26 July 2017.
- BRILHA, José Bernardo Rodrigues *et al.* Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. **Episodes**. Braga, Portugal, v. 28, n. 3, p. 177-186, Jan. 2005.
- BRILHA, José Bernardo Rodrigues. Geoparques do Brasil / Propostas. *In*: SBG (org.). **A Rede Global de Geoparques Nacionais: um instrumento para promoção internacional da geoconservação**. [s.l.]: CPRM, 2012. v. 1, Cap. 2. p. 29-37.
- BRILHA, José Bernardo Rodrigues. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 119-134, June 2016.
- BRILHA, José Bernardo Rodrigues. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. 1. ed. Braga, Portugal: Palimage Editores, 2005.
- CARBONARI, Matheus Curti Veloso. **Levantamento de informações geológicas, ambientais e turísticas para elaboração de mapeamento do geoparque digital de Poços de Caldas - MG**. 2022. 89 f. Monografia (Curso de Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2022.

CARNEIRO, Celso Dal Ré. Glaciação antiga no Brasil: parques geológicos do Varvito e da Rocha Moutonnée nos municípios de Itu e Salto, SP. **Terra e Didática**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 209–219, 15 dez. 2016.

CBG. Congresso Brasileiro de Geologia. **Grade**. Belo Horizonte. 2024. Disponível em: <https://51cbg.com.br/evento/cbg2024/programacao/gradeatividades/todas> . Acesso em: 25 nov. 2024.

CHAPMAN, Neil *et al.* The Poços de Caldas project: summary and implications for radioactive waste management. **Uppsala: SKB – Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co**, Wettingen, Switzerland, v. 1, Jan. 1991.

CHRISTOFOLLETTI, Caio; ATENCIO, Daniel. Estudo de minerais primários e secundários do tinguaito da Pedreira Bortolan e adjacências, Poços de Caldas, Minas Gerais. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45., 2010, Belém. **Anais [...]**. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 2010.

COSTA, Jhully. Geoparque transforma Caçapava do Sul e belezas como a Pedra do Segredo atraem visitantes. **Zero Hora**. [s.l.], 28 jul. 2023. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2023/07/geoparque-transforma-cacapava-do-sul-e-belezas-como-a-pedra-do-segredo-atraem-visitantes-clkmnhjfa005c0179c6w6f5lj.html#:~:text=Com%20rochas%20sedimentares%20marinhas%20e,e%20end%C3%AAmicas%20do%20bioma%20pampa>. Acesso em: 21 set. 2024.

COSTA, Silas Samuel dos Santos; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do. Mapa dos projetos, aspirantes e geoparques mundiais da UNESCO no Brasil. **Figshare**, [s.l.], 2 abr. 2024.

CPRM. Serviço Geológico Do Brasil. Geodiversidade. **Relatório anual**, 2006. Disponível em: [https://www.sgb.gov.br/documents/d/guest/geodiversidade\\_ano6-pdf#:~:text=Geodiversidade%20%C3%A9%20a%20natureza%20abi%C3%B3tica,desenvolvimento%20da%20vida%20na%20Terra](https://www.sgb.gov.br/documents/d/guest/geodiversidade_ano6-pdf#:~:text=Geodiversidade%20%C3%A9%20a%20natureza%20abi%C3%B3tica,desenvolvimento%20da%20vida%20na%20Terra). Acesso em: 18 maio 2024.

DEL LAMA, Eliane Aparecida *et al.* Geoturismo em Ribeirão Preto (SP). **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 1-16, 5 maio 2023.

DOMENICI, Thiago. Minas abandonadas ameaçam comunidades e ambiente. **Publica**. [s.l.], 2016. Disponível em: <https://apublica.org/2016/03/minas-abandonadas-ameacam-comunidade-s-e-ambiente>. Acesso em: 24 jan 2024.

DOWLING, Ross. Global geotourism – An emerging form of sustainable tourism. **Journal of Tourism**, Sydney, v.2, n. 2, p. 59-79, Dec. 2013.

DOWLING, Ross; NEWSOME, David. Geotourism: definition, characteristics and international perspectives. **Handbook of geotourism**, [s.l.], p. 1-22, 26 Oct. 2018.

ELLERT, Reinholt. Contribuição à Geologia do Maciço Alcalino de Poços de Caldas. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo: Geologia**, São Paulo, n. 18, p. 5-60, 3 dez. 1959.

FIGUEIREDO, Carolina *et al.* Caracterização petrográfica dos chibinito e lujauro da Pedra do Balão do complexo alcalino de Poços de Caldas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 49., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 2018.

FIGUEIREDO, Lucas. **Fechamento de mina no Brasil**: revisão e cenário atual. 2022. 48 f. Monografia (Curso em Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

FURLAN, Lucas Moreira *et al.* Revista parque geológico do varvito: edição comemorativa pelos 20 anos de fundação do parque. *In: CONGRESSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA DA UNESP*, 8., 2015, [s.l.]. **Anais [...]**. [s.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2015.

FURTADO, Rui; QUINAZ, Carlos; BASTOS, Renato. New Braga Municipal Stadium, Braga. **Structural engineering international**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 72-76, 23 Mar. 2005.

GATTI, Simone. Espaços públicos. Diagnóstico e metodologia de projeto. **ABCP**, São Paulo, v.1, n.1, p. 1-96, 2013.

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL. **Geoparque**, Praia Grande, SC, 2024. Disponível em: <https://canionsdosul.org/geoparque/>. Acesso em: 20 set. 2024.

GEOPARQUE CAÇAPAVA. **Universidade Federal de Santa Maria**, [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pro-reitorias/pre/geoparque-cacapava>. Acesso em: 20 set. 2024.

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL. **Geoparque Costões e Lagunas**, [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.geoparquecostoeselagunas.com/geoparque-caminhos-dos-canions-do-sul/>. Acesso em: 20 set. 2024.

GEOPARQUE SERIDÓ. **Geoparque Seridó**, Currais Novos, RN, 2022. Disponível em: <https://geoparqueserido.com.br/>. Acesso em: 20 set. 2024.

GEOPARQUE UBERABA. **Geoparque Uberaba**, Uberaba, MG, 2024. Disponível em: <http://www.geoparqueuberaba.com.br/geoparqueUberaba.php>. Acesso em: 21 set. 2024.

GRAY, Murray. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 1. ed. Chichester, England: John Wiley and Sons, 2004.

GGN. Global Geoparks Network. **About us**, 2014 Disponível em: <https://www.globalgeoparksnetwork.org/about/about-us> . Acesso em: 15 ago. 2024.

GGN. Global Geoparks Network. **2004-2024 20 years of collaboration for geo-conservation and sustainable development**. 2024. Disponível em: [https://www.globalgeoparksnetwork.org/sites/default/files/2024-03/GGN\\_MAP\\_AFISA\\_2023-2024\\_20TH\\_11\\_12\\_2023.pdf](https://www.globalgeoparksnetwork.org/sites/default/files/2024-03/GGN_MAP_AFISA_2023-2024_20TH_11_12_2023.pdf) . Acesso em: 11 out. 2024.

GONÇALVES, Carolina; RIBEIRO, Francisco Eduardo. **História da mineração no planalto de Poços de Caldas – MG**. 2023. 85 f. Monografia (Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2023.

GROHMANN, Carlos Henrique; RICCOMINI, Cláudio; ALVES, Fernando Machado. SRTM-based morphotectonic analysis of the Poços de Caldas Alkaline Massif, southeastern Brazil. **Computers & Geosciences**, [s.l.], v. 33 , n. 1, p. 10-19, 2007.

HARLEY, Brian. Mapas, saber e poder. **OpenEdition Journals**, Confins, v. 5, p. 2-24, 2009.

HAYASHI, Carmino; SARDINHA, Diego de Souza; PAMPLIN, Paulo Augusto Zaitune. (org.). **Ciências ambientais: diagnósticos ambientais**. 1. ed. Ribeirão Preto: Carmino Hayashi, 2020. p. 7-22.

HOLMES, PITY NOY. Geomorphological and hydrogeological features of the Poços de Caldas caldeira analogue study. **Journal of Geochemical Exploration**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 215-247, Nov. 1992.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base cartográfica contínua do Brasil (BC250)**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: 2023. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/bc250/versao2023](https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2023) . Acesso em: 15 abr. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html> . Acesso em: 28 out. 2024.

IGC. International Geological Congress. **Geoheritage: heritage sites, collections, geosites, geoparks**. Busan, 2024. Disponível em: <https://www.iugs.org/history>. Acesso em: 25 nov. 2024.

JÁCOME, Igor. Conheça o Geoparque Seridó, reconhecido pela Unesco como território de relevância mundial. **G1 RN**, [s.l.], 14 abr. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/04/14/conheca-o-geoparque-serido-reconhecido-pela-unesco-como-territorio-de-relevancia-mundial.ghtml> . Acesso em: 23 set. 2024.

KOLYA, André de Andrade *et al.* Parque geológico como proposta de uso futuro para área minerada. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 16, 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2018.

KOZŁOWSKI, Stefan. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. **Przegląd Geologiczny**, [s.l.], v. 52, n. 8/2, p. 833-837, 2004.

KUBALIKOVÁ, Lucie. Geomorphosite assessment for geotourism purposes. **Czech Journal of Tourism**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 80-104, 2013.

KUHN, Caiubi Emanuel Souza *et al.* Public policies for geodiversity in Brazil. **Geoheritage**. [s.l.], v. 14, n. 74, p. 1-16, 23 May. 2022.

LARWOOD, Jonathan. PROSSER, Colin. Geotourism, conservation and society. **Geologica Bale**, [s.l.], v. 28, n. 3/4, p. 97-100, Jan. 1998.

LIMA, Ana Beatriz Leça de; MELO, Ismail Barra Nova de; GIMENES-MINASSE, Maria Henriqueta Sperandio Garcia. Acessibilidade do parque Natural Municipal Victório Siquierolli (Uberlândia/MG) para visitação de pessoas com deficiências física, auditiva e visual. **Caderno Virtual de Turismo**, [s.l.], v. 19, n. 3, 27 set. 2019.

MANSUR, Kátia Leite *et al.* Iniciativas institucionais de valoriza o do patrimônio geológico do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, v. 70, n. 1, p. 2- 27, 17 dez. 2013.

MANSUR, Kátia Leite. Projetos educacionais para a populariza o das geociências e para a geoconserva o. **Geologia USP**, [s.l.], v. 5, Publica o Especial, p. 63-74, 10 jan. 2009.

MANSUR, Kátia Leite; SILVA, Antonio Soares. Society’s response: assessment of the performance of the “Caminhos Geológicos” (“Geological Paths”) project, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Geoheritage**, [s.l.], v. 3, p. 27–39, 12 Dec. 2011.

MAPS, Google. **Poços de Caldas**. 2024. Disponível em: [https://www.google.com/maps/place/Po%C3%A7os+de+Caldas,+MG/@-21.7936155,-46.705317,10.65z/data=!4m6!3m5!1s0x94c9c32c478c87cf:0xfb00e9b3715381fe!8m2!3d-21.7853787!4d-46.5619303!16s%2Fg%2F1ymv3sjht?entry=tту&g\\_ep=EgoyMDI0MTEyNC4xIKXMDSoASAFAQAw%3D%3D](https://www.google.com/maps/place/Po%C3%A7os+de+Caldas,+MG/@-21.7936155,-46.705317,10.65z/data=!4m6!3m5!1s0x94c9c32c478c87cf:0xfb00e9b3715381fe!8m2!3d-21.7853787!4d-46.5619303!16s%2Fg%2F1ymv3sjht?entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MTEyNC4xIKXMDSoASAFAQAw%3D%3D). Acesso em: 02 dez. 2024.

MARQUES, Raissa Silva. **Elabora o e confec o de painéis de divulga o geocientífica no âmbito do geossítio de Poços de Caldas - MG**. 2016. 108 f. Inicia o Científica (Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2016.

MAXWELL, Day *et al.* Bortolanite, Ca<sub>2</sub>(Ca<sub>1.5</sub>Zr<sub>0.5</sub>)Na(NaCa)Ti(Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)<sub>2</sub>(FO)F<sub>2</sub>, a new rinkite-group (seidozerite supergroup) TS-block mineral from the Bortolan Quarry, Poços de Caldas massif, Minas Gerais, Brazil. **The Canadian Mineralogist**, [s.l.], v. 60, n. 1, p. 699-712, 19 Aug. 2022.

MC KEEVER, Patrick; LARWOOD, Jonathan; MCKIRDY, Alan. Geotourism in Ireland and Britain. **Geotourism**. Routledge, v. 1, n. 1, p. 180-198, Dec. 2006.

MENDES, Beatriz; MONTEIRO, Lavínia; SOUZA, Vitória. **Potencial geoturístico da região de Poços de Caldas, MG**. 2022. 102 f. Monografia (Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2022.

MIGON , Piotr; PIJET-MIGON , Edyta. Geoconservation history of a Basalt Quarry – The case of Mt. Wilko ak, Land of Extinct Volcanoes Geopark, SW Poland. **Geoheritage**. v. 1, n. 1, p. 2-18, 7 June 2024.

MINAS GERAIS. Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais. **Palace Hotel Poços de Caldas**. 2024. Disponível em: <http://www.codemge.com.br/atividades-em-destaque/turismo/turismo-de-lazer/palace-hotel-pocos-de-caldas/>. Acesso em: 28 dez. 2024.

MONTEIRO, Vinícius Arcanjo. **Inventário de reconhecimento do Patrimônio Geológico do Maciço Alcalino de Poços de Caldas, divisa SP/MG**. 2018. 270 f. Disserta o (Mestrado em Ensino e História de Ciências Da Terra) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

MOREIRA, Jasmine Cardozo. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.

MOTA, Bianca Célia *et al.* **Saúde, ambiente e sociedade**. 1. ed. Campina Grande: Editora Portal Tecnológico, 2022.

MOURA, Pâmella; GARCIA Maria da Glória Motta; BRILHA, José Bernardo Rodrigues. Guidelines for management of geoheritage: an approach in the Sertão central. Brazilian Northeastern Semiarid. **Geoheritage**, [s.l.], v. 13, n. 42, p. 1–15, 01 May 2021.

NASCIMENTO, Marcos; RUCHKYS, Úrsula; MANTESSO NETO, Virgínio. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico**. 1. ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

NIETO ALBERT, Luis Miguel. Patrimônio geológico cultural y turismo. **Boletín del Instituto de Estudios Ginnenses**, [s.l.], v. 1, n. 182, p. 109-124, 2001.

NOGUEIRA, Renato Souza; FERNANDES, Vera Lúcia da Costa. O espaço saúde e lazer: a academia ao ar livre em questão. **Universidade do Estado do Pará**, Belém, p. 1-15, 2013.

OLIVEIRA, Luciano Amaral. Mapeamento semântico do turismo sustentável (arquitetando um novo país). **Boletim Técnico do Senac**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 12-19, jan./abr. 2004.

PACHECO, João; BRILHA, José Bernardo Rodrigues. Importância da interpretação na divulgação do patrimônio geológico: uma revisão. **Comunicações Geológicas**, [s.l.], v. 101, n. 1, p. 101-107, dez. 2014.

PEREIRA, Ricardo Galeno Fraga de Araújo. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010. 295 f. Tese (Doutorado em Ciências Especialidade em Geologia) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2010.

PIMENTEL, Nuno; PEREIRA, Bruno; SILVA, Miguel Reis. From geoheritage to geosites at the Oeste Aspiring Geopark (Portugal). **Geoheritage**. [s.l.], v. 16, n. 31, p.1-21, 21 Feb. 2024.

PIRES, Paulo dos Santos. A dimensão conceitual do ecoturismo. **Turismo: Visão e Ação**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 75-91, jan./jun. 1998.

PIZA, Brenda Cristina Gomes; BRABO, Nayara Cristina. **Caracterização de potenciais geossítios da Caldeira Vulcânica de Poços de Caldas**. 2023. 98 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental e Urbana) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2023.

POÇOS DE CALDAS. Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Cultural e Turístico de Poços de Caldas. **ATA-170-CONDEPHACT**. 13 nov. 2019. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/ATA-170-CONDEPHACT.pdf>. Acesso em: 04 out. 2024.

POÇOS DE CALDAS. Prefeitura Municipal. **Relevo**. 03 ago. 2017. Disponível em: <https://pocosdecaldas.mg.gov.br/perfil/relevo/>. Acesso em: 02 set. 2024.

POWELL, C. About dalhalla. **Dalhalla**. [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.dalhalla.se/en/om-dalhalla/>. Acesso em: 24 nov. 2024

PROUST, Marcel. **Em busca do tempo perdido: A prisioneira**. 13. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca Azul, 2012.

QUARTA COLÔNIA, **Geoparque Quarta Colônia**. [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.geoparquequartacolonia.com.br/home>. Acesso em: 22 set. 2024.

REIS, Caroline Rodrigues Araújo. **Geoprocessamento e mapeamento das informações do roteiro do geoparque no município de Poços de Caldas**. 2016. 156 f. Iniciação Científica (Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2016.

REVERTE, Fernanda Coyado *et al.* Inventário de geossítios como instrumento de gestão e preservação da memória geológica: exemplo de geossítios vulneráveis da Bacia de Taubaté (São Paulo, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 1-23, 07 jun. 2019.

ROCHA, Leonardo Cristian; FERREIRA, Arlon Cândido; FIGUEIREDO, Múcio do Amaral. A Rede Global de Geoparques e os desafios da integração dos Geoparques Brasileiros. **Caderno de Geografia**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 271- 292, 23 nov. 2017.

SAKATA, Francine Gramacho. O parque urbano brasileiro do século XXI. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [s.l.], v. 3, n. 7, 30 ago. 2015.

SANTOS, André Luiz Conceição; SANTOS, Fabiana dos. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza – Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico**, São Paulo, n. 10, p. 57-67, dez. 2010.

SARDINHA, Diego de Souza, *et.al.* Geoquímica fluvial e balanço de denudação em tinguaitos de Poços de Caldas, Minas Gerais. **Geologia USP. Série Científica**, [s.l.], v. 18, n. 1, p. 259-272, 01 mar. 2018.

SARDINHA, Diego de Souza; GODOY, Letícia Hirata. Geodiversidade da Caldeira Vulcânica de Poços de Caldas (MG), Brasil: planejamento para a exploração geoturística. *In*: SARDINHA, Diego de Souza; GODOY, Letícia Hirata. Geodiversidade e geoconservação na região da caldeira vulcânica de Poços de Caldas (MG), Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 31-45, 2019.

SBG. Sociedade Brasileira de Geologia. **Comissão de Geoparques**. 2020. Disponível em: <http://www.geoparques-sbg.org.br/set2020.htm>. Acesso em: 13 out. 2024.

SCARASCIA, Pietro *et al.* Programa de abertura de escalada em rocha na Floresta Nacional de Ipanema. **Biodiversidade Brasileira**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 121-139, 01 abr. 2022.

SCHORSCHER, Johann Hans Daniel; SHEA, Michael. The regional geology of the Polos de Caldas alkaline complex: mineralogy and geochemistry of selected nepheline syenites and phonolites. **Journal of Geochemical Exploration**, Amsterdam, v. 45, n. 1-3, p. 25-51, 20 July 1992.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Geoparques**. 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/gestao-territorial-projeto-geoparques>. Acesso em: 12 out. 2024.

SHARPLES, Chris. Concepts and principles of geoconservation. **Tasmanian Parks & Wildlife**. Service, Australia, v. 3, n.1, p. 1-81, Sept. 2002.

SILVA, Cássio Roberto da. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. 1. ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SIMÕES, Ianka Carvalho. **Coleta de informações sobre os pontos de interesse e a elaboração de painéis informativos, com base nas características geoambientais da região**. 2016. 102 f. Iniciação Científica (Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2016.

SIRAKAYA, Ercan; SASIDHARAN, Vinod; SÖNMEZ, Sevil. Redefining Ecotourism: the need for a supply side view. **Journal of Travel Research**, v. 38, n.2, p. 168-172, Nov. 1999.

SOARES, José Wlamir Barreto; SANTOS, Mauro José dos; LEITE, Douglas Vieira. Palco aberto: expressando a arte no ambiente escolar. **Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do IFS**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 102-105, 27 out. 2020.

STANLEY, Mick. Geodiversity. **Earth Heritage**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 15-18, 2000.

TEIXEIRA, Jonny Nelson; ALVES, Luis Augusto; MURAMATSU, Mikiya. Projeto Arte e Ciência no Parque: uma abordagem de divulgação científica interativa em espaços abertos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 27, n. 1, p. 171-187, 14 maio 2010.

TOUR na lagoa da Pedreira de Joana D'arc. **Capixaba da Gema**. Vitória, 07 jan. 2016. Disponível em: <http://www.capixabadagama.com.br/tour-na-lagoa-da-pedreira-de-joana-darc-vitoria/>. Acesso: 29 out. 2018.

TSUGAWA, Juliana Keiko; ATENCIO, Daniel. Minerais raros da Pedreira Bortolan, Poços de Caldas (MG). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1997. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997.

ULBRICH, Horstpeter Herberto Gustavo José. **A petrografia, a estrutura e o quimismo de nefelina sienitos do maciço alcalino de Poços de Caldas, MG-SP**. Tese (Doutorado em Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

ULBRICH, Horstpeter Herberto Gustavo José *et al.* Penecontemporaneous syenitic-phonolitic and basic-ultrabasic-carbonatitic rocks at the Poços de Caldas alkaline massif, SE Brazil: Geologic and geochronologic evidence. **Revista Brasileira de Geociências**, [s.l.], v. 32, n. 1, Mar. 2002.

ULBRICH, Horstpeter Herberto Gustavo José; PUCCI, Flávia. Diferenciação mineralógica nos tinguaitos da Pedreira Bortolan, Poços de Caldas, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978. Recife. **Anais [...]**. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Geoparques Mundiais da UNESCO**. 2024 a. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/igpp/geoparks/about>. Acesso em: 12 out. 2024.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Geoparques Mundiais da UNESCO no Brasil**. 2024 b. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/node/104598>. Acesso em: 23 set. 2024.

URCA. Universidade Regional do Cariri. **Geopark Araripe**, Crato, 2006. Disponível em: [http://geoparkararipe.urca.br/?page\\_id=3123](http://geoparkararipe.urca.br/?page_id=3123). Acesso em: 20 set. 2024.

URQUÍ, Luis Carcavilla; VALSERO, Juan José Durán; MARTÍNEZ, Jerónimo López. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *In: CONGRESO GEOLÓGICO DE ESPAÑA*, 10., 2008, Las Palmas, España. **Anais [...]**. Las Palmas: Geo-Temas, 2008.

VAVALLO, Helena Maria; ROMERO, Marta Bustos. O microclima criado por espelhos d'água: estudo de caso do espelho d'água do Congresso Nacional. **Paranoá Cadernos De Arquitetura E Urbanismo**, Brasília, n. 14, p. 09-17, 25 ago. 2015.

VEIGA, Antônio Tadeu Correia. A geodiversidade e o uso dos recursos minerais da Amazônia. **Terra das Águas**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 88-102, 1999.

VIEIRA, Alessandra dos Santos. O espaço livre em análise: a antiga pedreira rio doce no bairro Joana D'arc – Vitória/ES. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA*, 16., 2019. Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2019.

WEAVER, David. **Sustainable tourism**. 1 ed. Nova York, EUA: Routledge, 2007.

ZUQUETTE, Lázaro Valentin. **Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio-físico**: fundamentos e guia para elaboração. Tese (Doutorado em Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE ITU

Formulário de Pesquisa 1: Percepção dos Freqüentadores sobre o Parque Geológico do Varvito. Sua opinião é muito importante para nós! Este questionário tem o objetivo de entender a sua percepção sobre o parque geológico e a importância para a sociedade. Responda de forma anônima.

**1.** Qual a sua idade?

- Menos de 18 anos       36 a 45 anos       18 a 25 anos       46 a 60 anos  
 26 a 35 anos       Mais de 60 anos

**2.** Com que frequência você visita o parque?

- Primeira vez       Uma vez a cada 3 meses       Raramente  
 Mais de uma vez por mês       Uma vez por ano

**3.** Você conhece a história geológica do parque (antiga pedreira de basalto)?

- Sim  Não  Conheço um pouco, mas gostaria de saber mais

**4.** O que mais chama a sua atenção no parque? (Selecione até 3 opções)

- A paisagem natural       Atividades educativas e interativas  
 As formações geológicas       A infraestrutura (trilhas, áreas de lazer, etc.)  
 A história do local       A tranquilidade e ambiente de relaxamento  
 A fauna e flora       Outros: \_\_\_\_\_

**5.** Qual é a sua percepção sobre a importância do parque para a sociedade?

- Muito importante     Pouco importante     Não é importante

**6.** Você considera que o parque contribui para a educação ambiental e geológica?

- Sim, muito       Sim, um pouco       Não

**7.** O que poderia ser feito para melhorar a experiência no parque?

- Mais informações sobre a geologia e história do local       Melhor sinalização  
 Melhor infraestrutura (banheiros, áreas de descanso, etc.)       Outros: \_\_\_\_\_  
 Atividades educativas e interativas

**8.** Conhece os termos geoconservação, geopatrimônio e geoturismo?

- Sim       Não       Ouvi falar, mas não conheço

**9.** (Parque do varvito) O que você acha da instalação de placas com informações sobre as rochas e a história da antiga pedreira de varvito?

- Excelente, muito útil essas informações       Indiferente       Outro: \_\_\_\_\_  
 Bom, mas não é essencial       Não acho necessário

**10.** Deixe seu comentário ou sugestão sobre o parque.

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE RIBEIRÃO PRETO

Formulário de Pesquisa 2: Percepção dos Freqüentadores sobre o Parque Municipal Dr. Luiz Carlos Raya (Basalto). Sua opinião é muito importante para nós! Este questionário tem o objetivo de entender a sua percepção sobre o parque e a importância para a sociedade. Responda de forma anônima.

1. Qual a sua idade?

- Menos de 18 anos       26 a 35 anos       36 a 45 anos  
 18 a 25 anos       46 a 60 anos       Mais de 60 anos

2. Com que frequência você visita o parque?

- Primeira vez       Uma vez por ano       Raramente  
 Mais de uma vez por mês       Uma vez a cada 3 meses

3. Você conhece a história geológica do parque (antiga pedreira de basalto)?

- Sim  Não  Conheço um pouco, mas gostaria de saber mais

4. O que mais chama a sua atenção no parque? (Selecione até 3 opções)

- A paisagem natural       Atividades educativas e interativas  
 As formações geológicas       A infraestrutura (trilhas, áreas de lazer, etc.)  
 A história do local       A tranquilidade e ambiente de relaxamento  
 A fauna e flora       Outros: \_\_\_\_\_

5. Qual é a sua percepção sobre a importância do parque para a sociedade?

- Muito importante       Pouco importante       Não é importante

6. Você considera que o parque contribui para a educação ambiental e geológica?

- Sim, muito       Sim, um pouco       Não

7. O que poderia ser feito para melhorar a experiência no parque?

- Mais informações sobre a geologia e história do local       Melhor sinalização  
 Melhor infraestrutura (banheiros, áreas de descanso, etc.)       Outros: \_\_\_\_\_  
 Atividades educativas e interativas

8. Conhece os termos geoconservação, geopatrimônio e geoturismo?

- Sim       Não       Ouvi falar, mas não conheço

9. (Parque do basalto) O que você acha da ideia de instalar placas com informações sobre as rochas e a história da antiga pedreira de basalto?

- Excelente ideia, seria muito útil       Indiferente  
 Bom, mas não é essencial       Não acho necessário

10. Deixe seu comentário ou sugestão sobre o parque.

## APÊNDICE C - ANÁLISE DE LUPA DE BANCADA

### Ficha de Análise Macroscópica – Lupa de Bancada

Identificação da amostra	PB	PNM
Local de coleta	Pedreira Bortolan	Pedreira Novo Mundo
Data de coleta	23/11/2024	26/11/2024
Tipo de rocha	Tinguaíto	Tinguaíto
Textura	Afanítica	Afanítica, porfirítica, com fenocristal de nefelina
Cor da rocha	Cinza-esverdeada com pontos brancos e amarelos	Cinza-amarelada com pequenas áreas brancas e pontos amarelos
Mineral amarelado	Presente	Presente
Descrição do mineral amarelado	Cor amarela; brilho vítreo a resinoso; granulação fina, mas maior que a matriz	Cor amarela a amarelada-alaranjada; brilho vítreo a resinoso; granulação fina, mas maior que a matriz
Associação mineralógica	Presença visível macroscopicamente de nefelina	Presença visível macroscopicamente de nefelina
Imagem referente	Figura 33	
Observações adicionais	Mineral pode pertencer ao grupo da rinkita; ocorrência inédita em PNM sugere potencial científico a ser melhor investigado	
Comparação	Mineral semelhante observado em ambas amostras	

## ANEXO A - PARECER DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS - UNIFAL

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DAS PEDREIRAS BORTOLAN E NOVO MUNDO COMO GEOSÍTIOS DO POTENCIAL GEOPARQUE DE POÇOS DE CALDAS (MG)

**Pesquisador:** MARCOS VINICIUS FURTADO PERUCCI

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 85501824.4.0000.5142

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.398.218

**Apresentação do Projeto:**

Este projeto de pesquisa pretende estudar a percepção da população sobre a utilização de parques urbanos nas antigas pedreiras do Varvito em Itu (SP) e do basalto (Dr. Luiz Carlos Raya), em Ribeirão Preto (SP), investiga o uso de áreas urbanas de preservação geológica como alternativas de lazer e educação ambiental. Em um contexto de crescente exploração de recursos naturais e expansão urbana, o aproveitamento de antigas pedreiras para a criação de geossítios promove a conservação da geodiversidade e fomenta o geoturismo. Este estudo busca analisar como os usuários desses parques percebem seu valor geológico e recreativo, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de iniciativas de geoconservação no projeto Geoparque de Poços de Caldas (MG). Os objetivos gerais são compreender a percepção dos visitantes sobre esses espaços e avaliar como tais iniciativas podem ser replicadas em Poços de Caldas. Especificamente, pretende-se investigar a interação dos visitantes com os parques, analisar sua percepção sobre o valor geológico e recreativo dos locais, avaliar o impacto ambiental e social dos parques nas comunidades locais, e propor diretrizes para a criação de geossítios em antigas pedreiras de Poços de Caldas. A metodologia inclui a coleta de dados nos Parques do Varvito e Dr. Luiz Carlos Raya, com entrevistas e questionários aplicados aos visitantes para captar sua percepção sobre esses locais. As informações obtidas serão analisadas para identificar padrões e pontos de valorização que possam servir de modelo para Poços de Caldas.

**Endereço:** Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E

**Bairro:** centro      **CEP:** 37.130-001

**UF:** MG      **Município:** ALFENAS

**Telefone:** (35)3701-9153      **Fax:** (35)3701-9153      **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS - UNIFAL**



Continuação do Parecer: 7.398.218

**Observações:**

- Apoio financeiro: próprio;
- Não há conflito de interesses.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Investigar como os visitantes utilizam e interagem com os espaços dos parques geológicos estudados, identificando suas motivações, expectativas e frequência de visitação. Analisar a percepção da população sobre o valor geológico, cultural e recreativo dos parques do Varvito e Dr. Luiz Carlos Raya, identificando os principais fatores que influenciam a apreciação do patrimônio geológico. Comparar os dois parques, pois ambos são antigas pedreiras, porém com finalidades diferentes.

**Objetivo Secundário:**

Identificar elementos dos parques estudados que podem servir como referência para a criação de geossítios em antigas pedreiras em Poços de Caldas, contribuindo para o desenvolvimento do projeto Geoparque de forma a integrar conservação, lazer urbano e geologia.

**Parecer do CEP:**

- Objetivos são claros e coerentes com a proposta de estudo e de acordo com o cronograma apresentado.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

O autor apresenta os riscos como: Medo, estresse, cansaço, vergonha, desconforto, aborrecimento e invasão de privacidade. Medidas minimizadoras: Garantir explicações necessárias para responder às questões, estar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto. Garantir local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras, garantir a obtenção de informações apenas no que diz respeito àquelas necessárias para a pesquisa. Garantir ao participante de pesquisa que somente após ter dado o seu consentimento o questionário será aplicado.

**Benefícios:**

A pesquisa trará diversos benefícios para os participantes e para a comunidade, como: valorização do patrimônio geológico e ambiental, fortalecimento da identidade local, educação e sensibilização ambiental, promoção do turismo sustentável e a contribuição para a sustentabilidade.

**Parecer do CEP:**

O autor apresenta os riscos mínimos de forma detalhada e os procedimentos para minimizá-los. Os benefícios são apresentados de forma clara para o grupo estudado e contribui para os estudos de educação ambiental. E além disso os benefícios superam os riscos mínimos da pesquisa.

**Endereço:** Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E

**Bairro:** centro      **CEP:** 37.130-001

**UF:** MG      **Município:** ALFENAS

**Telefone:** (35)3701-9153      **Fax:** (35)3701-9153      **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS - UNIFAL



Continuação do Parecer: 7.398.218

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

- Objetivos: claros e coerentes com a proposta de estudo e de acordo com o cronograma apresentado;
- Metodologia: Adequada a pesquisa. São apresentados os critérios de inclusão e exclusão dos participantes, o grupo de participantes são descritos e instrumento de coleta apresentado de forma adequada;
- Referencial teórico- adequado a pesquisa;
- Orçamento financeiro: apresentado os custos financeiros;
- Referência bibliográfica adequada a pesquisa;
- Cronograma: De acordo e adequado.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O pesquisador atende as exigências sobre os termos para a pesquisa quanto:

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - presente e adequado;
- Declaração de compromisso do pesquisador responsável - presente.
- TERMO DE ASSENTIMENTO ESCLARECIDO - TAE - não se aplica;
- TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL - TAI - presente;
- FOLHA DE ROSTO - Presente e adequada;
- Projeto completo- presente;
- FORMULÁRIO de encaminhamento de projeto ao CEP - UNIFAL-MG - Presente e adequado;
- TCUD - Não se aplica;

**Recomendações:**

Sem recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Recomenda-se aprovação

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este CEP emite parecer após reunião remota ordinária.

**Endereço:** Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E

**Bairro:** centro      **CEP:** 37.130-001

**UF:** MG      **Município:** ALFENAS

**Telefone:** (35)3701-9153      **Fax:** (35)3701-9153

**E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
ALFENAS - UNIFAL**



Continuação do Parecer: 7.398.218

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2465233.pdf	13/12/2024 19:11:59		Aceito
Outros	cartarespostapendencia1312.pdf	13/12/2024 19:08:45	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPPGCEAMarcosFINAL1312.pdf	13/12/2024 19:07:37	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	13/12/2024 19:06:31	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoCompromissoassinadopelosdois.pdf	04/12/2024 14:40:02	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRostoMarcos.pdf	28/11/2024 08:29:28	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TAI.pdf	28/11/2024 08:28:38	CAROLINA DEL ROVERI	Aceito
Outros	Questionario.pdf	27/11/2024 15:18:42	MARCOS VINICIUS FURTADO PERUCCI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ALFENAS, 20 de Fevereiro de 2025

**Assinado por:  
Neidimila Aparecida Silveira  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Sala O 314 E

**Bairro:** centro      **CEP:** 37.130-001

**UF:** MG      **Município:** ALFENAS

**Telefone:** (35)3701-9153      **Fax:** (35)3701-9153      **E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br