

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO**

JEAN CARLOS VARGAS

**INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO BRASILEIRAS:
UMA ANÁLISE DAS FRAGILIDADES METODOLÓGICAS**

**PONTA GROSSA
2025**

JEAN CARLOS VARGAS

**INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO BRASILEIRAS:
UMA ANÁLISE DAS FRAGILIDADES METODOLÓGICAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Gestão do Território, no âmbito do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães.

PONTA GROSSA

2025

Vargas, Jean Carlos

V297 Iniciativas de geoconservação brasileiras: uma análise das fragilidades metodológicas / Jean Carlos Vargas. Ponta Grossa, 2025.
146 f.

Dissertação (Mestrado em Gestão do Território - Área de Concentração: Gestão do Território: Sociedade e Natureza), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães.

1. Valores da geodiversidade. 2. Geossítio. 3. Plano de gestão. 4. Geoconservação. 5. Patrimônio geológico. I. Guimarães, Gilson Burigo. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Gestão do Território: Sociedade e Natureza. III.T.

CDD: 333.72



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

JEAN CARLOS VARGAS

INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE DAS FRAGILIDADES METODOLÓGICAS

Ponta Grossa, 23 de junho de 2025

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães - UEPG

Prof.^a Dra. Jasmine Cardozo Moreira - UEPG

Prof. Dr. Rualdo Menegat- UFRGS



Documento assinado eletronicamente por **Gilson Burigo Guimaraes, Professor(a)**, em 23/06/2025, às 16:59, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Jasmine Cardozo Moreira, Professor(a)**, em 24/06/2025, às 14:12, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Rualdo Menegat, Usuário Externo**, em 24/06/2025, às 16:05, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **2641158** e o código CRC **1A5EBF70**.

Dedico todos os esforços despendidos e os potenciais resultados desta pesquisa a duas mulheres. Para minha filha Cecília, que me inspira e me instiga com perguntas, como aquela que consta na epígrafe desta dissertação. E para Caroline, minha companheira de vida, com a qual compartilho a missão e aventura de formar um ser humano, em um ambiente amoroso e sensível, visando prepará-la para os diversos e imensos desafios deste mundo.

AGRADECIMENTOS

Todo desafio que um humano se propõe a vencer tem suas dificuldades inerentes, que podem estar relacionadas ao momento da vida e/ou acontecimentos inesperados no decorrer do percurso. Os meus obstáculos vencidos foram retornar para sala de aula na universidade após 20 anos, agora em nível de pós-graduação e compartilhando ideias com pessoas, em grande maioria, de outra geração e com outra visão de mundo. Além disso, foi necessário perseverança e coragem para encaixar a rotina acadêmica, depois de um período grande após a graduação, quando os resultados da vida profissional e situação financeira bem consolidada ainda não haviam acontecido. Todavia, vencer desafios não consiste somente em vencer dificuldades, pois também existem certas facilidades, as quais normalmente estão inseridas em um contexto de compartilhamento de auxílios de outras pessoas.

Desta forma, início a minha lista de agradecimentos aos meus pais, a dona Lourdes (em memória) e o seu Vargas, pois diante de todas as dificuldades que um casal com cinco filhos, da periferia de Curitiba, pode possuir, eles proveram valores fundamentais para o suporte na vida educacional, assim como para uma convivência digna e de respeito para com seus pares na sociedade.

Agora, sendo eu no papel de pai, agradeço a minha filha Cecília por me instigar e pelo aprendizado que tenho com ela. Uma pessoa, em especial, é a principal responsável por eu ter conseguido o título de mestre. Trata-se da minha companheira Caroline, que me questionou “por que você não aplica toda a sua experiência profissional e essa sua paixão pela geoconservação em um mestrado”? Para além do sentido prático que ela vislumbrou na oportunidade de eu ministrar aulas e ter mais oportunidades profissionais, esse questionamento despertou em mim uma valorização pessoal que eu ainda não havia percebido que poderia ter. Por isso, pelos momentos de ausência para transformar sua pergunta em realidade, pelo suporte financeiro e principalmente o mental, muito obrigado Amore!

Mais do que uma outra facilidade no período desta pesquisa de mestrado, ter o Gilson como orientador, foi uma honra. A orientação em termos burocráticos ocorreu em sua normalidade, com a visão pragmática, justa e serena. Minha gratidão ao Gilson vai, principalmente, porque nossa relação pessoal durante a pesquisa e o entendimento que a geoconservação no Brasil precisa evoluir, foi a mesma que tínhamos antes, durante as diversas parcerias e iniciativas pelas lutas

geoconservacionistas no Paraná. Ainda no âmbito dos Guimarães geoconservacionistas, a participação do Rodrigo Aguilar (filho de meu orientador) foi muito importante, pois conseguiu traduzir e sintetizar as minhas ideias em ilustrações marcantes, bem como no excelente trabalho de levantamento de drone nos parques de Curitiba.

E, falando neles, os Parques de Curitiba, os quais eram a materialização do objeto da pesquisa em um estudo de caso, mas que serão abordados futuramente na tese de doutorado, que agradeço a instituição da Prefeitura Municipal de Curitiba, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA) de Curitiba. Para personificar todos que ajudaram na SMMA, especialmente a Diretoria de Parques e Praças, assim como as outras instituições indicadas (Casa da Memória, Arquivo Municipal e Escola da Sustentabilidade), escolho a engenheira Walquíria Pizzato Lima. A Walquíria foi sempre muito solícita, dispondo de seu tempo para me atender pessoalmente ou pelo seu WhatsApp. Preciso personificar mais um pouco os agradecimentos ao pessoal da SMMA, para agradecer os funcionários que executam papel muito importante na manutenção dos parques. Para eles, vai um muito obrigado especial: João Donizete (Tanguá), Laudelino (Tingui), Manoel Justino (Barigui), Carlinhos (Passaúna), Cláudio (Zoológico) e Sidney (Náutico).

Ainda sobre informações dos Parques de Curitiba, agradeço ao geólogo Marcelus Vinicius Klinguelfus Borges pela articulação junto a empresa Areal Bozza, que repassou dados histórico sobre o Memorial do rio Iguaçu (Parque do Centenário da Imigração Japonesa – Curitiba/PR), através da Andrea Weckerlin, que também tem minha gratidão.

Quero também agradecer imensamente a minha amiga Flavia Fernanda de Lima e o amigo José Brilha. Certamente que parte dos resultados técnicos e científicos desta pesquisa são consequência da convivência e a intensa discussão que tivemos sobre geoconservação e todos seus conceitos interligados. Por mais de 10 anos, eu e Flavia enfrentamos o desconhecido de ter uma empresa prestando serviços de geoconservação. Algo pioneiro que foi sendo construído com intuito de assessorar, mesmo que de forma pragmática, com as melhores soluções técnicas e científicas (Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul e geossítio K-Pg Mina Poty), sempre respeitando valores inegociáveis que visam a conservação do patrimônio geológico em primeiro lugar. Durante esse percurso de aprendizados, tivemos também o enorme privilégio de contar com o apoio e orientações do Brilha, que para

além de eventuais discordâncias conceituais, sempre foi gentil e atencioso em compartilhar seus conhecimentos.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) da UEPG pelo compartilhamento de suas experiências, em especial ao Liccardo, Almir e Marcio. À coordenadora e a secretária do PPGEO, Karin e Michele, o agradecimento vai em dobro, porque foram pacientes e atenciosas com o surgimento de algo inesperado e inédito, a migração de uma dissertação de mestrado para uma tese de doutorado. Meus agradecimentos também aos avaliadores na qualificação, professores Rualdo Menegat e Antônio Liccardo, bem como as professoras suplentes Jasmine Moreira e Maria da Glória Motta Garcia.

Por fim, agradeço a todos os cidadãos e cidadãs brasileiros que pagam seus impostos, pois através deles eu tive a oportunidade de contar com o importante e fundamental apoio financeiro, recebendo uma bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em quase todo o período até esta defesa de mestrado.

Papai, qual foi a primeira pessoa a existir
no mundo?

(Cecília Schneider Vargas, 2024 - 5 anos)

RESUMO

Nos últimos séculos a sociedade tem perdido a conexão com a natureza. É difícil determinar se isso é uma causa ou consequência das revoluções tecnológicas, que demandam cada vez mais o consumo de natureza (biodiversidade e geodiversidade). Na esteira da inquietação global com o uso racional da natureza, no âmbito das geociências, surge o conceito de geodiversidade, que traz consigo também uma valorização patrimonial. Certamente a sociedade conhece e percebe rochas, minerais, formas de relevo e seus recursos que são essenciais para o seu desenvolvimento. Todavia, ainda é muito pequena a parcela das pessoas que enxerga os elementos naturais supracitados e as praias, cavernas, lagos, cachoeiras, rios e montanhas como elementos da natureza que, para além de recursos e locais de desfrute em momento de lazer, possuem outros tipos de valores, que tornam a geodiversidade digna de conservação e gestão. Nesta pesquisa, acredita-se que o geossítio é o instrumento que melhor pode comunicar e conscientizar as pessoas sobre os valores da geodiversidade. E, além de contar a fascinante história geológica da Terra, valor claramente científico, os geossítios com valores educativos, turísticos, culturais e geossistêmicos podem e devem contar as histórias e interações da geodiversidade com a biodiversidade, mas também com a sociedade, as quais moldaram o mundo como ele é atualmente e até mesmo projetar como a humanidade poderá seguir adiante, com as prementes ações de sustentabilidade. Trata-se, sem dúvida, de uma missão complexa e muito difícil, pois envolve diversos setores da sociedade, em todos os níveis de poder de decisão, desde o individual até os mais diversos grupos sociais. No entanto, o difícil não significa impossível, principalmente porque já existem, desde meados dos anos 2000, métodos de geoconservação que podem ser implementados em escala local até nacional. No Brasil, mesmo com a carência de legislações, políticas públicas e corporativas direcionadas para a conservação e gestão da geodiversidade, as iniciativas de geoconservação iniciaram no final da década de 1990 e evoluíram significativamente, ainda que de forma não sistemática, em inventários do patrimônio geológico. Com o respaldo de um levantamento de 157 geossítios brasileiros, foi possível verificar fragilidades metodológicas, essencialmente pela falta de execução completa de procedimentos sistematicamente organizados (um método). Com isso, o reflexo das iniciativas de geoconservação brasileiras consiste, em sua grande maioria, em ações de valorização e divulgação, essencialmente para o uso científico, turístico e educativo. Entretanto, são raros os geossítios que contemplam ações de conservação de elementos de destaque da geodiversidade, bem como a aplicação de monitoramento do uso e de potenciais ameaças ao patrimônio geológico. Ficou evidenciada também a quase inexistência de um documento integrador das ações implementadas em uma estratégia de geoconservação, ou seja, um plano de gestão. Esse documento é fundamental, dada a característica multidisciplinar da geoconservação, que não pode ser entendida somente como de responsabilidade de geocientistas. Além disso, um plano de gestão e programas (operacional, conservação, uso e comunicação) poderão possibilitar a mensuração dos muitos benefícios que a implementação de geossítio pode promover. Entre os mais imprescindíveis, destaca-se a interligação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como na política Ambiental, Social e de Governança (ASG), amplamente incentivadas nas corporações.

Palavras-chave: valores da geodiversidade, geossítio, plano de gestão

ABSTRACT

In recent centuries, society has lost its very connection with nature. It is a hard task to establish whether it is a cause or a consequence of technological revolutions, which increasingly demand the consumption of nature (biodiversity and geodiversity). In the wake of global concern about the rational use of nature, the concept of geodiversity has emerged in the Geosciences, bringing also the recognition of a heritage value. Society certainly knows and perceives rocks, minerals, landforms and their associated resources as essential for its development. However, only a minor proportion of people see the aforementioned natural elements, together with beaches, caves, lakes, waterfalls, rivers and mountains as elements of nature that have other types of values, in addition as resources and leisure places to enjoy, making geodiversity worthy of conservation and management. In this research, it is believed that the geosite is the better tool to communicate and raise awareness among people about the values of geodiversity. In addition to telling the fascinating geological history of the Earth, which clearly has scientific value, geosites with educational, touristic, cultural and geosystemic values can and should tell the stories and interactions of geodiversity with biodiversity, but also with society, which have shaped the world as it is today, and even project how humanity can move forward, with pressing sustainability actions. This is a complex and very difficult mission, as it involves different segments of society, at all levels of decision-making forces, from the individual level to the most diverse social groups. However, difficult does not mean impossible, especially because, since the mid-2000s, geoconservation methods have existed that can be implemented on a local to national scale. In Brazil, despite the lack of legislation and public and corporate policies aimed at the conservation and management of geodiversity, geoconservation initiatives began in the late 1990s and have evolved significantly, albeit in a non-systematic manner, in inventories of geological heritage. Based on a survey of 157 Brazilian geosites, it was possible to identify methodological weaknesses, essentially due to the lack of a complete execution of systematically organized procedures (a method). As a result, the Brazilian geoconservation initiatives consists mainly of actions to enhance and disseminate information, essentially for scientific, touristic and educational purposes. However, few geosites include conservation actions for remarkable elements of geodiversity, as well as the application of monitoring of use and potential threats to geological heritage. It was also evident a virtual absence of integrative document of actions implemented in a geoconservation strategy, i.e., a management plan. This document is essential, given the multidisciplinary nature of geoconservation, which cannot be understood as the unique responsibility of geoscientists. Furthermore, a management plan and programs (operational, conservation, use and communication) can enable the measurement of the many benefits that the implementation of geosites can promote. Among the most essential, the interconnection with the Sustainable Development Goals (SDGs) and Environmental, Social and Governance (ESG) policies, widely encouraged in corporations.

Keywords: geodiversity values, geosite, management plan

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma que indica o objetivo: (re)conhecimento da geodiversidade, tendo o geossítio como instrumento e a geoconservação como processo.....	22
Figura 2 – Fluxograma sobre o conceito de patrimônio geológico.....	28
Figura 3 – Execução de etapas de estratégia de geoconservação em pesquisas no Brasil.....	81
Figura 4 – Geossítios, Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU), Aspirantes a GMU e Projetos de GMU que responderam aos questionários sobre etapas de uma estratégia de geoconservação.....	89
Gráfico 1 – Métodos utilizados na inventariação dos geossítios.....	92
Gráfico 2 – Tipos de valores da geodiversidade atribuídos aos geossítios inventariados.....	92
Gráfico 3 – Classificação do risco de degradação nos geossítios.....	93
Gráfico 4 – Panorama dos geossítios que possuem instrumentos legais de proteção.....	94
Fotografia 1 – Infraestrutura (cerca) e painel sem manutenção no Sítio Geológico Estrias Glaciais de Witmarsum, Tombado em 2008.....	94
Fotografia 2 – Patrimônio geológico ameaçado e sem medidas de conservação.....	94
Fotografia 3 – Infraestrutura de cobertura e tubulações para disciplinamento de água pluvial, como técnicas de conservação geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste.....	96
Gráfico 5 – Meios de valorização mais utilizados nos geossítios.....	97
Gráfico 6 – Formas de divulgação dos geossítios.....	98
Fotografia 4 – Vista do geossítio em maio de 2024, com cercas novas em relação a 2021 (ver Fotografias 1 e 2)	102
Fotografia 5 – Ausência de disciplinamento de águas pluviais no geossítio, em maio de 2024.....	102
Fotografias 6 – Piquetes/estacas no geossítio (novembro de 2024), indicando a execução de levantamento topográfico.....	103
Fotografias 7 – Acúmulo de água pluvial nas margens do pavimento estriado, demonstra falta de disciplinamento da drenagem das águas pluviais.....	103
Fotografias 8 – Painel interpretativo completamente manchado na área de impressão dos textos explicativos e ilustrações.....	104
Fotografias 9 – Painel interpretativo bilíngue, com a estrutura de madeira e ilustrações necessitando de manutenção e/ou troca.....	104
Fotografia 10 – Geossítio Pinheiro de Pedra com placa indicativa de geossítio, nos padrões para atividades de turismo e de patrimônio natural.....	105

Fotografia 11 – Detalhe de placa que são instaladas nos limites da área do Geossítio K-Pg Mina Poty, inserido em área de mineração ativa, com orientações para empregados e visitantes.....	105
Fotografia 12 – Estande próprio do Seridó GMU na Feira dos Municípios e Produtos Turísticos do Rio Grande do Norte (FEMPTUR).....	107
Fotografia 13 – Equipe do Seridó GMU na Feira de Turismo de Lisboa (FITUR), em Portugal, inserido no estande do estado do Rio Grande do Norte.....	107
Fotografia 14 – Detalhe de monitoramento de processos erosivos no geossítio K-Pg Mina Poty.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo de sítios geológicos cadastrado no GEOSSIT.....	78
Tabela 2 – Distribuição geográfica e tipo de governança dos 157 geossítios analisados	90
Tabela 3 – Técnicas de conservação / manejo aplicadas nos geossítios devido às suas fragilidades, vulnerabilidades e potencial uso.....	96
Tabela 4 – Quantitativo de aplicação da etapa de monitoramento nos 157 geossítios.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ABEQUA	Associação Brasileira para Estudos do Quaternário
ALEP	Assembleia Legislativa do Paraná
ALMT	Assembleia Legislativa do Mato Grosso
ALRS	Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul
ANM	Agência Nacional de Mineração
ASG	Ambiental, Social e de Governança
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPM	Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
CECAV	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CEPHA	Coordenação do Patrimônio Cultural do Paraná
CF	Constituição Federal
cGAP	<i>Company Geodiversity Action Plan</i>
CMPG	Câmara Municipal de Ponta Grossa
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DER	Departamento de Estradas e Rodagem (do Paraná)
DNPM	Departamento Nacional da Produção Minera
DRM	Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro
DS	Desenvolvimento Sustentável
EGE	Estratégia de Geoconservação Escalável
EGN	<i>European Geoparks Network</i>
GAP	<i>Geodiversity Action Plan</i>
GEG	Grupo de Especialistas em Geopatrimônio
GEOSSIT	Cadastro de Sítios Geológicos
GGN	<i>Global Geoparks Network</i>
GMU	Geoparque Mundial da UNESCO
GUPE	Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas
IAT	Instituto Água e Terra (do Paraná)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDEMA	Instituto de Meio Ambiente (Rio Grande do Norte)

IGc/USP	Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo
IGGP	<i>International Geoscience and Geoparks Programme</i>
IN	Instrução Normativa
IPG	Inventário do Patrimônio Geológico
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LGAP	<i>Local Geodiversity Action Plan</i>
MEC	Ministério da Educação
MinC	Ministério da Cultura
MINEROPAR	Minérios do Paraná S.A.
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MTUR	Ministério do Turismo
NU	Nações Unidas
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização Não Governamental
PARNA	Parque Nacional
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PG	Patrimônio Geológico
PMC	Prefeitura Municipal de Curitiba
PME	Plano de Manejo Espeleológico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPGB	Programa Patrimônio Geológico do Brasil
PPGEO	Programa de Pós-graduação em Geografia
ProGEO	Associação Europeia para Conservação do Patrimônio Geológico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SBG	Sociedade Brasileira de Geologia
SBP	Sociedade Brasileira de Paleontologia
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SIGEP	Comissão Brasileira de Sítios Paleobiológicos
SMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente (de Curitiba)
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação

TdR	Termo de Referência
UC	Unidade de Conservação
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UF	Unidade da Federação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UGB	União da Geomorfologia Brasileira
UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UKGAP	United Kingdom Geodiversity Action Plan
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
WCPA	<i>World Commission on Protected Areas</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	OBJETIVOS.....	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO: GEODIVERSIDADE E OS CONCEITOS ORBITANTES.....	23
2.1	GEODIVERSIDADE.....	23
2.2	PATRIMÔNIO GEOLÓGICO.....	26
2.3	GEOSSÍTIO.....	29
2.4	GEOCONSERVAÇÃO.....	32
2.5	GEOPARQUES.....	37
2.6	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RELAÇÃO COM A GEOCONSERVAÇÃO.....	40
3	PROCESSO E RECORTE ESPACIAL DA PESQUISA.....	43
4	MÉTODOS E DIRETRIZES DE GEOCONSERVAÇÃO.....	47
4.1	UM EXEMPLO DE PORTUGAL – BRILHA (2005)	49
4.2	UM EXEMPLO DO REINO UNIDO - PLANO DE AÇÃO DA GEODIVERSIDADE.....	51
4.2.1	Plano de Ação da Geodiversidade para empresas.....	53
4.3	UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA...	55
5	INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO NO BRASIL.....	59
5.1	LEGISLAÇÃO RELACIONADA À GEOCONSERVAÇÃO.....	59
5.1.1	Legislações ambientais no âmbito federal.....	59
5.1.2	Legislações para sítios paleontológicos.....	63
5.1.3	Legislações para cavidades naturais subterrâneas.....	65
5.1.4	Legislações com o termo geodiversidade e outros orbitantes.....	67
5.2	INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS E DE PESQUISADORES EM GEOCONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE.....	73
5.2.1	Inventários do Patrimônio Geológico não sistemático.....	74
5.2.2	Valorização e Divulgação: painéis interpretativos e geoturismo.....	80
5.3	INVENTÁRIOS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO ESTADUAIS FINALIZADOS.....	83
5.4	LEVANTAMENTO SOBRE A EFETIVIDADE NA APLICAÇÃO DE MÉTODO DE GEOCONSERVAÇÃO EM 157 GEOSSÍTIOS NO BRASIL.....	86
5.4.1	Método utilizado no levantamento.....	87
5.4.2	Resultados do levantamento.....	88
5.4.3	Discussão e conclusões do levantamento.....	100
6	PERSPECTIVAS PARA A CONTINUIDADE DA PESQUISA.....	110
7	CONCLUSÃO.....	112
	REFERÊNCIAS.....	116
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE A GESTÃO DE GEOSSÍTIOS COM BASE EM ETAPAS DE UMA ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO.....	128
	ANEXO A - RESOLUÇÃO ANM Nº 68, DE 30 DE ABRIL DE 2021.....	142

1 INTRODUÇÃO

A evolução da espécie humana está intrinsecamente ligada ao manejo e às transformações dos recursos naturais, seja em relação às plantas e aos animais que proporcionam alimentos e itens para usos diversos, como também às rochas e aos minerais, que uma vez modificados, proporcionaram ferramentas e materiais imprescindíveis para a sobrevivência humana (Leroi-Gourhan, 1990). Isso demonstra que os humanos consomem biodiversidade e geodiversidade desde o momento que nascem até a transição para a morte. É evidente a dependência dos elementos naturais, mas também existe uma conexão mutua emocional com o ambiente em que a humanidade se insere. Isso pode ser traduzido na relação cognitiva, que implica em aprender a habitar o lugar e, com isso, desenvolver uma cultura própria para e com ele (Menegat, 2009).

A sociedade tem apresentado índices cada vez mais elevados de consumo, tendo aumentado significativamente a quantidade de recursos retirados da natureza, com estimativas de ter mais do que triplicado nas últimas cinco décadas (cresceu de 30 para 106 bilhões de toneladas), principalmente destinados a suprir os sistemas de construções e infraestrutura, mobilidade, alimentos e energia (PNUMA, 2024). Essa relação está cada vez mais desequilibrada, transformando a sociedade em exclusivamente receptora e quebrando o elo de experimentação e conexão com o sistema natural em que está envolvida e evoluindo.

Segundo o relatório publicado pelo Painel Internacional de Recursos, que faz parte do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a humanidade vive “A tripla crise planetária das mudanças climáticas, da perda da natureza e da poluição é impulsionada por uma crise de consumo e produção insustentáveis”, como afirma a diretoria-executiva do PNUMA (PNUMA, 2024).

A sociedade presencia um momento da história com rápidos avanços na conexão digital entre as pessoas, igualmente veloz na desconexão com o ambiente natural. Os resultados práticos desse desequilíbrio e inversão de valores naturalistas, mostram-se cada vez mais drásticos. As decisões de uso e manejo da terra, com uma visão não integrada do ambiente em que os humanos estão inseridos, culminam em desastres de enormes proporções, seja com a perda de vidas, mas também com o impacto nas cidades, justamente naqueles espaços criados a partir de decisões políticas e socioambientais, tomadas de forma muitas vezes equivocada.

E como esse ciclo poderá ser interrompido ou amenizado? Urge a necessidade de ações e atitudes assertivas daqueles representantes que tomam decisões, sejam estes do espectro político, que envolvem e podem impactar milhares a milhões de pessoas, até integrantes de pequenas comunidades, ou mesmo nas decisões individuais. É fundamental que se retome uma visão holística como guia para suas ações dentro dos sistemas da Terra, não cabendo um entendimento reducionista e fragmentado, examinando isoladamente compartimentos como a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e/ou a biosfera (Drew, 1994 *apud* De Oliveira Filho, 2016).

Faz-se necessário uma visão ampliada e integrada das esferas terrestres, como a antroposfera, noosfera, tecnosfera e ecosfera, a fim de contemplar o conhecimento contemporâneo, a evolução histórica humana e os efeitos das atividades sociais durante as interações com a superfície da Terra (Carneiro *et al.*, 2008). Olhar para as cidades nas diferentes escalas, em suas complexidades e hierarquias é fundamental e neste sentido Menegat (2009) salienta a importância do entendimento da esfera terrestre, denominada de tecnourbesfera, onde por processos educacionais poderá ser reintroduzida a inteligência do local em que se vive, renaturalizando a cognição humana com aprendizado.

Quando se remete à urgência de um novo olhar, criar-se um paradoxo, no sentido de que a sociedade consome e está cercada por elementos e ambientes naturais, mas não enxerga todos os seus valores interconectados.

Wandersee e Schussler (1999) apresentam a metáfora da “cegueira vegetal”, quando apontam que a maior percepção e conexão dos humanos são com os animais. Após surgir esse tema, muitas pesquisas ratificaram essa diferença de reconhecimento dos elementos da natureza no âmbito biológico. Entretanto, alguns autores destacam que as possíveis causas deste apagamento da vegetação podem ser advindas de questões biológicas e culturais, apesar de que esses estudos ainda não são suficientes, no âmbito da cognição, para aferir as reais causas da cegueira vegetal (Achurra, 2022).

Sem a intenção de intervenção nas discussões em curso no âmbito da biologia, a relação entre o conhecimento e reconhecimento (olhar, entender e reconhecer) da diversidade biológica pelos humanos, em detrimento da falta de percepção (olhar e não perceber) da diversidade dos elementos abióticos, tem sido amplamente discutida em pesquisas geocientíficas, no campo do saber da geoconservação (Gray, 2004; Brilha, 2005; Brilha *et al.*, 2018; Crofts *et al.*, 2022).

Como consequência, também pode ser caracterizado como um dos fatores de desconexão das pessoas com a natureza em sua plenitude, levando a uma fragilidade para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS).

Apesar dos conceitos de biodiversidade e geodiversidade terem surgido muito próximos, na década de 1990 (Franco, 2013; Brilha *et al.* 2018), os caminhos que cada um percorreu respectivamente nas ciências biológicas e nas ciências geológicas foram diferentes. A biodiversidade foi amplamente vinculada às questões de conservação da natureza, na tentativa de salvar espécies em extinção, no surgimento das preocupações globais com a ecologia e o meio ambiente. Da mesma forma se vê as atenções atuais relacionadas à fiscalização e prevenção do desmatamento, em um contexto de mudanças climáticas. Isso culminou em mais representatividade e reconhecimento da biodiversidade nas políticas estatais e corporativas no âmbito da conservação da natureza (Brilha, 2002; Brilha *et al.*, 2018).

Enquanto isso, a ciência geológica, segundo Stewart (2023), vive uma crise de confiança que provavelmente teve origem na exploração acelerada de recursos naturais durante o século 20 e na doutrina econômica dominante no período, baseada na tese do “crescimento econômico como a maneira ideal de proporcionar melhor bem-estar humano”.

Nesse sentido, e com uma analogia da metáfora da cegueira vegetal (Wandersee e Schussler, 1999), se considerada uma cena, nos mais diversos ambientes naturais do sistema Terra e sob a ótica humana, é muito provável que em primeiro plano e com foco total estejam os animais.

Essa cena hipotética apresenta um fundo verde, um pouco desfocado, mas contínuo e muito perceptível, não apenas pela sua presença (visual - cor), mas também na interação com aqueles elementos animados. Este cenário está presente no cotidiano, ratificado pela presença na comunicação mundial, que há algum tempo cunhou termos como, economia verde, cidade verde, emprego verde, carro verde, etc. (verde).

Por fim, esses elementos da biodiversidade estão sobre bases sólidas, que projetam uma sensação de terceira dimensão, ou seja, dando relevo a essa visão, representando os elementos da geodiversidade. Todavia, essa paisagem está completamente desfocada, ou seja, estão suportando os animais e as plantas, porém não são percebidos e reconhecidos pelas pessoas.

1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo geral demonstrar o paradoxo entre a existência da geodiversidade em todas as relações naturais e sociais, mas sem a sua real percepção e reconhecimento das pessoas. Todavia, cabe a ressalva, que algumas culturas tradicionais e originárias tiveram significativas conexões com a geodiversidade, como por exemplo, os povos andinos na construção das cidades incas (Menegat, 2006).

Em um contexto contemporâneo, o conceito de geodiversidade acaba não tendo significado (existindo?) para a sociedade em geral. Porém, pode até ser que tenha significado, mas não no sentido de qualificar a geodiversidade em termos de políticas de conservação, ou mais especificamente no âmbito da geoconservação. Esse não existir, logicamente, não é completo na sociedade, pois essa percepção, questionamentos e dialéticas já existem dentro do campo científico (Bourdieu, 1976) das geociências.

Já em um contraponto à falta de percepção da geodiversidade, uma perspectiva a ser considerada é sobre como ela é percebida, mais do que não ser percebida. No senso geral da população, há uma percepção extrativista predatória dos recursos naturais, em especial os recursos minerais. Então a geodiversidade é percebida apenas como recurso e não em sua totalidade.

Diante destes contextos, a análise que se pretende fazer adota o seguinte raciocínio: se a geodiversidade não existe (ou não é devidamente percebida), também não será considerada em uma política pública ou corporativa, não serão destinados recursos humanos e financeiros para que ela possa ser plenamente reconhecida e inserida na cultura e percepção da sociedade. Essa visão reducionista e vinculada a uma dicotomia, acaba produzindo efeitos danosos para a própria geodiversidade, mas também para o ambiente e a própria cultura. Assim, o problema é do entendimento da totalidade da geodiversidade: apenas recurso x condição material/imaterial da cultura e da dinâmica planetária e do lugar.

Ao longo do trabalho a intenção será demonstrar a quase completa negligência de alguns setores da economia e da sociedade, como no exemplo da mineração, que tem como matéria-prima a geodiversidade, porém não a reconhece como conceito, mesmo com mais de três décadas de utilização (Gray, 2004; Brilha *et al.*, 2018). Além disso, muitos municípios possuem elementos da geodiversidade com

valores excepcionais (patrimônio geológico/geossítios), mas não promovem a gestão através de políticas públicas vinculadas à geoconservação.

Os objetivos específicos da dissertação incluem **promover** o conhecimento e reconhecimento da geodiversidade pelas pessoas, em um espectro amplo e não somente como um recurso econômico (mineral e energético) para suprir as demandas e comodidades tecnológicas atuais.

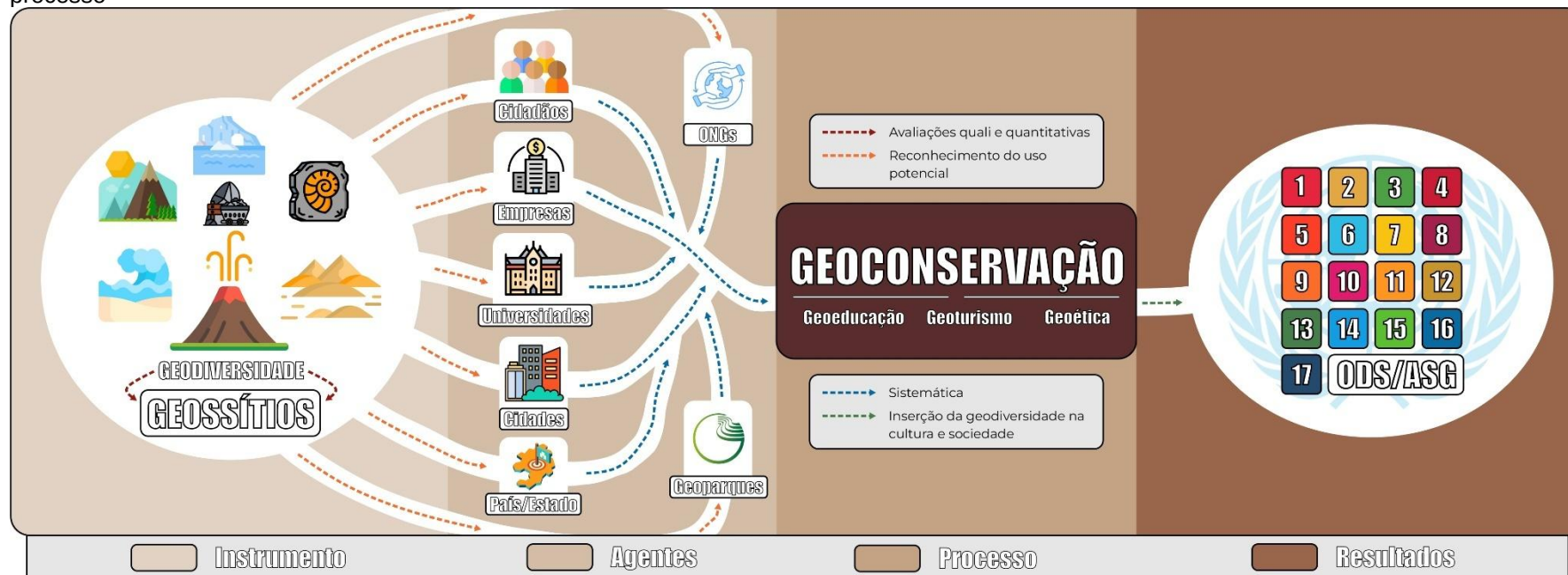
Entende-se que isso é totalmente possível de ser efetivado por meio do instrumento denominado geossítio (Figura 1), o qual deve estar envolvido em um processo sistemático de geoconservação, e desenvolvido através de suas ferramentas, o geoturismo, a geoeducação e a geoética. Com isso, almeja-se **auxiliar** no estabelecimento de vínculos cognitivos e culturais com a população de todos os estratos sociais e detentores de poder de decisão em suas comunidades, com potenciais resultados fortemente interligados com a sustentabilidade.

Para tanto, o cerne da pesquisa pretende **demonstrar** que no Brasil, mesmo sem políticas públicas, corporativas e legislações ambientais específicas de geoconservação, já existem mais de mil geossítios inventariados. Patrimônio geológico este identificado em territórios de geoparque, inventários de patrimônio geológico estaduais (no âmbito acadêmico), iniciativas governamentais do Serviço Geológico do Brasil (GEOSSIT) e da pioneira Comissão Brasileira de Sítios Paleobiológicos (SIGEP).

Contudo, objetiva-se **discutir** se estes geossítios executam de forma completa e sistemática métodos de estratégias de geoconservação.

Finalmente, vislumbra-se que esta pesquisa possa **proporcionar** contribuições epistemológicas da inclusão do conceito de geodiversidade e seus correlatos em práticas de sustentabilidade. Com isso, **despertar** o interesse de setores estratégicos da sociedade, os quais gerenciam potenciais geossítios, a implementarem estratégias de geoconservação que, mesmo de forma gradual progridam no alcance das metas e objetivos do desenvolvimento sustentável e, consequentemente, possam contribuir para um futuro com mais prosperidade para as pessoas.

Figura 1 - Fluxograma que indica o objetivo do (re)conhecimento da geodiversidade, tendo o geossítio como instrumento e a geoconservação como processo



Fonte: concebida pelo autor. Ilustração elaborada por Guimarães, R. A.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: GEODIVERSIDADE E OS CONCEITOS ORBITANTES

2.1 GEODIVERSIDADE

A natureza é composta em toda a sua diversidade por processos e produtos, vivos e abióticos, os quais não podem ser dissociados e precisam ser geridos de forma harmônica.

A história humana e a sua relação com os processos e produtos naturais, caracterizados em ambientes terrestres, já tiveram diferentes abordagens, com destaque a que está descrita na obra *Civilizations*, onde a evolução da humanidade é reescrita em seis grandes ambientes da Terra: nas savanas, florestas tropicais e úmidas, regiões polares frias, desertos quentes, campos e estepes e regiões costeiras e marítimas (Fernández-Armesto, 2000 *apud* Menegat, 2009). O sucesso desta jornada estaria, possivelmente, relacionado de forma intrínseca com a aptidão de conhecer e perpetuar através das gerações a amplitude da biodiversidade e da geodiversidade das paisagens e ambientes radicalmente tão diferentes. De maneira que “nenhum humano vai fazer uma leitura do mundo que não esteja relacionada com uma explicação daquilo que ele vê em seu entorno” (Menegat, 2009, p.95).

A busca pela explicação da complexidade e diversidade dos ambientes, dentro do campo científico, utiliza de forma contemporânea os termos “biodiversidade” e “geodiversidade”, que surgiram como conceitos dos elementos que constituem a natureza, em meados da década de 1980 e início de 1990, respectivamente.

Uma definição mais estruturada para “biodiversidade” surge em 1985 durante o planejamento da realização de um fórum sobre diversidade biológica, realizado na capital norte-americana (setembro de 1986), no *National Forum on BioDiversity* (Franco, 2013). E, após a Convenção sobre Diversidade Biológica ter sido acordada na Cúpula da Terra, em 1992 no Rio de Janeiro e a palavra “biodiversidade” ter se tornado de uso geral, provavelmente como consequência o termo e o conceito de “geodiversidade” surgem em 1993, pois os geocientistas também estudam fenômenos muito diversos no planeta (Brilha *et al.* 2018). De acordo com Gray (2004), o termo “geodiversidade” tal como atualmente compreendido, surgiu durante a Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido.

Segundo Brilha *et al.* (2018, p.19), a partir de 1993 “vários geocientistas começaram a usar o termo ‘geodiversidade’ de forma independente [...] em todo o mundo e agora é aceito internacionalmente”.

A Associação Europeia para Conservação do Patrimônio Geológico (ProGEO, 2011), instituição pioneira na pesquisa em torno do patrimônio geológico, define geodiversidade como um termo flexível, capaz de ampla interpretação, que é o equivalente abiótico para o termo biodiversidade. Mas, enquanto a biodiversidade é unidimensional, descrevendo a diversidade biótica apenas para os dias de hoje, a geodiversidade envolve uma apreciação da Terra e sua variedade ambiental, ecológica e biológica, no espaço e no tempo.

Gray (2004), em sua publicação de referência mundial (*“Geodiversity - valuing and conserving abiotic nature”*), além de reafirmar a importância do conceito de geodiversidade, destaca suas categorias de valor, como o intrínseco, cultural, estético, funcional, científico, educativo e econômico.

Na segunda edição de sua obra, Gray (2013) revisa seu conceito, definindo a geodiversidade como

a amplitude natural (diversidade) de características geológicas (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (formas de relevo, topografia, processos físicos), solo e hidrológicas. Inclui suas composições, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens” Gray (2013, p. 12).

Além disso, esse autor discute o papel da geodiversidade no conceito de serviços ecossistêmicos da natureza, em bens e processos de: i) regulação; ii) provisão; iii) suporte; iv) conhecimento; e v) cultura (Gray, 2011). Essa abordagem é muito pertinente, em um cenário de busca pela sustentabilidade, uma vez que demonstra a proximidade e a necessidade da geodiversidade no cotidiano das pessoas, algo que para os serviços ecossistêmicos ligados à biodiversidade já se encontra bem adiantado nas políticas públicas e corporativas. Brilha *et al.* (2018) ressaltam

A diversidade da natureza, que inclui elementos bióticos e abióticos, é a chave para a sustentabilidade da sociedade humana. No entanto, todos os acordos e políticas internacionais e nacionais, incluindo a Cúpula da Terra no Rio e os 17 ODS da ONU, são fortemente ponderados para a natureza biótica e quase não incluem quaisquer elementos abióticos (Brilha *et al.* (2018, p.26).

Salienta-se, porém, que a natureza não é apenas a soma de elementos (bióticos e abióticos), mas também a interação e conjuntos unificados como paisagem, passíveis de serem captados pela percepção de suas relações ecológicas (Porto e Menegat, 2004). A paisagem é uma manifestação dessa interação dos elementos e, quando tal interação é alterada, pode haver substancial mudança da paisagem. Portanto, nesse contexto global da paisagem, a geodiversidade é um dos elementos

indissociáveis no contexto da geopaisagem, representada pelas esferas planetárias, com exceção da biosfera (Porto e Menegat, 2004; Menegat, 2006).

Na presente pesquisa busca-se demonstrar que apesar do conceito de geodiversidade já ter mais de três décadas, ainda é muito restrito a um grupo interno do campo do saber das Geociências, com viés patrimonial e científico, com o objetivo de se contar a história do planeta. Entretanto, mesmo dentro das Ciências da Terra (geologia, geografia, geomática, etc.) esse conceito necessita ser ampliado para as relações que a geodiversidade têm na paisagem cotidiana das pessoas, incluindo suas atividades educacionais e recreativas, além da obtenção dos mais diversos utensílios que foram transformados a partir das tecnologias humanas.

Será também analisado que em iniciativas de políticas públicas e privadas, os produtos da geodiversidade como fósseis, cavidades naturais subterrâneas (cavernas), paisagens (morros e serras), solos, etc., são considerados, porém sem que existam menções diretas ao conceito literal do termo. Essa desconexão é um fator que dificulta a sua divulgação e incorporação pela sociedade, consequentemente o seu conhecimento e reconhecimento.

Seria recomendável a frequente utilização do termo e amplitude do conceito de geodiversidade, visando à sua associação com o termo/conceito de biodiversidade, uma vez que este já tem um maior reconhecimento da sociedade. Sendo empregados de forma integrada, esses conceitos poderão ser traduzidos em maiores chances de alcance da conexão das pessoas com a natureza e as práticas sustentáveis.

Finalmente, é importante ressaltar que é impossível proteger e conservar toda a geodiversidade, mesmo porque o desenvolvimento humano necessita, cada vez mais, do consumo dos diversos recursos naturais provenientes da geodiversidade. Entretanto, uma visão desenvolvimentista precisa levar em conta a racionalidade de que a imensa maioria destes recursos é finita e fundamental para o suporte ao conhecimento das futuras gerações e as suas conexões culturais. Neste contexto, ratifica-se a importância do reconhecimento e classificação de locais com elementos naturais da geodiversidade que possuam valores excepcionais e dignos de conservação pela sociedade, tendo assim um significado de patrimônio geológico.

2.2 PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

Após consolidado o conceito de geodiversidade, com a evolução do conhecimento, naturalmente houve o desdobramento em novos termos, os quais acabam orbitando em relação ao conceito original.

Partindo da premissa de que não é possível conservar toda a geodiversidade, devem-se elencar prioridades. Aliado a isso e partindo do pressuposto que os diversos valores da geodiversidade podem ser caracterizados de forma excepcional, superlativa, rara, entre outros aspectos, a mesma adquire a designação e o significado patrimonial. Com isso, recebe a denominação de patrimônio geológico (PG) ou geopatrimônio, que pode estar correlacionado a um local específico ou a um conjunto de locais com valores superlativos.

Sobre a denominação deste conceito, cabe uma ressalva, pois o termo “geopatrimônio”, tal como em inglês (“*geoheritage*”), deve ser entendido como sinônimo de “patrimônio geológico” (“*geological heritage*”), sendo que neste documento se dá preferência à nomenclatura “patrimônio geológico”. Com a evolução no volume das pesquisas (Ruchkys, Mansur & Bento, 2017; Silva, Nascimento & Rapanos, 2022) e da literatura acerca da geodiversidade, algumas mudanças vêm se avolumando, como a ampla utilização no Brasil do termo geopatrimônio ao invés de patrimônio geológico, o qual era mais utilizado no final da década de 1990 até meados da década de 2010.

Brilha (2005) considera patrimônio geológico como um conceito amplo, no que diz respeito às subdivisões das Geociências. Ou seja, seu emprego está inserido em diversas vertentes das Ciências da Terra, englobando o patrimônio geomorfológico, patrimônio paleontológico, patrimônio mineralógico, etc. Afirma ainda que o PG pode ser caracterizado *in situ* (minerais, fósseis, rochas, solos e formas de relevo) e *ex situ*, sendo esse salvaguardado em coleções de museus (minerais, rochas, fósseis).

Na visão de Wimbledon (1996), o patrimônio geológico é constituído por sítios de interesse geológico, identificados como localidades essenciais para demonstração dos aspectos e estágios-chave no desenvolvimento geológico de uma região. Esta relação do PG vinculado a uma determinada região, coaduna com a ideia de que este(s) elemento(s) da geodiversidade com valor excepcional estão inseridos em uma paisagem geográfica, ou seja, uma geopaisagem, conforme conceituação de geógrafos alemães, que seguiram o entendimento de Alexander von Humboldt [1769-1859] (Menegat, 2006).

Segundo a ProGEO (2011), o patrimônio geológico é parte integrante do patrimônio natural e engloba os lugares especiais e objetos que têm um papel fundamental na nossa compreensão da história da Terra - suas rochas, minerais, fósseis e paisagens. Essas localidades e objetos dão uma visão especial sobre a evolução orgânica e inorgânica da Terra ao longo dos últimos 4,5 bilhões de anos.

Carcavilla *et al.* (2014) consideram o patrimônio geológico como elemento da riqueza natural do nosso planeta e sua destruição resulta em uma perda, quase sempre irreversível, da Memória da Terra, deixando as gerações futuras sem a possibilidade do conhecimento direto de sua evolução e história. Esses autores reforçam que a determinação da singularidade dos valores científico e/ou didático, deve ser com base em métodos qualitativos ou quantitativos, devendo sempre ser considerado o valor intrínseco, o uso potencial e o risco de degradação.

Os critérios supracitados de Carcavilla *et al.* (2014), referentes à utilização de método qualitativo e quantitativo, bem como o risco de degradação na determinação de PG são extremamente importantes. Primeiro, em relação ao risco de degradação, contrapõe um pensamento de senso comum e de certa forma generalizado na sociedade, de que os elementos da geodiversidade são robustos e imponentes e que não necessitam de cuidados especiais (Crofts *et al.*, 2022), tendo como exemplos formações rochosas, montanhas, etc. Todavia, muitos minerais, fósseis, rochas e formas de relevo como as cavernas, podem se mostrar frágeis e sofrerem ameaças relacionadas à exploração de recursos minerais e energéticos, e inclusive em alguns casos de visitação turística sem a devida gestão e manejo.

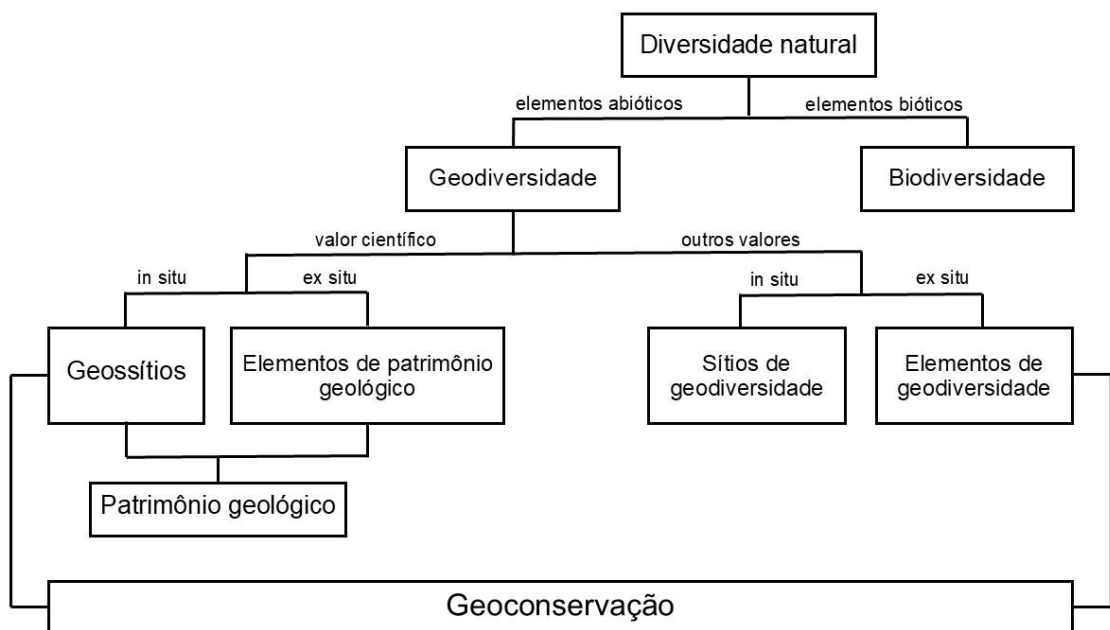
Já em relação ao método qualitativo e quantitativo, é neste contexto que está inserido o inventário do PG, considerado de suma importância como a primeira etapa de uma estratégia de geoconservação. Consiste em identificar, selecionar e caracterizar, de maneira sistemática, aqueles sítios geológicos que têm atributos geológicos acima da média da área em estudo.

Segundo Lima (2008), a identificação e seleção do patrimônio geológico, o qual pode estar situado em uma área protegida, ou município, estado e/ou país, materializado em geossítios (definições em detalhes no próximo item), deve ser baseada em critérios estabelecidos de acordo com os objetivos pré-definidos, âmbito de trabalho e especificidades do território que se pretende inventariar. Além disso, este inventário deve se desenvolver de forma sistemática e sustentada no

conhecimento científico dos pesquisadores e especialistas que atuam no território a ser inventariado.

Há na literatura geoconservacionista divergências entre o que denominar como patrimônio geológico. Para alguns autores, somente os sítios geológicos com excepcional valor científico deve levar esse enquadramento. Foi neste sentido que Brilha (2016), trouxe uma revisão do seu conceito (Figura 2), indicando que durante o processo de inventariação, preconizado por avaliações qualitativa e quantitativa, será determinado como PG apenas o local com excepcional valor científico, sendo este denominado de geossítio. Os demais potenciais valores da geodiversidade, como educativo, turístico e outros, também podem ser objeto de inventariação, mas para fins de atribuir seu potencial uso e eventual gestão, neste caso associando-se a sítios da geodiversidade.

Figura 2 - Fluxograma sobre o conceito de patrimônio geológico.



Fonte: adaptado de Brilha (2016)

Outras correntes de autores inserem também como PG os geossítios com valor excepcional do ponto de vista educativo (Carcavilla *et al.* 2014). Já com um aspecto mais amplo, Crofts *et al.* (2022) compreendem patrimônio geológico como os elementos e feições da geodiversidade, isoladamente ou combinados, que são considerados como tendo um valor significativo por razões intrínsecas, científicas, educacionais, culturais, espirituais, estéticas, ecológicas ou ecossistêmicas e que,

portanto, merecem ser conservados. Gray (2018) não cita valores, mas ressalta que PG é aquela parte da geodiversidade que é avaliada como digna de geoconservação.

É nesse sentido, com uma visão de quão relevante para a sociedade são os elementos da geodiversidade que a pesquisa de mestrado pretende se debruçar. Será considerado um horizonte ampliado para a conservação da geodiversidade, com enfoque não somente nos locais com valor científico, mas ampliando os valores para o reconhecimento do patrimônio geológico, e consequentemente, de geossítios.

Esta ampliação de valores do PG é consonante com a interdisciplinaridade e a sinergia para governança, características fundamentais da geoconservação, reforçando para a sociedade que sua relação com a geodiversidade e os benefícios que ela proporciona, os quais também possuem caráter patrimonial, estão presentes não apenas no campo do saber científico, mas também nas mais diversas relações da humanidade com seus recursos naturais e laços culturais.

2.3 GEOSSÍTIO

Uma vez estabelecido que a geodiversidade possui valores patrimoniais, que está sujeita a ameaças de degradação ou perdas irreparáveis, principalmente nos casos em que os elementos naturais não sejam renováveis na escala de tempo da humanidade, faz-se necessário a materialização e divulgação para a sociedade do instrumento de conservação daqueles elementos que forem avaliados como patrimônio geológico (PG).

Brilha (2005), em uma das publicações pioneiras na temática, altamente referenciada em pesquisas geoconservacionistas no Brasil e no mundo, conceituou geossítio pela primeira vez como a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer como resultado da ação de processos naturais ou devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros. Este autor complementa que o conjunto dos geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região pode ser determinado como patrimônio geológico.

Já a Associação Europeia para Conservação do Patrimônio Geológico (ProGEO) define geossítio como um termo neutro para sítio geológico (sem complicações legalistas). Um geossítio pode ser um sítio, ponto, monumento, seção, parque, reserva, área protegida, tendo variações em relação às suas dimensões. Eles

são distinguidos pelo seu interesse característico e às vezes pela grande vulnerabilidade aliada à sua maior importância para a ciência (ProGEO, 2011).

Conforme exposto na Figura 2, em uma reavaliação de sua primeira conceituação (2005), Brilha (2016) argumenta que o valor científico necessita de uma atenção especial em relação à denominação, por consequência na divulgação para a sociedade. Desta forma, este autor conceitua geossítio (e patrimônio geológico) apenas como os locais da geodiversidade que possuem valores excepcionais do ponto de vista científico, sendo denominado de sítio da geodiversidade os locais que possuem outros valores. Entretanto, cabe ressaltar que em ambos os casos, geossítios ou sítios da geodiversidade devem ser instrumentos de geoconservação (Brilha, 2016).

A União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), apesar de reconhecer diversos valores para determinação de patrimônio geológico, adota como conceito de geossítios na publicação Diretrizes para Geoconservação em Áreas Protegidas (Crofts *et al.*, 2022)

“O termo geossítio é usado para referir qualquer local que tenha ou uma única feição ou uma variedade de elementos geológicos ou geomorfológicos e processos dignos de proteção devido ao seu elevado valor científico” (Brilha, 2018)

Com base nas conceituações de geossítio supracitadas, o valor científico ganha destaque na denominação de geossítio. Todavia, faz-se necessário uma reflexão sobre este estreitamento e direcionamento para apenas um valor na denominação deste instrumento de geoconservação. Isso produzirá efeitos positivos, quando analisado na perspectiva de um maior reconhecimento da sociedade na importância de se implementar ações/medidas de geoconservação?

Com isso, não seriam denominados de geossítios locais com valor cultural que trazem consigo o vínculo espiritual, místico e religioso, muito provavelmente as formas de valorização mais primitivas da humanidade em relação à geodiversidade, com locais emblemáticos em todo mundo como cavernas, montanhas, cachoeiras, geoformas, geopaisagens, etc. (diversos exemplos em Crofts *et al.*, 2022). A percepção patrimonial destes locais já é percebida e reconhecida pelas diversas gerações que evoluíram nestas geopaisagens.

Ampliar a visão de valores para os geossítios, poderá gerar mais conexão ou reconexão da sociedade com uma linguagem atual e que fomente o pertencimento das pessoas em busca de ações de geoconservação. E, quando se tem o objetivo de

alcançar a atenção e ação da sociedade, incluindo desde crianças em idade de ensino fundamental até tomadores de decisão, é possível considerar outros valores da geodiversidade que são fundamentais e presentes no dia a dia das pessoas, como o educativo, turístico e geossistêmico.

Desta forma, nesta pesquisa define-se geossítio como: local com elemento natural da geodiversidade, exposto por dinâmicas naturais ou por ação antrópica, com limites bem definidos e que possua pelo menos um dos seguintes valores: científico, educativo, recreativo/turístico, cultural ou geossistêmico. Deverá ser certificado por método qualitativo e quantitativo, considerando seu risco de degradação, uso potencial e a capacidade de carga.

Com o intuito de aumentar o esclarecimento, detalha-se a seguir a essência de cada um dos valores da geodiversidade adotados nesta pesquisa, os quais se vinculam a aspectos patrimoniais. E, por consequência, devem ser considerados como geossítios quando o local possuir evidências (produtos) de processos geológicos (pretéritos ou atuais) que, em comparação com locais semelhantes, tenha qualitativa e quantitativamente, nível de excelência em pelo menos um destes cinco valores.

1. **Valor Científico:** local, no âmbito brasileiro, que melhor caracterize e represente um contexto geológico, atualmente materializados em Domínios Tectono-Estratigráficos do Brasil, os quais sob responsabilidade do Programa Patrimônio Geológico do Brasil (SGB) (Schobbenhaus *et al.*, 2024). Além disso, os geossítios podem estar vinculados a outros contextos geocientíficos, como de interesse fossilífero, espeleológico, mineralógico, etc.;
2. **Valor educativo:** local que apresente aspectos didáticos bem claros, com a exposição das características dos processos e/ou produtos geológicos e geomorfológicos que se pretende que sejam explorados em atividades educacionais, em todos os níveis do regime formal, mas também na educação informal, para diversos tipos de público;
3. **Valor turístico/recreativo:** local que apresente potencial para o desenvolvimento da atividade turística e de lazer, comumente relacionada aos segmentos de ecoturismo e/ou turismo de natureza, mas também ao de turismo cultural e de experiência. Habitualmente, atrelado ao valor

turístico poderá ocorrer uma associação com o valor estético, uma visão que é subjetiva do ponto de vista social;

4. **Valor cultural:** local que possua um histórico de relação direta com a evolução da cultura humana, seja em aspectos ligados à construção da identidade de um determinado povo, bem como às conexões espirituais, místicas e de religiosidade. Neste contexto, também podem ser incluídos os registros arqueológicos, como pinturas e gravuras em ambientes naturais;
5. **Valor geossistêmico:** local que intrinsecamente é uma peça-chave para a sobrevivência e qualidade de vida de representantes da biodiversidade. A biodiversidade sendo vista de forma integrada, não apenas os ecossistemas dos ambientes naturais, mas também a humanidade que se beneficia de forma direta e indireta durante a evolução, coexistência e transformações tecnológicas entre a geodiversidade e a biodiversidade.

Em suma, a ampliação do reconhecimento de patrimônio geológico e geossítio atrelados a valores, que vão além de somente o valor científico, é consonante com a interdisciplinaridade e a sinergia para governança. Essas características são fundamentais na geoconservação, pois reforçam para a sociedade que sua relação com a geodiversidade e os benefícios que ela proporciona, os quais também possuem caráter patrimonial, estão presentes não apenas no campo do saber científico, mas também nas mais diversas relações da humanidade com seus recursos naturais e laços culturais.

2.4 GEOCONSERVAÇÃO

A evolução da ciência tem como consequência o aumento do conhecimento e assim a reprodução de termos e conceitos para facilitar o entendimento das pessoas e suas aplicações. Isso significa que algumas iniciativas que atualmente estão ramificadas em vários campos do saber, eventualmente tiveram um princípio em comum. Aquilo que se conhece hoje como conservação do patrimônio geológico, possivelmente tenha raízes nas pesquisas e estudos de naturalistas, como Alexandre Von Humboldt, Charles Robert Darwin, Reinhard Maack, João José Bigarella, entre outros, os quais desde o início do século 19 até meados do século 20, buscavam entender as relações humanas com o mundo natural de forma holística.

Alguns estudos, essencialmente ocidentais, indicam que a percepção da importância e da necessidade em executar as primeiras ações efetivas de conservação de sítios geológicos podem remontar há mais de 350 anos, em uma cavidade natural subterrânea da Alemanha (Romão & Garcia, 2017).

Brown *et al.* (2017) apresentam um volume de informações consistentes sobre a atuação do Reino Unido na conservação sistemática de sítios geológicos, desde meados do século XX, com ações que atualmente estão inseridas no conceito de geoconservação. O protagonismo britânico ganha um ato fundamental no final da década de 1940, quando foi promulgada a “Lei dos Parques Nacionais e Acesso ao Campo, com uma disposição para conservar características geológicas e fisiográficas (geomorfológicas) com base legal como Sítios de Interesse Científico Especial” (Brown *et al.*, 2017, p. 1).

Contemporaneamente no Brasil também eram realizadas as primeiras iniciativas em relação à proteção de ambientes com grande relevância geológica, como nas criações dos dois primeiros parques nacionais (PARNA). Estes foram o Parque Nacional do Itatiaia (Rio de Janeiro e Minas Gerais), em 1937, devido ao seu contexto geomorfológico de montanhas (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade [ICMBio], 2023a) e o Parque Nacional do Iguaçu (Paraná), em 1939, devido às gigantescas e múltiplas quedas d’água de relevância mundial (ICMBio, 2023b), ambos com conceitos preservacionistas e de exclusão de pessoas em seus limites, o que incluiria moradores (Diegues, 2008).

Entretanto, a criação dos parques nacionais brasileiros foi embasada somente em decretos específicos, ao contrário do que foi implementado no Reino Unido e que merece destaque, pois atuou no arcabouço legal no sentido de sistematizar uma lista de sítios geológicos e geomorfológicos de relevância. Isso se reflete na Revisão de Conservação Geológica, executada em 1977 como um programa nacional, com o objetivo de selecionar locais para pesquisa, educação, treinamento, assim como para recreação e apreciação estética, por meio de três etapas: “i) revisão e seleção do local; ii) designação e legislação; e iii) conservação e gerenciamento, sendo visto como a base para o processo sistemático de geoconservação” (Du e Girault, 2018, p.2).

Esse direcionamento extrapolou as divisas nacionais e culminou com o continente europeu sendo referência em legislações (Brown *et al.*, 2017), pesquisas e

universidades com pós-graduação (Ruchkys, Mansur e Bento, 2017) no âmbito do patrimônio geológico e da geoconservação.

O conceito de geoconservação surge na esteira do referente à geodiversidade, sendo que os princípios consistiam em conservar amplamente os recursos abióticos e não somente aquilo que seria avaliado posteriormente como patrimônio geológico (Sharples, 1993).

Entretanto, devido à condição inexecutável diante da amplitude, bem como da similaridade a conceitos preservacionistas no que diz respeito a manter intocada a natureza (Diegues, 2008), as discussões foram expandidas para um contexto conservacionista, com um direcionamento ambientalista e mais conectado ao conceito de desenvolvimento sustentável (De Oliveira Filho, 2016), que também prevê o uso dos recursos a serem protegidos.

Stürm (1996) afirma que a geoconservação tem o papel de promover, suportar e coordenar os esforços em prol do uso sustentável da geodiversidade, bem como salvaguardar o patrimônio geológico. Já Wimbledon (1996) destaca que cabe aos geocientistas, conhecedores e pesquisadores da geodiversidade local, dar suporte técnico e científico para o desenvolvimento da geoconservação.

Após mais de uma década do surgimento do conceito e das discussões de seu alcance, as ideias sobre geoconservação começaram a ser desenhadas considerando a sua sistematização, principalmente com o objetivo de serem efetivadas.

Brilha (2005), considera que a geoconservação deve prever a utilização e gestão sustentável do patrimônio geológico. Para tanto, uma estratégia deve ser executada de forma sistemática, organizada nas etapas sequenciais de inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e, finalmente, monitoramento do patrimônio geológico. Com os mesmos princípios organizacionais, Carcavilla *et al.* (2012) compreendem a geoconservação como o conjunto de técnicas e medidas (estratégias, programas e ações) direcionadas a assegurar a conservação do patrimônio geológico.

Em pouco menos de duas décadas após o surgimento do conceito, Henriques, *et al.* (2011) reconheceram a geoconservação como uma área acadêmica emergente das geociências e que poderia ser considerada um campo do saber das Ciências da Terra, tais como outras já consagradas (geomorfologia, paleontologia, mineralogia, hidrogeologia, estratigrafia, etc.).

Esta afirmação é confirmada, tendo como recorte o panorama brasileiro, no aumento expressivo de pesquisas que resultaram em dissertações e teses entre as décadas de 2010 e 2020, mesmo considerando as poucas universidades com pós-graduações específicas na temática no país. Muitos desses acadêmicos fizeram suas pesquisas em Portugal, país de referência na formação de mestres e doutores em patrimônio geológico e geoconservação (Ruchkys, Mansur e Bento, 2017).

Todavia, esses egressos de pós-graduação em geoconservação, que na sua maioria advém dos programas em geografia (Ruchkys, Mansur & Bento, 2017; Silva, Nascimento & Rapanos, 2022), encontram um cenário nada animador, pois apesar de estar consolidada na academia, a disseminação da geoconservação ainda não gerou demandas suficientes de disciplinas para docentes de graduação e pós-graduação em universidade. Além disso, não ultrapassou o campo científico, deixando de avançar em estudos aplicados, como serviços técnicos de geologia, como outras áreas acadêmicas já o fizeram. Exemplos bem claros estão na hidrogeologia e na geotecnia, nas questões de gerenciamento de contaminação de aquíferos e riscos geológicos em obras ou no planejamento urbano, respectivamente.

Este dilema enfrentado pelos mestres e doutores em patrimônio geológico e geoconservação, quanto à inserção no mercado de trabalho, seja da iniciativa privada ou pública, em que são incipientes a raras as oportunidades de serviços técnicos especializados, foi exposto durante o VI Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, realizado em São Paulo/SP, em agosto de 2022 (Moura, 2022).

Entende-se que as pesquisas científicas no âmbito da geoconservação podem caminhar junto com as aplicações de serviços técnicos nesta temática. Uma geoconservação prática pode se beneficiar da proximidade e potencial conexão com a sociedade, por meio de suas iniciativas e ferramentas, denominadas de geoturismo, geoeducação e geoética. Estas podem ser implementadas em um geossítio, como em uma área privada com valor turístico (por exemplo, uma cachoeira, uma caverna, etc.) ou em uma área descomissionada de mineração que pode se transformar em um parque, no sentido de áreas como a Pedreira Paulo Leminski e Ópera de Arame, em Curitiba. Mas também podem ser implantadas em um conjunto de geossítios, como nos territórios de geoparque, unidades de conservação (UCs), municípios, etc.

Vale ressaltar que as iniciativas e ferramentas mencionadas acima podem ser conduzidas como ações no âmbito da geoconservação em subáreas, como ocorrem

em outras disciplinas das geociências (paleontologia – micropaleontologia, invertebrados, vertebrados, répteis, mamíferos, etc.).

Todavia, não devem ser consideradas efetiva e literalmente como geoconservação, mas como iniciativas de conservação do patrimônio geológico. Isso porque, uma vez que estas ferramentas sejam aplicadas de forma fragmentada e não de maneira sistemática, com ênfase somente em valorização e divulgação para promoção do uso, não garantem sozinhas a concretização do principal objetivo da geoconservação, que é salvaguardar para gerações futuras os elementos da geodiversidade (fósseis, minerais, rochas, paisagens, etc.) que se configuram como patrimônio geológico.

Um exemplo prático do risco que o patrimônio geológico está submetido ao não serem garantidas as medidas de proteção e técnicas de conservação antes da divulgação de um geossítio, foi caracterizado na floresta fóssil do Permiano, descoberta no interior do Paraná (Mottin *et al.*, 2021). Após a veiculação em matéria no portal da Universidade Federal do Paraná (UFPR) na internet, sobre a relevante descoberta científica de um sítio fossilífero com troncos de árvores em posição vertical (Ciência UFPR, 2022), o local foi objeto de divulgação massiva em redes sociais, jornais, televisões (Folha de SP, 2022; RPC, 2022). Os fósseis são constituídos por material geológico friável e não possuem uma estratégia de comunicação e/ou de conservação implementadas pelos gestores. Esse fato expõe o geossítio às ações de vandalismo e remoção dos fósseis, principalmente devido à incompreensão sobre seu baixo valor econômico, apesar da elevada importância científica deste patrimônio natural.

No contexto de possíveis conexões com a sociedade, Brilha (2015) destaca como potenciais objetivos da geoconservação: i) executar por métodos científicos e promover o avanço de pesquisas nas geociências; ii) apoiar a quebra de paradigmas nas políticas de conservação da natureza, podendo gerar um novo arcabouço legal; iii) dever ser considerada no ordenamento do território; iv) poder integrar ações de educação para sensibilização e conhecimento das geociências; e v) fomentar o geoturismo, como turismo de natureza, gerando atividades econômicas com ativos ambientais e benefícios sociais.

Finalmente, é possível afirmar que a geoconservação não pode ser encarada como uma ação isolada, pois requer uma visão estratégica de gestão, com caráter multi/interdisciplinar, sob a premissa da articulação entre diversos campos do saber e

apoiada em bases legais. Fundamental que contemple etapas sistemáticas e sequenciais, a fim de garantir a efetividade na conservação do patrimônio geológico. Com o intuito de justificar essa afirmação, no capítulo 4 serão apresentados métodos e diretrizes da geoconservação.

2.5 GEOPARQUES

Com base nos princípios da geoconservação, marcada pela premissa do uso sustentável de bens naturais abióticos, evolui a partir da Europa um instrumento com potencial expressivo, considerando a participação conjunta da sociedade, para fomentar as economias locais, bem como conservar, valorizar e divulgar o patrimônio geológico, institucionalizado por meio dos geoparques. Segundo a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO), os Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU) “são áreas geográficas únicas e unificadas em que locais e paisagens de importância geológica internacional são gerenciados com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável” (UNESCO, 2025).

Este é o conceito oficial desde que os geoparques foram considerados um programa da UNESCO em setembro de 2015, coincidindo com o lançamento da Agenda 2030 e os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Todavia, a história destes territórios é marcada por pelo menos três fases distintas, iniciando desde meados da década de 1990, como apontaram Du e Girault (2018), após consultas detalhadas em documentos da UNESCO, da *Global Geoparks Network* (GGN) e da *International Union of Geological Sciences* (IUGS).

Na primeira fase (1996-2004), Du e Girault (2018) indicam que o surgimento da ideia de geoparque aconteceu no 30º Congresso Internacional de Geologia, realizado na China. Entre os motivos esteve a proposição de alternativas ao instrumento que vigorava na época para reconhecer a importância da geodiversidade (Programa do Patrimônio Mundial), além de se buscar melhores condições para financiamentos e

“por fim, o conceito de ‘proteção estrita’, que privava as populações locais de seu acesso aos recursos naturais, levando a uma cooperação deficiente e, às vezes, até mesmo à oposição, ocasionalmente resultando no aumento da destruição de geossítios” (Du e Girault, 2018, p.6).

Como desdobramentos do congresso na China, as discussões na Europa avançaram com foco no desenvolvimento rural local, tendo como base o patrimônio geológico, mas utilizado como fomento ao geoturismo. Nasce assim em 2000 a

European Geoparks Network (EGN), constituída por representantes da França (*Réserve Géologique de Haute-Provence*), Alemanha (*Vulkaneifel*), Espanha (*Maestrazgo Cultural Park*) e Grécia (*Lesvos Petrified Forest*). Estes surgiram com a missão de proporcionar uma nova ferramenta de desenvolvimento territorial, baseado principalmente na conservação do patrimônio geológico, fomentando educação em geociências e para cidadania, entrelaçado com as tradições locais e sendo um agente propulsor no movimento da economia local, ou seja, aplicando o macroconceito de desenvolvimento sustentável (Zouros, 2004).

De forma concomitante, foram realizadas diversas tentativas de incluir os geoparques como um programa oficial da UNESCO, seja em programas específicos ou englobados em outros existentes. Porém essas iniciativas não surtiram efeito positivo, mas conseguiram o apoio desta instituição ao desenvolvimento dos geoparques (Du e Girault, 2018).

A segunda fase (2004-2010) é marcada pela criação de uma Rede Global de Geoparques (*Global Geoparks Network* - GGN) com o apoio da UNESCO, de início contando com doze geoparques europeus e oito chineses. Outros aspectos incluem, o avanço de redes regionais como a da Ásia-Pacífico e um aumento expressivo de geoparques europeus e chineses (Du e Girault, 2018).

Na terceira e última fase (2011-2015), antes da oficialização de um programa específico, a retomada das conversas foi incentivada por uma solicitação do escritório da UNESCO no Uruguai, em 2011, por mais equidade na distribuição dos geoparques ao redor do mundo. Isso gerou a criação de um grupo de trabalho, que discutiu pelo menos quatro propostas entre os anos de 2013 e 2015, quando finalmente em setembro de 2015, os 195 Estados Membros da UNESCO ratificaram a criação de um novo título, os Geoparques Mundiais da UNESCO (*UNESCO Global Geoparks*), durante a 38ª Conferência Geral desta instituição. Desde então, os Geoparques Mundiais da UNESCO fazem parte do *International Geoscience and Geoparks Programme* (IGGP) da UNESCO e a GGN tornou-se parceira oficial da UNESCO para o funcionamento dos GMU, sendo institucionalizada como uma associação internacional sem fins lucrativos e sediada na França (Du e Girault, 2018).

Segundo dados de abril de 2025, existem 229 GMU em 50 países, sendo que o Brasil possui seis geoparques mundiais, o que representa cerca de 2,6% do total, sendo eles o Araripe GMU (CE), Seridó GMU (RN), Caminhos dos Cânions do Sul

GMU (SC/RS), Caçapava GMU (RS), Quarta Colônia GMU (RS) e Uberaba GMU (UNESCO, 2025).

Após quase dez anos de sua oficialização como programa da UNESCO, ficou claro que os geoparques trouxeram em sua essência uma vocação para fortalecer o tripé do desenvolvimento sustentável, em ações ambientais, sociais e econômicas. Fleig, Nascimento e Valdati (2022) demonstram a amplitude multidisciplinar das diretrizes das atividades dos GMU e, com uma pesquisa desses territórios no Brasil, assim como em vários outros países, identificam que as ações educativas, geoturísticas e de geoconservação criam o potencial dos geoparques efetivarem objetivos da Agenda 2030.

A amplitude de público envolvido na construção de um GMU é explícita, uma vez que além da premissa de existir patrimônio geológico de relevância internacional no território, precisam ser desenvolvidas muitas atividades e ações multidisciplinares, como nos temas: i) educação; ii) mulheres; iii) riscos geológicos; iv) recursos naturais; v) desenvolvimento sustentável; vi) geoconservação; vii) ciência; viii) mudanças climáticas; ix) cultura; e x) conhecimento local e indígena (UNESCO, 2025). Este quadro pode apontar para uma complexidade e dificuldades, porém evidencia também uma oportunidade e um potencial gigantesco de compartilhamento dos conceitos de geodiversidade e geoconservação para variados nichos da sociedade.

O histórico brasileiro de GMU teve a criação, em 2006, do Araripe GMU (CE), sendo o primeiro das Américas. Somente em 2021 foram oficializados mais dois territórios no Brasil, o Seridó GMU (RN) e o Caminhos dos Cânions do Sul GMU (SC/RS). Em 2023 entram mais dois territórios gaúchos (RS) neste grupo, o Caçapava GMU e o Quarta Colônia GMU. Fechando a lista atual, em 2024 quem recebeu a chancela foi o Uberaba GMU (MG) (UNESCO, 2025).

Exceto pelo Araripe, que recebeu a chancela ainda no período de vigência da GGN, todos os outros atuais GMU brasileiros possuem uma característica marcante no processo de oficialização, que é o período de desenvolvimento das atividades e ações para cumprir os critérios estabelecidos pela UNESCO. Isto se traduziu em intervalos superiores a 5 anos, chegando até a 14 anos, para o atendimento aos critérios, dado esse identificado em uma pesquisa com GMU, Aspirantes a GMU (quando um projeto já submeteu uma carta à instituição demonstrando interesse em ser auditado) e projetos de geoparque no Brasil (Nascimento *et al.*, 2021).

Uma avaliação futura será pertinente, com o objetivo de verificar se os novos projetos de geoparques e Aspirantes a GMU conseguirão reduzir estes períodos de maturação, uma vez que pode estar em curso a consolidação de uma rede brasileira com o aumento dos GMU no país. Os seis territórios já chancelados têm o potencial para promover mais atividades em rede, conforme preconizado nos critérios de avaliação, bem como implementar as trocas de experiências positivas e relatos sobre aquelas negativas durante o processo de construção de um GMU.

2.6 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RELAÇÃO COM A GEOCONSERVAÇÃO

A sociedade moderna e hiperconectada é inundada de informações, em quantidade, tempo e diversidade avassaladoras. São conhecimentos de toda ordem, como também são múltiplos os conflitos, os quais existem entre os humanos desde quando a “fase tribal” predominava até os dias atuais. Outra faceta está nos avanços tecnológicos, que promovem do turismo espacial às interfaces cérebro-máquina.

Algumas notícias cotidianas dizem respeito à situação de como a relação ser humano e natureza está impactando severamente o planeta. São apresentados conceitos e previsões catastróficas e complexas como “mudanças climáticas”, “sexta extinção em massa”, “ponto de não retorno” (Capello *et al.*, 2023; Braz, 2015; Galvão, 2020). Ao mesmo tempo surgem alternativas para evitar e minimizar esses impactos negativos, como “energias renováveis”, “economia circular”, “diversidade – equidade – inclusão”, sendo que estas são apenas algumas formas de representação do conceito holístico de sustentabilidade.

A primeira e grande mobilização global com o objetivo de discutir as questões ambientais, ou seja, a relação ser humano-natureza, completou 50 anos recentemente, em junho de 2022. Convocada e capitaneada pelas Nações Unidas (NU), foi realizada em Estocolmo na Suécia, a *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano*, um evento que causou uma inflexão nos rumos das políticas internacionais de meio ambiente (NU, 2022).

Como esta problemática tem caráter global, o mais natural é que as discussões evoluíssem no âmbito de instituições internacionais como as Nações Unidas. Foi desta forma que seguiu durante as décadas subsequentes, com conferências e relatórios, entre as quais merecem destaque:

- i) 1983, criação da comissão especial que deveria disponibilizar um relatório sobre o meio ambiente e a problemática global até o ano 2000, a qual posteriormente foi denominada de Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, culminando em 1987 com o Relatório *Brundtland*, documento que foi intitulado de Nosso Futuro Comum e sedimentou o conceito de desenvolvimento sustentável (DS), cujas ideias embrionárias haviam sido expostas na conferência de Estocolmo, tendo como base as dimensões ambiental, social e econômica (NU, 2022);
- ii) 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Cúpula da Terra, também conhecida como Rio Eco-92, que culminou com uma sequência de grandes conferências ao longo da década de 1990, com objetivo de identificar os maiores problemas, propostas de ações, engajamentos das nações, papel das Nações Unidas em uma nova agenda de desenvolvimento, com intuito de aumentar a consciência e o entendimento do público geral (NU, 2022);
- iii) 2000, mais de 190 nações se comprometeram em reduzir a pobreza extrema, interromper a disseminação da AIDS e aumentar a oferta de educação primária universal, com uma estimativa de alcance de seus objetivos até 2015. Para tanto, foram lançados os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs) (NU, 2016);
- iv) 2015, durante a cúpula das Nações Unidas foi lançada a Agenda 2030, a qual institui os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas. Este documento é considerado um “plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade”, tendo como base os 8 ODMs, buscando efetivar os compromissos de 2000 que não foram alcançados (NU, 2015).

O histórico da evolução do conceito amplo de sustentabilidade demonstra um crescimento no número de alvos a serem atingidos. Com uma visão inicial para a natureza, e tendo como enfoque a ecologia na década de 1970, seguiu para 1987 com o aumento do espectro, incluindo além da atenção ambiental as necessidades sociais e econômicas. Já a partir dos anos 2000 o foco passa a ser mais claro e direcionado, tendo 8 ODMs iniciais e saltando após uma década e meia para os 17 ODS atuais.

Esse aumento configura um compartilhamento das responsabilidades e uma demonstração que dentro das 169 metas estipuladas para a Agenda 2030, busca-se uma maior participação das pessoas comuns em sua efetivação. As nações e instituições detentoras dos poderes políticos e financeiros, configuram-se como as partes com as responsabilidades mais significativas no alcance de uma cultura de sustentabilidade.

O cenário atual, tendo decorrido praticamente metade do tempo destinado para a implementação da Agenda 2030 e os ambiciosos 17 ODS e suas 169 metas, não é nada animador, conforme está reportado no Relatório sobre o Desenvolvimento Sustentável Global de 2023 – “Tempos de crise, tempos de mudança: Ciência para acelerar as transformações para o desenvolvimento sustentável” (NU, 2023; Nature, 2023). Apesar de não ser o motivo exclusivo pelos números atuais, a crise sanitária com a pandemia de COVID-19 contribuiu significativamente no baixo progresso das ações sustentáveis globais.

O escopo desta pesquisa não busca detalhar os motivos do insucesso, mas sim realçar uma alternativa de alcance dos ODS baseada na ciência, como preconiza as Nações Unidas, por meio de uma área diferente das tradicionais das Geociências, a geoconservação, mais especificamente na efetivação sistemática de uma Estratégia de Geoconservação.

Geocientistas do mundo todo têm alertado as autoridades sobre a importância e urgência de uma visão mais integrada, que leve em consideração a geodiversidade no planejamento dos recursos financeiros e das políticas públicas (Brilha *et al.*, 2018). Da mesma forma, já existem exemplos de alguns estudos e pesquisas que mensuram a capacidade de integrar as geociências nas aplicações dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Gil, 2017; Gil e Smith, 2021; Gray e Croft, 2022; Capello *et al.*, 2023).

3 PROCESSO E RECORTE ESPACIAL DA PESQUISA

Após discorrer sobre o embasamento teórico, tendo a geodiversidade como ponto de partida e os conceitos que a orbitam, e finalizando com o desenvolvimento sustentável e as relações com a geoconservação, neste capítulo será apresentado o processo que foi utilizado para compor esta dissertação, bem como os recortes espaciais e processuais, principalmente após a etapa de qualificação da pesquisa.

A partir do que foi exposto no fluxograma da Figura 1, que demonstra o fio condutor da pesquisa, tem-se os seguintes elementos estruturantes da dissertação: i) a necessidade das pessoas (re)conhecerem a geodiversidade em um sentido mais amplo que aquele comumente ligado à utilização como recursos minerais e energéticos; ii) esse (re)conhecimento sendo possível pelo instrumento denominado geossítio e os valores a ele associados (científico, educacional, turístico/recreativo, cultural e geossistêmico); iii) com todos os valores do geossítio inseridos em um processo sistemático, com fases e etapas bem definidas, materializado em uma estratégia de geoconservação, cria-se a possibilidade de se efetivar ações de geoeducação, geoturismo, geocomunicação e geoética.

Evidencia-se nesse fluxograma o caráter de ciclo e interconexão para o objetivo final, mas também um fluxo direcional (em seta), entre o início com o elemento da geodiversidade, passando por avaliação, ou seja, a certificação do geossítio, culminando com o processo de geoconservação. Tendo como princípio esse fluxo, e a partir da experiência técnica profissional, com a atuação em projetos de geoparque (Geodiversidade, 2018), assim como na implementação de uma estratégia de geoconservação em um geossítio, com o respectivo acompanhamento no primeiro ano de gestão, dentro de uma mineração ativa (Geodiversidade, 2016; Geodiversidade, 2019; Geodiversidade, 2020), surgiram possibilidades de investigações. Estas partem do objetivo de analisar a aplicação metodológica em iniciativas de geoconservação no Brasil, sua relação com o setor mineral brasileiro e o potencial de políticas públicas que podem ser desenvolvidas.

A primeira linha de investigação é no sentido de que no Brasil existem muitas iniciativas de geoconservação, ou seja, há muitos geossítios em Geoparques Mundiais da Unesco (GMU), aspirantes a GMU, projetos de geoparque, alguns geossítios em Unidades de Conservação (UC) e minerações. Todavia, esses locais excepcionais da geodiversidade, em sua expressiva maioria, não contemplam uma estratégia sistemática (completa com todas as etapas) de geoconservação, tendo

como base metodológica principalmente a publicação de Brilha (2005), amplamente estudado e pesquisado no Brasil, ou até mesmo outros tipos de métodos.

A segunda possibilidade de investigação consistiu no âmbito de uma pesquisa do setor mineral brasileiro, com base em uma publicação da revista Brasil Mineral (<https://www.brasilmineral.com.br/>), tradicional no setor de mineração e com mais de 40 anos de história (Brasil Mineral, 2023). Na publicação anual desta revista, em que se apresentam as maiores mineradoras do país, buscou-se a confirmação de que as maiores empresas de mineração do Brasil não têm em suas iniciativas de sustentabilidade, indicadas atualmente como política corporativa Ambiental, Social e de Governança (ASG), a implementação de geossítios, ou seja, não desenvolvem a geoconservação, que como já foi exposto anteriormente é uma poderosa ferramenta para atingir os ODS.

Os resultados destas linhas de investigações avançaram e se conectaram com a análise em um contexto prático, materializado em um estudo de caso a partir da cidade de Curitiba/PR, que atualmente possui 10 parques municipais, inseridos no contexto do SNUC, instalados em antigas áreas de mineração, essencialmente para brita, areia e argila. Estas iniciativas são exemplos da grande oportunidade do setor da mineração e os municípios estreitarem a governança e efetivarem as práticas de sustentabilidade preconizadas mundialmente, através da implementação de estratégias de geoconservação completas.

Para tanto, também foi desenvolvido a proposta de um novo método de implementação sistemática de geoconservação, denominado de Estratégia de Geoconservação Escalável (EGE), o qual foi construído com base em Brilha (2005) e na experiência técnica profissional do autor, durante a implementação e do processo de gestão durante o primeiro ano do geossítio K-Pg Mina Poty (Geodiversidade, 2019; Geodiversidade, 2020). Nesta abordagem, também contempla a estruturação de uma EGE as instituições que podem implementá-la, os profissionais envolvidos, bem como os meios de mensurar os seus resultados.

Cabe ressaltar que, durante o processo de qualificação da pesquisa, etapa que integra o rito de elaboração de uma dissertação, ocorrida normalmente seis meses antes do prazo final para a defesa (outubro de 2024), os dois avaliadores e o orientador do autor indicaram que a pesquisa, inicialmente de mestrado, migrasse para uma tese de doutorado.

Esta indicação foi aceita pelo autor da pesquisa, o qual buscou junto ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Estadual de Ponta Grossa às orientações para esta migração. Esta consulta também envolveu a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), uma vez que o autor é bolsista. Ficou determinado que a migração poderia ocorrer com a matrícula do autor no PPGEO, como discente de doutorado no início do semestre letivo de 2025, tendo como pré-requisito a defesa da dissertação de mestrado, com o objetivo de oficializar a aquisição do título de mestre.

Com base neste contexto, todo o conteúdo da pesquisa apresentado durante o processo de qualificação precisou ser readequado, ou seja, passar por mudanças principalmente no que diz respeito à amplitude e forma do conteúdo. Assim, a pesquisa que previa dez capítulos, após a imposição de recortes, nesta dissertação será apresentada em oito capítulos, conforme a descrição a seguir.

Após os esclarecimentos processuais da pesquisa neste capítulo, bem como anteriormente os objetivos e bases conceituais, esta dissertação se debruça na importância de que as iniciativas de geoconservação sejam efetivadas de forma sistemática e com todas as etapas completas. Com isso, o processo da pesquisa tem no capítulo 4 a demonstração de exemplos de métodos de geoconservação. Estes são essencialmente exemplos europeus, a partir de 2005, bem como de diretrizes de instituições de conservação da natureza com alcance global, especificamente da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN).

Já no capítulo 5, que em função das adequações após a qualificação se tornou o cerne da pesquisa, será apresentado um histórico das iniciativas de geoconservação no Brasil, desde o levantamento iniciado pela Comissão Brasileira de Sítio Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), os projetos de implementação de painéis interpretativos em sítios geológicos pelos serviços geológicos estaduais (essencialmente Rio de Janeiro e Paraná), inventários de patrimônio geológico estaduais, até o papel dos Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU), aspirantes a GMU e projetos de geoparques.

Serão abordadas também as legislações que tratam de sítios geológicos, tendo em sua imensa maioria um aspecto em comum, o de não mencionarem a geoconservação. O capítulo culmina com um levantamento sobre iniciativas de geoconservação que estão em prática, realizado por meio de um questionário enviado a gestores e técnicos envolvidos na administração de 157 geossítios brasileiros, com

o intuito de verificar como está sendo realizado sua gestão, tendo por base as etapas de uma estratégia de geoconservação (Brilha, 2005).

No capítulo 6 serão apresentadas as perspectivas de continuidade da pesquisa, as quais são previstas para serem desenvolvidas durante o processo de uma tese de doutorado. Neste momento, estas perspectivas são constituídas por aqueles capítulos/conteúdos desenvolvidos previamente que precisaram ser suprimidos desta dissertação. Com isso, serão demonstrados de forma sintética: i) o levantamento realizado nas páginas na internet das 50 maiores empresas de mineração de 2022 (Brasil Mineral, 2023), com o objetivo de identificar a presença de geoconservação na política de ASG; ii) aspectos da gestão de 10 parques de Curitiba que tiveram atividades minerárias historicamente em suas áreas, bem como o grande potencial de serem instrumento de políticas públicas em geoconservação; iii) resumo da proposta do método de Estratégia de Geoconservação Escalável (EGE), com suas respectivas fases de aplicação, objetivos, quais instituições podem executá-la, assim como os profissionais que podem atuar, e por fim os resultados esperados no âmbito da sustentabilidade.

Finalmente, os próximos capítulos (7 e 8) serão destinados às conclusões da dissertação e referências, respectivamente.

4 MÉTODOS E DIRETRIZES DE GEOCONSERVAÇÃO

Este capítulo se destina a demonstrar a importância da utilização de procedimentos metodológicos na implementação da geoconservação, seja em um geossítio ou em um conjunto, envolvendo a efetivação de todas as etapas de um processo sistemático. Desta forma, espera-se que os resultados da conservação, valorização e divulgação da geodiversidade com valores excepcionais, sejam alcançados com maior amplitude e sucesso.

Em pesquisas sobre dissertações, teses e artigos relacionados à geoconservação, alguns termos vinculados às geociências são habitualmente referenciados, como por exemplo, **programas** (Uceda, 1996), **planejamento** (Sharples, 2002), **sistematizar tarefas** (Brilha, 2005), **procedimentos** (Henriques et al., 2011), **gerenciamento** (Prosser, 2013), que se apresentam como sinônimos ou estão intrinsecamente relacionados ao conceito de gestão, processo e método.

Essa premissa de desenvolver uma pesquisa por meio de etapas, articuladas e organizadas de acordo com um método, é comum no campo científico, pois é possível por meio da repetição comprovar e mensurar os resultados. Em atividades tecnológicas e/ou nas aplicações das pesquisas desenvolvidas cientificamente, esses aspectos também são contemplados por meio de instrumentos de planejamento e gestão, nos quais também é possível identificar eventuais problemas no percurso, bem como mensurar e potencializar os resultados. É neste contexto de similaridade entre o campo científico e o campo tecnológico, que se imagina que a geoconservação possa ser desenvolvida.

Outro fator que indica a importância da geoconservação ser implementada com um método sistemático e efetivado com todas as etapas consideradas no método escolhido, relaciona-se ao caráter único de cada geossítio e das suas especificidades a serem contempladas no processo de conservação.

Essas especificidades começam pelo tipo do geossítio, que segundo Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010) podem ser:

área (>10.000 m² com apenas um tipo de interesse), **área complexa** (grandes áreas com vários interesses), **ponto** (<10.000 m² com apenas uma característica geológica), **seção** (< 10.000 m² com elementos que tenham um desenvolvimento espacial linear) e **mirante** (área de interesse geológico e seu melhor observatório) [...] (Xavier, 2022, p.82).

Passam também pelo tipo do material geológico a ser conservado, considerando as suas fragilidades e vulnerabilidades, pois conforme a situação, existem diferenças muito significativas nas medidas de proteção e uso. Por exemplo, o que deve ser aplicado a uma feição geomorfológica como o Pão de Açúcar (Rio de Janeiro/RJ) ou em um afloramento com pegadas de dinossauros do Vale dos Dinossauros (Souza/PB) claramente não deverá ser igual.

Há diversos exemplos de contextos e ambientes onde estão inseridos os geossítios que necessitam de cuidados e técnicas específicas para conservação, como as cavidades naturais subterrâneas, onde é obrigatório pensar em todo o sistema cárstico envolvido. Assim como, para patrimônios restritos a uma área, como no caso de sítios fossilíferos, deve ser considerado o tipo de fossilização, se o material geológico é resistente às intempéries ou se uma remoção para coleções precisa ser efetuada (patrimônio geológico *ex situ*).

Também não deveriam deixar de ser considerados o público-alvo e as condições de segurança dos usuários do geossítios. Por exemplo, um afloramento às margens de uma rodovia, com magníficas estratificações cruzadas e outras estruturas sedimentares associadas, é mais adequado ao uso por um grupo de universitários de Geologia do que crianças do Ensino Fundamental. Por outro lado, um geossítio com valor geossistêmico associado à utilização da área de uma antiga mineração, com diversos elementos da geodiversidade, como minerais, rochas, relevo, solo, corpo d'água, etc., podem ser excelentes espaços didáticos para aulas de ciências da natureza para alunos do Ensino Fundamental ao Médio.

Todos os fatores mencionados são decisivos para o tipo de valorização que será empregado, bem como para o processo de monitoramento, seja este aplicado à conservação do material geológico ou em relação aos usuários do geossítio. Contudo, a mera utilização de um geossítio, seja este com valor educativo, turístico ou científico, após a implantação de um painel interpretativo, não caracteriza que geoconservação esteja ocorrendo. Mas sim uma etapa fragmentada do processo completo, ou seja, ainda no nível de uma iniciativa de geoconservação.

Distanciar-se de uma ação integral de geoconservação poderá acarretar em perda do patrimônio pela falta ou por uma escolha inadequada de técnica de conservação, ou ainda pelo emprego de ações de valorização e divulgação que não alcancem o devido entendimento do público-alvo. Assim, os potenciais resultados do

ponto de vista de conservação ambiental, inclusão social e articulações institucionais de governança podem ser reduzidos ou até mesmo não alcançados.

Implementar um método é uma tarefa que se apresenta para a humanidade de forma recorrente, podendo ser vinculada às atividades mais corriqueiras e cotidianas, como lavar roupas em uma máquina, ou até aquelas imensamente complexas e desafiadoras, como a criação de uma vacina para uma doença letal, como visto na pandemia de COVID-19. Em ambos os casos, mesmo que exista uma magnitude desproporcional e abissal de diferenças, não serão atingidos os objetivos e o sucesso se não forem seguidos alguns ritos, como quais e quantos materiais serão utilizados, os recursos humanos e financeiros, os aspectos temporais de cada etapa, entre outros.

Com exposto anteriormente, fica evidente que existe um enorme desafio para se efetivar o processo completo e efetivo de conservação de geossítios. Portanto, é necessário avançar na busca pela implementação da geoconservação, embasada por ações e etapas sistemáticas, com a previsão de participação multidisciplinar e, para que as chances de sucesso aumentem, sugere-se que seja desenvolvida com bases científicas de planejamento e acompanhamento na execução metodológica.

É fundamental também a mensuração dos resultados sobre os bens naturais que se pretende gerenciar, ou seja, tendo bem caracterizado o início do processo (o que conservar e para que conservar?), o meio (como conservar, valorizar e divulgar) e um fim (como usar, a quem comunicar e como quantificar os benefícios).

Para tanto, serão expostos a seguir alguns métodos e diretrizes que detalham como a geoconservação pode ser implementada de forma sistemática.

4.1 UM EXEMPLO DE PORTUGAL – BRILHA (2005)

Existem publicações que ao longo dos anos se tornam clássicos, seja na literatura, mas também no campo científico. Este fato pode ser verificado na obra “*Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature*” do professor britânico Murray Gray (2004), com ênfase nos valores da geodiversidade, como também no livro “*Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*” do professor José Brilha (2005), sendo este um dos precursores em propostas de sistematização da geoconservação.

Além de abordar e fazer questionamentos amplos acerca da geodiversidade, tais como sobre a necessidade de uma abordagem própria para tratar deste tema, ou

como identificar e conservar a geodiversidade, ou ainda se existem locais realmente importantes que justifiquem uma estratégia de geoconservação, Brilha (2005) insere estas questões em uma abordagem histórica, relacionando com a legislação sobre conservação da natureza em Portugal.

Passados quase 20 anos deste livro, é possível afirmar que no Brasil esta publicação é uma das mais citadas em relação à geoconservação e foi base para muitas dissertações e teses (Romão e Garcia, 2017). Além do conteúdo pertinente, um dos motivos deste sucesso, provavelmente é o alcance de leitores em função da facilidade de leitura na língua em que foi escrita, como já previa o autor na introdução de sua obra: “Pretende ainda ser um trabalho de síntese sobre estes temas, uma vez que a informação sobre esta temática se encontra dispersa e deficitária em língua portuguesa.” (Brilha, 2005, p. 15).

Com a constatação de que Portugal não enfatizava a geodiversidade nas políticas de conservação da natureza, um método para efetivação da geoconservação foi proposto:

Estratégias de Geoconservação consistem na concretização de uma metodologia de trabalho que visa sistematizar as tarefas no âmbito da conservação do Patrimônio Geológico de uma dada área (país, província, concelho, área protegida...). Estas tarefas devem estar agrupadas nas seguintes etapas sequenciais: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e, finalmente, monitorização (Brilha, 2005, p. 95).

Na sistematização desta proposta, as etapas sequenciais são sintetizadas da seguinte forma:

- **Inventário e Quantificação:** realizados a partir de consultas em dados secundários e trabalhos de campo, sendo assim determinadas as ocorrências e tipologias dos geossítios, nos quais serão levantados os valores e os usos potenciais, por meio de formulários de quantificação, que irão determinar o valor intrínseco, modalidade de aproveitamento e necessidade de proteção;
- **Classificação:** traduz-se como o enquadramento legal, ou seja, se já existe uma legislação de proteção, assim como se o geossítio pode ser considerado de âmbito nacional, regional, local ou municipal, caso esteja inserido em área protegida;
- **Conservação:** consiste na identificação do risco de degradação por meio das ameaças, naturais ou antrópicas, devendo-se priorizar os

recursos para os geossítios sob maior ameaça. Da mesma forma, deve-se verificar caso a caso a melhor técnica de conservação, bem como avaliar se é necessário o recolhimento do patrimônio;

- **Valorização e Divulgação:** a valorização consiste em proporcionar aos usuários os meios para que entendam e reconheçam o valor do geossítio. Deverá ser sempre precedida da divulgação, a qual poderá ser feita exclusivamente para os valores da geodiversidade ou em conjunto com demais valores dos elementos do patrimônio natural e os culturais, sendo que o sucesso dependerá da utilização apropriada de instrumentos de comunicação, em uma linguagem que possibilite a curiosidade e eventual interesse ao destinatário;
- **Monitoramento:** é uma etapa necessária para qualquer nível de estratégia de geoconservação, com a indicação de periodicidade anual, sendo preferencial que os técnicos que forem executá-la tenham acompanhado as etapas anteriores. Deve-se fazer a avaliação da perda de patrimônio ou algum motivo que esteja dificultando seu uso, como a obstrução por vegetação. Por fim, se possível deve-se levantar a quantidade de usuários e o tipo de público.

As etapas elencadas acima por Brilha (2005) são genéricas e servem desde áreas protegidas (um parque) até a escala de um país. O autor projeta caminhos diferentes para o que chama de “Áreas Restritas” e “Áreas Extensas (nacional ou supranacional)”. Vale ressaltar que áreas territoriais de países europeus são semelhantes e/ou inferiores às de estados do Brasil, como por exemplo Portugal, com área inferior à metade do Paraná (~46%).

Um fator importante e extremamente pertinente, para ambos os tipos de área, diz respeito à etapa de valorização e divulgação. Estas somente deverão ocorrer, para geossítios com alta vulnerabilidade, após serem garantidas e efetivadas as estratégias de proteção e conservação, com o objetivo de salvaguardar o patrimônio geológico.

4.2 UM EXEMPLO DO REINO UNIDO – PLANO DE AÇÃO DA GEODIVERSIDADE

O Reino Unido se destaca no âmbito mundial como referência e pioneirismo na temática da geoconservação. Este fato é abordado por Brown *et al.* (2017), em uma revisão da relação entre geoconservação e as geociências, e como se desenvolveu a geoconservação desde a sua primeira legislação há quase 70 anos.

Um dos fatores que os autores indicam está associado historicamente com o período da Revolução Industrial, quando houve grande avanço da geologia no Reino Unido, apoiado na construção de canais, ferrovias e estradas e a abertura de uma infinidade de pequenas pedreiras.

Essa tradição continuou sendo construída ao longo dos anos, mas também contou com a intervenção estatal, como quando a seleção de sítios geológicos de importância nacional para a conservação foi desenvolvida em 1977, denominada como a Revisão de Conservação Geológica (Du e Girault, 2018).

Essa cultura nacional se desenvolveu na sociedade de uma forma ampla e o interesse em conservar sítios geológicos extrapolou os profissionais da geologia ou geografia, criando no Reino Unido o personagem do geoconservacionista, o qual pode ter outras formações que não necessariamente de um geocientista (Brown *et al.*, 2017). Isto se traduz na afirmação de Dunlop, Larwood e Burek (2018), sobre a geoconservação ser frequentemente realizada por entidades locais nesta nação, baseados em condados, muitos deles evoluídos de grupos criados para identificar e documentar Sítios Geológicos Locais (LGS, sigla em inglês).

Neste contexto, com uma abordagem local, surgem os *Local Geodiversity Action Plan* (LGAP) [Plano de Ação da Geodiversidade Local] e, a partir deste instrumento, chegou-se em um formato padrão e amplificado para diferentes escalas geográficas, consolidado no “*Geodiversity Action Plan* (GAP)” [Plano de Ação da Geodiversidade]. O GAP consiste no desenvolvimento de um processo de planejamento de ações que proporcionem uma estrutura para entregar como resultado a geoconservação, a valorização e promoção mais ampla da geodiversidade, em um mecanismo para vincular e conectar uma gama de interesses (Dunlop, Larwood e Burek, 2018). Esses autores ressaltam que o conceito do GAP foi elaborado a partir da experiência estabelecida do processo do *Biodiversity Action Plan* (BAP) [Plano de Ação da Biodiversidade], considerando aquilo que foi positivo e poderia ser aplicado para a geodiversidade. Segundo Thompson *et al.*, (2006), tanto o GAP quanto o BAP estão inseridos na legislação do Reino Unido, no âmbito da conservação da natureza, refletido na política de planejamento nacional para a Biodiversidade e Conservação Geológica.

O GAP evoluiu de modo a ser aplicado em várias escalas geográficas e assim formatado para Parque Nacionais, contextos urbanos (Londres), empresas (mineração - *Company Geodiversity Action Plan* - cGAP) e inclusive em âmbito

nacional, como foi estabelecido para o Reino Unido (*United Kingdom Geodiversity Action Plan – UKGAP*), apresentados como quatro estudos de caso na publicação de Dunlop, Larwood e Burek (2018).

Esses últimos autores indicam que as possíveis etapas para o sucesso dos GAP são: i) limite espacial; ii) parcerias; iii) metas e objetivos (pontos centrais do método - caracterização da geodiversidade, comunicação e educação; influência no planejamento, conservação e gestão; recursos); iv) consultas; v) financiamentos; e vi) medições de resultados. Ressaltam ainda que os GAP, no âmbito da geoconservação, são transversais e muitas vezes com todas essas ações sendo desenvolvidas separadamente (Dunlop, Larwood & Burek, 2018). Será destacado a seguir mais detalhes do “*Company Geodiversity Action Plan (cGAP)*” [Plano de Ação da Geodiversidade para Empresas], que propõe ações de geoconservação na operação de minerações.

4.2.1 Plano de Ação da Geodiversidade para empresas (cGAPs, sigla em inglês)

O cGAP foi criado após um Memorando de Entendimento com a *Natural England* (órgão ambiental) em junho de 2005, com duas associações (Associação de Produtos de Mineração e Associação de Areias de Sílica e Moldagem) que se comprometeram a incentivar seus membros a produzirem Planos de Ação da Geodiversidade para empresas do setor da mineração, dentro de um período de cinco anos (Thompson *et al.*, 2006).

De acordo com Thompson *et al.* (2006), com a intenção de auxiliar nesse processo foi publicado o guia para explicar o que é o Plano de Ação da Geodiversidade para empresas, o motivo de valer a pena do ponto de vista de um operador e como podem ser alcançados os objetivos de conservação da geodiversidade, como parte integrante e acessível do processo de planejamento de negócios de uma empresa. Esses autores dividiram o guia em três partes: i) a importância do cGAP para empresas de agregados; ii) o processo de criação do cGAP; e iii) revisão periódica e comunicação dos resultados.

Thompson *et al.* (2006) iniciam a primeira parte do guia enfatizando o paradigma da mineração sobre impactos negativos e as oportunidades geradas, neste caso com a visão para os elementos da geodiversidade:

Em contraste com a maioria dos outros aspectos do planejamento mineral, onde a ênfase está em evitar impactos adversos, o conceito de geodiversidade oferece oportunidades para os operadores minerais

demonstrarem como a extração pode fornecer benefícios muito positivos para o meio ambiente, bem como para a economia e a sociedade como um todo (Thompson *et al.*, 2006, p.11).

Os autores reforçam o potencial de benefícios envolvidos, essencialmente com o compromisso das práticas de sustentabilidade, uma complementação às obrigações de planejamento e da legislação ambiental. Também, como uma forma de estreitar a relação com as comunidades locais, o que seria obtido, na maioria das vezes, a um custo mínimo e sem afetar adversamente as operações normais de exploração. Além disso:

Esses benefícios só podem ser realizados, no entanto, onde há um compromisso corporativo genuíno com o processo, incluindo uma disposição para alocar os recursos de tempo e despesas (limitadas) que são necessárias para realizar o trabalho. As implicações detalhadas irão variar de uma empresa e um local para outro, mas, em termos gerais, implicarão:

- reuniões de alto nível para estabelecer o objetivo e o compromisso da Empresa com relação à conservação geológica;
- contribuições de geólogos internos (quando disponíveis) ou consultores externos (se necessário) para identificar e priorizar ações para a geodiversidade específica do local que sejam consistentes com os objetivos de negócios;
- realização (ou comissionamento) de caracterizações da geodiversidade, acesso e segurança dos locais selecionados;
- estabelecer ligações com parceiros externos para identificar as ações mais benéficas a serem realizadas nesses locais;
- desenvolver e implementar planos de ação específicos para o local que fazem parte da estratégia geral; e
- relatórios sobre o progresso, custos e benefícios alcançados para gerentes, acionistas e partes interessadas externas (Thompson *et al.*, 2006, p.13).

A segunda parte do guia demonstra como criar um cGAP, quais os documentos e etapas que o compõem, assim como a estimativa de período de execução. Os autores citam que:

A criação de Planos de Ação de Geodiversidade (cGAPs) da empresa é um processo em constante evolução, levando à produção de um Plano Central que é revisado periodicamente para permanecer em linha com os objetivos de negócios da Empresa, e uma série de Planos de Ação específicos do local priorizados que são progressivamente implementados e adicionados em anos futuros. O Plano Básico e a coleção de Planos de Ação específicos do local, juntos, constituem o cGAP.

A escala de tempo para a produção de um cGAP inicial é provavelmente da ordem de dois a três anos e envolve oito estágios essenciais (...). A produção (e revisão periódica) do Plano Básico na Etapa 3 do processo deve ser muito mais rápida, entretanto, e na maioria dos casos deve ser capaz de ser produzida em poucos meses. Os principais estágios são os seguintes:

1. Estabelecer (ou reafirmar) o objetivo principal da Empresa com relação à geodiversidade e assegurar um compromisso com a abordagem cGAP.
2. Definir (ou revisar) objetivos genéricos mais detalhados e vinculados ao tempo para o cGAP, vinculados aos objetivos de negócios da Empresa.

3. Priorizar a necessidade de ação em locais específicos e publicar um Plano Básico inicial (ou atualizado) definindo as intenções da Empresa.
4. Identifique os recursos internos e externos necessários para implementar as ações específicas do local acordadas.
5. Realizar caracterizações iniciais nos locais de maior prioridade, cobrindo a geodiversidade, potencial educacional, acesso, segurança e questões comerciais.
6. Consultar parceiros externos específicos do local e usuários em potencial.
7. Desenvolver planos de ação específicos para o local.
8. Publicar (ou revisar) o cGAP completo e implemente ações específicas do local (Thompson *et al.*, 2006, p.15).

4.3 UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Como foi exposto nos capítulos precedentes, existe mundialmente uma maior percepção e reconhecimento das pessoas, bem como direcionamento e implementação de políticas públicas e privadas para a biodiversidade. Todavia, cabe ressaltar que, gradualmente, tem acontecido avanços significativos e alguns muito simbólicos.

Trata-se da integração da geodiversidade nas políticas e diretrizes da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN). Este é um fato a se comemorar, tendo em vista a magnitude desta instituição. Fundada em 1948, atualmente é a maior e mais diversificada rede ambiental do mundo, com mais de 1.400 membros e que conta com a atuação de mais de 15.000 especialistas, sendo líder no fornecimento de dados, avaliações e análises sobre conservação (Crofts *et al.*, 2022).

Até pouco mais de uma década atrás, a ênfase de todo o aparato desta instituição global, era direcionada para os elementos bióticos da natureza. Todavia, isso começou a mudar em 2013, quando foi criado um Grupo de Especialistas em Geopatrimônio (GEG) na UICN, no âmbito da Comissão Mundial de Áreas Protegidas (WCPA - sigla em inglês), que tem a missão de “fornecer aconselhamento especializado em todos os aspectos da geodiversidade, em relação a áreas protegidas e sua gestão, incluindo cavernas e ambientes cársticos” (Brilha, *et al.*, 2018).

O grupo surgiu na “sequência da ampliação da definição de área protegida pela UICN, tendo passado a incluir todos os elementos da natureza, de modo que geodiversidade e o geopatrimônio passassem a ser incluídos nas necessidades de conservação” (Crofts *et al.*, 2022, p. 2). E, segundo esses autores, são 100 membros que possuem experiência e conhecimento em geociências, assim como em planejamento e gestão de áreas protegidas.

Um dos resultados da criação do GEG-WCPA-UICN foi uma publicação em 2020 (data da versão original em inglês), denominada de “Diretrizes para a geoconservação em áreas protegidas”. Considerado um recurso de referência, é utilizado em nível mundial por gestores de áreas protegidas, sendo um documento que foi traduzido para o português em 2022 (Crofts *et al.*, 2022), com versões também em francês, alemão e árabe.

Se os métodos expostos anteriormente têm características em comum (flexibilidade na aplicação, da escala de geossítio a um país), as “Diretrizes para a geoconservação em áreas protegidas” apresentam um material que pode ser replicado para geoconservação desde um geossítio em área protegida, até uma rede de parques municipais, estaduais e/ou nacionais. Esse fator é extremamente relevante no contexto desta dissertação, uma vez que de forma preliminar, o recorte espacial do estudo de caso, abrangia 10 parques (áreas protegidas) municipais da cidade de Curitiba/PR, com o detalhe de terem sido objeto de antigas atividades minerárias, ou seja, com a geodiversidade envolvida como protagonista no histórico destas áreas. Conforme já foi explicitado no capítulo 3, a previsão é de que esta parte da pesquisa seja explorada em detalhe em etapa posterior, na elaboração de uma tese de doutorado.

No âmbito da geoconservação sendo aplicada em áreas protegidas, a publicação da UICN (Crofts *et al.*, 2022) apresenta uma possível correlação e potencial integração da geoconservação em planos de manejo, documentos que no Brasil são obrigatórios para UC's vinculadas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Essa possibilidade foi publicada originalmente por Prosser *et al.*, 2018, consistindo

“uma estruturação genérica e funcional para a geoconservação. Após a inventariação dos sítios geológicos, deve ser efetuada: (1) uma análise das necessidades de conservação, que requer a avaliação do uso, caráter e ameaças/risco de degradação de cada sítio; e (2) o planejamento e execução das ações de conservação. Essencialmente, estas duas etapas envolvem seis requisitos chave para a preparação de planos de manejo de geossítios e sua posterior incorporação nos planos de manejo da área protegida, caso se aplique, tal como propõe Wimbledon *et al.* (2004). Os planos de manejo dos geossítios devem ser revisados e atualizados regularmente e, quando oportuno, inseridos nos planos de ação das áreas protegidas e das OECM.” Crofts *et al.*, 2022, p. 40.

Os seis requisitos-chave para a preparação de planos de manejo de geossítios e sua posterior incorporação nos planos de manejo da área protegida, apontados em Crofts *et al.* (2022), são: 1) Inventário de sítios geológicos e caracterização dos valores

principais; 2) Especificação dos objetivos gerais de gestão e indicadores de desempenho; 3) Análise de ameaças: avaliação de risco e vulnerabilidade a pressões e ameaças; 4) Monitoramento sobre o estado de conservação do sítio; 5) Identificação de zonas para facilitar a gestão; e 6) Avaliação do potencial para interpretação, valorização e geoturismo.

Ainda, segundo Crofts *et al.* (2022), a obra da UICN não se apresenta como um livro sobre práticas de gestão de geoconservação, mas antes uma exposição dos conceitos antecedentes, contexto e princípios essenciais. Sintetiza o conhecimento mais relevante para torná-lo mais facilmente acessível aos leitores, sugerindo fontes adicionais de informação com orientações e estudos de caso detalhados. Neste documento são contempladas nove seções, onde em seis delas são trazidos exemplos de boas práticas relacionadas à geoconservação do mundo todo. Com o intuito de proporcionar ao leitor desta dissertação o contato com o conteúdo destas Diretrizes, sugere-se a consulta do sumário executivo (Crofts *et al.*, 2022), onde destacam-se para os objetivos desta pesquisa as contribuições das seções 3, 4 e 5:

Seção 3: Aplicação dos princípios gerais de geoconservação em áreas protegidas

Esta seção descreve nove princípios gerais como bases para estabelecer e gerir a geoconservação em áreas protegidas. Recomendamos a todos a leitura desta seção, uma vez que ela também fornece um enquadramento essencial para a aplicação das Diretrizes.

Seção 4. Criação de áreas protegidas destinadas à geoconservação

Esta seção descreve as etapas necessárias para a criação de novas áreas protegidas destinadas à geoconservação ou para a proteção de elementos e processos geológicos e geomorfológicos em áreas protegidas já existentes: definição do objetivo, escala de operação (nacional, regional ou local), inventário do geopatrimônio e critérios de avaliação. São apresentados exemplos. A seção descreve a importância de incorporar a geoconservação no planejamento nacional, regional e local. É descrita a relevância de diferentes tipos de mecanismos de proteção, governança e regimes de propriedade. São discutidos os requisitos de conhecimentos especializados relevantes. É também brevemente discutida a importância das abordagens internacionais, tais como Patrimônio Mundial, Geoparques Mundiais, bem como Reservas da Biosfera e Sítios Ramsar.

Seção 5. Gestão de patrimônio geológico em áreas protegidas

Esta seção fornece orientação detalhada sobre todos os aspectos da gestão de geossítios em áreas protegidas, incluindo planejamento, aspectos operacionais, aplicação das Categorias de Gestão da UICN, incorporação de valores espirituais e culturais e sistemas de monitoramento e avaliação. Conclui com exemplos de gestão da geoconservação.

Além da publicação de Crofts *et al.* (2022), a UICN exerce a promoção da geoconservação também em resoluções nos seus Congressos Mundiais de Conservação, como por exemplo:

As resoluções 4.040 de 2008 e 5.048 de 2012 afirmam que a geodiversidade é parte da diversidade natural e o geopatrimônio parte do patrimônio natural. A Resolução 6.083 de 2016 promove iniciativas nacionais e internacionais voltadas para a conservação e o uso sustentável do geopatrimônio móvel (por exemplo, fósseis, meteoritos e bombas vulcânicas).

Ressalta-se que em 2020, no Congresso Mundial da UICN realizado em Marselha, na França, foi adotada a resolução WCC-2020-Res-088, que trata da conservação da diversidade natural e do patrimônio natural em ambientes mineiros, a qual aborda as questões de geoconservação na mineração (UICN, 2020).

Finalmente, as iniciativas da UICN em prol do reconhecimento da geodiversidade e do patrimônio geológico listadas neste subitem, mesmo que focadas em área protegidas, sinalizam uma quebra de paradigma no âmbito da conservação da natureza mundial. Mais que isso, é muito importante em seu potencial de multiplicação, pois podem servir como exemplo e estímulo para novas ações a serem implementadas por instituições de conservação da natureza ao redor do mundo, dado o alcance global da UICN.

5 INICIATIVAS DE GEOCONSERVAÇÃO NO BRASIL

5.1 LEGISLAÇÃO RELACIONADA À GEOCONSERVAÇÃO

A geoconservação é habitualmente citada como uma emergente área das geociências. Todavia, já faz mais de três décadas que este conceito surgiu, vinculado ao termo geodiversidade, e em seguida, a outros como patrimônio geológico, geossítio e geoturismo. Enquanto neste período algumas nações europeias (Reino Unido, França, Espanha, Portugal, etc.) inseriram os locais com valores excepcionais da geodiversidade em legislações de conservação da natureza, como por exemplo, os mencionados por Brown *et al.* (2017) e Thompson *et al.*, (2006), ambos relacionados ao Reino Unido, no Brasil houve raros e pequenos avanços (Dias, 2015; Kuhn, *et al.*, 2022) em nível estadual, mas praticamente nulos no âmbito federal.

Mesmo com as escassas políticas públicas e legislações, em todas as esferas de governo, que mencionem os termos e/ou os conceitos atrelados à geoconservação, isso não significa que não existem leis para a conservação da geodiversidade. Elas estão permeadas em antigas legislações florestais, bem como na Constituição Federal de 1988, porém no contexto genérico de sítios geológicos e de relevância científica. Cabe ainda a ressalva de que os fósseis e as cavidades naturais subterrâneas (cavernas) são dois dos elementos da geodiversidade que são contemplados por legislações específicas no Brasil.

5.1.1 Legislações ambientais no âmbito federal

Na publicação “O mito moderno da natureza intocada” (Diegues, 2008), além do ponto central sobre os conflitos relacionados à criação de áreas protegidas (essencialmente os parques nacionais) e a retirada e/ou impossibilidade da manutenção dos povos tradicionais nestes parques, há um conjunto de informações sobre as primeiras políticas ambientais no Brasil.

Na análise deste histórico, consta as primeiras definições e diretrizes para os PARNA's, como na criação do primeiro parque nacional do Brasil em 1937 (Itatiaia/RJ), instituído pelo artigo 9º do Código Florestal, aprovado em 1934, que definiu (Quintão, 1983 apud Diegues, 2008) os parques nacionais como

“monumentos públicos naturais que perpetuam em sua composição florística primitiva, trechos do país que, por circunstâncias peculiares, o mereçam” (Diegues, 2008, p. 116).

Este autor ressalta que a criação do primeiro PARNA brasileiro foi influenciada pela 1ª Conferência para a Proteção da Natureza (Sociedade dos Amigos das

Árvores), ocorrida em 1934, quando surgiram instrumentos legais com diretrizes para os recursos naturais brasileiros, como o Código de Caça e Pesca; Código de Minas; Código das Águas; e Código Florestal (Diegues, 2008).

Uma década mais tarde, em setembro de 1944, através do Decreto nº 16.677 atribui-se à Seção de Parques Nacionais do Serviço Florestal, criado em 1921, o encargo de orientar, fiscalizar, coordenar e elaborar programas de trabalhos para os PARNA'S, como também foram estabelecidos seus objetivos

“conservar para fins científicos, educativos, estéticos ou recreativos as áreas sob sua jurisdição; promover estudos da flora, fauna e geologia das respectivas regiões; organizar museus e herbários regionais (Diegues, 2008, p. 116).

Fica claro a forma genérica de como são abordados os aspectos da geodiversidade, ao contrário da delimitação mais específica de fauna e flora e herbários para os elementos da biodiversidade.

Em 1948, o governo brasileiro aprovou as recomendações da Convenção Pan-Americana (em vigor desde 1965 e promulgada no Decreto nº 58.054, de 23 de março de 1966) para a proteção da flora, fauna e das belezas cênicas dos países da América, que definiu PARNA como

“áreas estabelecidas para a proteção e conservação das belezas cênicas naturais, da flora e da fauna, de importância nacional, das quais o público pode usufruir, ao serem postas sob supervisão oficial (Diegues, 2008, p116 e 117).

Com esta definição, em âmbito internacional, ficam de fora os aspectos geológicos.

Diegues (2008) também aponta a evolução dos objetivos dos parques nacionais, bem como as alterações nas instituições responsáveis por sua gestão, sendo que em 1965, com a sanção do Código Florestal, foram criados quinze parques nacionais e quatro reservas florestais. Com esse novo instrumento legal, houve mudança na definição do PARNA

“áreas criadas com a finalidade de resguardar atributos excepcionais da natureza, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos.” (Diegues, 2008, p. 117).

Nesta nova definição, apesar da geodiversidade estar contemplada no âmbito da natureza, a menção aos aspectos geológicos é excluída.

No início da década de 1980 é instituída no Brasil a Lei Federal nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e

mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. O Art. 2º do documento (Brasil, 1981) apresenta seu objetivo:

“A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana [...]”

De maneira geral, a legislação que trata da PNMA aborda principalmente as questões de poluição e degradação, considerando suas normativas de licenciamento, taxas, multas e instituições responsáveis. Em relação aos elementos da geodiversidade, o termo solo é citado em um dos princípios de uso racional, bem como na definição de recursos naturais. Já minerais e rochas estão vinculados a trechos que mencionam indústrias potencialmente poluidoras, não sendo mencionados em um contexto de conservação. Em contraponto, termos como fauna e flora aparecem mais de uma dezena de vezes na lei, além de serem vinculados à definição de recursos ambientais, mas principalmente nas questões de licenciamento (Brasil, 1981).

Com a retomada da democracia e a promulgação da Constituição Federal (CF) de 1988, as questões ambientais são contempladas em seu Artigo 225 (Brasil, 1988), frequentemente chamado de “artigo verde”, o qual tem a premissa

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Neste artigo 225 foram mencionados os elementos da geodiversidade, em relação à proteção, apenas em seu parágrafo 4º (Brasil, 1988) e de forma genérica, ao posicionar a Serra do Mar e a Zona Costeira como patrimônios nacionais

“§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.”

Já no parágrafo 2º (Brasil, 1988) são mencionados os recursos minerais, mas na perspectiva de sua extração, dispondo sobre a obrigatoriedade de recuperação do meio ambiente degradado

“§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.”

Quando analisado pela ótica dos elementos da biodiversidade, estes são mencionados em seu parágrafo 1º (Brasil, 1988), de forma direta ou indireta, em pelos menos cinco dos sete incisos, com destaque para

“§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.”

Além disso, no parágrafo 4º (Brasil, 1988) também são mencionadas a Floresta Amazônica brasileira e a Mata Atlântica como patrimônio nacional.

Em julho do ano 2000 é sancionada a Lei nº 9.985, que tem um papel importante no contexto da conservação da natureza brasileira. Esta legislação (Brasil, 2000) tem como objetivo

“Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.”

Nesta lei (Brasil, 2000), que instituiu o SNUC, também foi conferido uma nova definição para os parques nacionais, em seu artigo 11º

“Art. 11. O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.”

Nesta nova definição não são utilizados termos diretamente ligados aos elementos da biodiversidade ou da geodiversidade, mas de forma ampla aos aspectos da natureza e ecológicos.

No restante da lei (Brasil, 2000), são mencionados elementos da geodiversidade, como solo e subsolo, sendo estes relacionados a cadastros, limites de unidades de conservação e na definição de recursos ambientais. Além disso, merece destaque outro trecho em que os elementos da geodiversidade são citados, no âmbito dos objetivos do SNUC (Brasil, 2000), artigo 4º, inciso VII

VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;

Fazendo a comparação com as menções em relação aos elementos bióticos, neste caso, apenas apontando três termos, a biodiversidade é mencionada quatro vezes, flora 5 vezes e fauna 10 vezes. Esta desproporcionalidade de menções entre biodiversidade e geodiversidade, em uma das leis mais relevantes para a conservação da natureza no Brasil, reflete uma dicotomia não apenas nesta lei, mas nas demais políticas públicas, corporativas e legislações derivadas do SNUC ou de anteriores,

cujo histórico foi resgatado nesta seção. Mas cabe ressaltar que, simbolicamente, fica bem caracterizado e explícito o viés pró biodiversidade, quando considerado o nome de uma das instituições federais que é responsável pela conservação da natureza brasileira, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Finalmente, os elementos da geodiversidade são empregados nas legislações ambientais em nível federal, mas na maioria das vezes de forma genérica, sem considerar questões patrimoniais relacionadas com a temática de geoconservação. Além disso, existem alguns instrumentos legais que regem especificamente recursos hídricos (nascentes, rios, lagos, etc.), recursos minerais (rochas e minerais), porém em um contexto vinculado a licenciamentos para sua exploração, bem como para eventual recuperação em caso de atividades potencialmente poluidoras.

Nas duas seções a seguir serão detalhados instrumentos legais específicos para sítios paleontológicos e cavidades naturais subterrâneas, outros exemplos de elementos da geodiversidade que possuem legislação específica. Estes têm um enfoque mais detalhado nesta pesquisa, pois apresentam um número significativo de geossítios em inventários do patrimônio geológico brasileiro (SIGEP, 2025; SGB, 2025).

5.1.2 Legislações para sítios paleontológicos

A proteção e regulamentação de sítios paleontológicos (fósseis) são regidas por legislação que data do início da década de 1940, sendo que até os dias atuais não foram revisadas suas atribuições legais. No Decreto-lei nº 4.146, de 4 de março de 1942 (Brasil, 1942) foi instituído que a extração de espécimes fósseis depende de autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), antiga instituição federal responsável pelas autorizações e fiscalizações da indústria extrativa mineral, que foi substituída pela atual Agência Nacional de Mineração (ANM), desde dezembro de 2017.

Com isso, os procedimentos de autorização, comunicação e salvamento paleontológicos, sejam vinculados às atividades minerárias ou pesquisas científicas, são regidas pela ANM, sob a égide da Portaria nº 155/2016 (DNPM, 2016), publicada ainda durante a existência do DNPM. Além disso, os fósseis também possuem uma interface com o patrimônio cultural, que neste caso, segundo Kuhn *et al.* (2022), quando é aplicada a Lei de Tombamento, os instrumentos legais são regidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Um instrumento legal específico para os sítios paleontológicos se justifica, pois o Brasil apresenta diversas regiões fossilíferas com rico patrimônio paleontológico. Merecem destaque três, entre as muitas regiões, sendo estas a Chapada do Araripe, situada nos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, a região da Quarta Colônia no Rio Grande do Sul e o município de Uberaba em Minas Gerais.

A importância destes territórios ultrapassa os limites brasileiros, uma vez que foram chancelados como Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU), pois apresentam patrimônio paleontológico de relevância internacional. O Araripe GMU (<https://geoparkararipe.urca.br/>) foi o primeiro geoparque das Américas, reconhecido pela diversidade de formas de vida do Cretáceo, bem como qualidade do processo de fossilização, o Quarta Colônia GMU (<https://www.geoparquequartacolonia.com.br/home>) abriga fósseis triássicos de dinossauros, dentre os mais antigos do mundo, enquanto o Uberaba GMU (<https://www.geoparqueuberaba.org/>), o mais recente território brasileiro a ser chancelado pela UNESCO, contempla um dos maiores sítios paleontológicos urbanos do Brasil e que foi um dos locais onde se iniciaram os estudos paleontológicos no Brasil.

No processo de chancela destes territórios como GMU não são exigidos pré-requisitos legais específicos, seja para o patrimônio paleontológico ou outro tipo de patrimônio geológico, mas existe a premissa de que estes GMU desenvolvam ações efetivas de geoconservação em seus geossítios (UNESCO, 2025). O território do Uberaba GMU, por exemplo, que é composto somente pelo município homônimo, desde 2015 e antes mesmo de sua chancela, iniciou um processo de implantação de instrumento legal para salvaguardar seus fósseis.

Trata-se da Portaria conjunta SEMAM/SESURB/SEPLAN/SEOB nº 003/2015 (Uberaba, 2015), regimentada por várias secretarias do município, com o objetivo de criar procedimentos com base em legislações vigentes do DNPM na época, mas com ações locais e que sejam aplicadas antes de qualquer tipo de escavação nos limites de Uberaba, fundamentalmente em intervenções nas formações geológicas que possuam potencial fossilífero. Esta portaria (Uberaba, 2015) é uma iniciativa de professores da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), que fazem parte da equipe técnica do Uberaba GMU, bem como do Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) e Ministério Público Federal (MPF). Atualmente, a portaria passa por

atualizações, as quais consistem em determinar zoneamentos específicos no município para a aplicação desta legislação (Cavalcante e Santucci, 2024).

Cavalcante e Santucci (2024) apresentam uma análise geral de atividades de salvamento paleontológico no Brasil desde seu primeiro registro na ANM. Para tanto, os autores utilizaram dados sobre programas destas ações registradas na ANM, de 2007 a 2022, com o objetivo de verificar o impacto na conservação do patrimônio paleontológico no Brasil. Discutem também as regulamentações existentes que norteiam essas atividades e fazem recomendações baseadas em experiências bem-sucedidas, com a gestão de atividades de salvamento paleontológico em nível municipal. Este é o caso de Uberaba, que só fica atrás em registros de salvamento quando comparado a todo o estado do Rio Grande do Sul e aos registros do Brasil inteiro (Cavalcante e Santucci, 2024).

Por fim, apesar de possuir uma legislação e norma da ANM específica para a salvaguarda dos sítios paleontológicos, estes instrumentos não contemplam em seus textos os conceitos de geodiversidade, geossítio, bem como não orientam e direcionam estes sítios para a aplicação de métodos de geoconservação.

5.1.3 Legislações para cavidades naturais subterrâneas

Os instrumentos legais que regem as cavidades naturais subterrâneas (cavernas) brasileiras, ao contrário da lei federal da década de 1940 que abrange os fósseis, são mais recentes e foram construídas a partir da inclusão das cavernas e seus elementos bióticos e abióticos associados, como bens da União pela Constituição Brasileira de 1988, conforme definido em seu artigo 20 (Brasil, 1988).

Ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), unidade descentralizada do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), cabe a competência legal de atender as demandas e executar ações relacionadas à gestão do patrimônio espeleológico em todo Brasil. Contudo, os órgãos ambientais em nível estadual e municipal (quando em situações que envolvam essas esferas) também têm suas respectivas responsabilidades, principalmente nos processos de autorizações e licenciamentos ambientais.

Nas últimas décadas houve grandes mudanças na legislação brasileira acerca do patrimônio espeleológico com o intuito de conciliar o uso dos recursos naturais, que são essenciais para a sociedade moderna, com a proteção deste patrimônio natural. Para o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades

consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradadoras de cavidades naturais subterrâneas, bem como de sua área de influência, o órgão competente pelo licenciamento exigirá estudos específicos para a avaliação dos impactos ao patrimônio espeleológico potencialmente afetado, bem como a determinação da relevância destas cavernas.

É possível afirmar que com o aumento das grandes obras de infraestrutura, bem como avanços de exploração em províncias minerais, essencialmente de minério de ferro nos estados de Minas Gerais e Pará, fomentaram e culminaram com avanços nos procedimentos de licenciamento ambiental e consequentemente em legislações, em áreas com potencial para a ocorrência de cavidades naturais subterrâneas.

Merecem destaque os seguintes instrumentos legais vigentes: Portaria do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) nº 887, de 15 de junho de 1990 (IBAMA, 1990); Decreto Federal nº 99.556, de 10 de outubro de 1990 (Brasil, 1990); Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 347, de 10 de setembro de 2004 (Brasil, 2004); Decreto Federal nº 6.640, de 07 de novembro de 2008 (Brasil, 2008); Instrução Normativa (IN) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 2, de 30 de agosto 2017 (MMA, 2017) e; Decreto Federal nº 10.935, de 12 de janeiro de 2022 (*sub judice*) (Brasil, 2022).

Fica claro o avanço significativo na proteção do patrimônio espeleológico através deste conjunto de instrumentos legais, principalmente com a análise do grau de relevância (MMA, 2017). Como exemplo, quando caracterizado que uma caverna tem relevância máxima, o empreendedor não poderá fazer sua supressão. Entretanto, neste movimento positivo não foram incluídos, até o momento, os conceitos de geodiversidade, geossítio e geoconservação.

Esta é uma lacuna considerável, principalmente no âmbito da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 347/2004, que instituiu a obrigatoriedade de elaboração do Plano de Manejo Espeleológico (PME) em cavidades que possuem atividades de caráter turístico, religioso ou cultural. Isso significa que são cavernas comumente utilizadas pela população, em locais com diversos tipos de impacto, para além daqueles somente positivos que possam existir.

O PME é considerado um documento técnico-científico muito importante, pois define o zoneamento e as normas para garantir o manejo das cavernas e seus elementos abióticos e bióticos, bem como orienta a implantação da infraestrutura e as ações necessárias para o uso. Conforme foi exposto na seção 4.3, existe uma busca

por sinergia para a integração da geoconservação em planos de manejo, seja em áreas protegidas (Crofts *et al.* 2022), como também em cavidades que não possuam ainda instrumentos legais de proteção, mas precisam executar o PME.

Quando analisado o Termo de Referência (TdR) padrão de PME no Brasil, instituído pelo CECav (ICMBio, 2025), estão como requisitos do meio físico, na caracterização socioambiental, a geologia, paleontologia, geomorfologia, hidrografia e microclimatologia. Trata-se de um documento atualizado no ano de 2022, com 29 anos após a criação dos conceitos de geodiversidade e geoconservação, os quais permanecem ausentes de um importante instrumento na gestão das cavernas, um dos elementos da geodiversidade mais frágeis e vulneráveis e sensíveis à degradação, seja natural ou antrópica. Isto, provavelmente, se deve ao fato da geoconservação ser praticamente restrita ao meio acadêmico, bem como o pouco ou raro contato com a temática pelos responsáveis pela formulação de documentos técnicos de conservação espeleológica.

Em uma ação de governança e de vanguarda no âmbito de planos de manejo espeleológico brasileiros, os gestores do Parque de Natureza Buraco do Padre, onde está localizado o geossítio Buraco do Padre, por meio da assessoria de uma empresa especializada em geoconservação, submeteram ao CECav a revisão do Termo de Referência (TdR) padrão de PME no Brasil, com o intuito de buscar as indicações detalhadas sobre quais estudos deveriam ser realizados no Buraco do Padre, considerando suas especificidades (Vargas *et al.*, 2025). Nesta articulação houve a iniciativa pioneira de inserir no escopo do TdR a estruturação de uma estratégia de geoconservação escalável (Vargas e Guimarães, 2024) para o futuro manejo deste patrimônio espeleológico.

A gestão de cavernas com base nos princípios de geoconservação está totalmente em consonância com a União Internacional de Conservação da Natureza (Crofts *et al.*, 2022; Gillieson *et al.*, 2022; Gunn, 2022). Além disso, poderá servir de um movimento fomentador e catalisador no ICMBio/CECav para novas abordagens nas políticas públicas de conservação das cavidades naturais subterrâneas e/ou outros elementos da geodiversidade com valores excepcionais.

5.1.4 Legislações com o termo geodiversidade e outros orbitantes

Com base nos instrumentos legais e normativas, com o intuito de proteger e conservar elementos abióticos da natureza que foram apresentados anteriormente,

fica evidenciada a ausência dos termos/conceitos vinculados à geodiversidade, patrimônio geológico, geossítio e geoconservação, que como visto na seção 1.1 (Objetivos), compõe o fio condutor desta dissertação.

Entretanto, mesmo que de forma lenta e gradual, estes termos/conceitos começam a ser inseridos, pontualmente, em legislações estaduais e municipais. Nos exemplos que serão expostos a seguir, demonstra-se que estas ações estão vinculadas a leis comemorativas de dia ou semana da geodiversidade e instituição de capital da geodiversidade de estado a determinados municípios. Além disso, outras são fruto de iniciativas da sociedade civil organizada, buscando a inserção em leis ambientais municipais e também para resguardar áreas públicas que estão sendo objeto de concessão para a iniciativa privada.

- Ponta Grossa (2014) – Dia da Geodiversidade

O município de Ponta Grossa está situado na região dos Campos Gerais, no segundo planalto paranaense e possui uma rica geodiversidade, com geossítios de relevância internacional como o arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha, inserido no Parque Estadual de Vila Velha e a Furna Buraco do Padre, inserida no Parque Nacional dos Campos Gerais, ambos classificados como geossítios no inventário do patrimônio geológico do Paraná (Xavier, 2022).

Em outubro de 2014, foi aprovada na Câmara Municipal de Ponta Grossa (CMPG) e sancionada pelo chefe do executivo, a lei municipal nº 11.955/2014 que instituiu no calendário oficial do município, o dia 23 de março como “Dia da Geodiversidade” (CMPG, 2014). A lei possui apenas dois artigos, sendo que o 2º discorre

“Art. 2º Durante esta data o Poder Executivo, juntamente com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Educação e Fundação de Turismo, poderão promover palestras, cursos, eventos, oficinas, exposições e outras atividades, objetivando a divulgação e importância da geodiversidade no âmbito local, regional e mundial.”

Esta lei é fruto de iniciativas de pesquisadores vinculados ao Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas (GUPE) e da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

- Caçapava do Sul (2015) – Capital Gaúcha da Geodiversidade

O município de Caçapava do Sul, situado na porção centro-sul do Rio Grande do Sul, também conhecida como região da Campanha, possui uma variedade significativa de elementos da geodiversidade. Apresenta rochas ígneas intrusivas e

extrusivas, rochas metamórficas, sucessões de rochas sedimentares, de origem marinha e continental, de mais de 500 milhões de anos, mineralizações da Bacia do Camaquã, inseridas em paisagens de grande beleza cênica e alta relevância ecológica, como as Pedras das Guaritas e a Serra do Segredo. Além disso, há no território fósseis de animais extintos da megafauna, em especial as preguiças-gigantes (Caçapava GMU, 2025).

Em julho de 2015, foi aprovada pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul (ALRS) e sancionada pelo governador, a lei estadual nº 14.708/201 que declara o município de Caçapava do Sul como “A Capital Gaúcha da Geodiversidade” (ALRS, 2015). A lei possui apenas um artigo, e, ao contrário da apresentada anteriormente, não faz menção à promoção de atividades para a divulgação e valorização da geodiversidade.

Esta lei é fruto de iniciativas de pesquisadores vinculados ao Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO, porém na época da sua promulgação este território ainda se encontrava no estágio de Projeto Geoparque Caçapava.

- Curitiba (2021) – Legislação Ambiental Municipal

O município de Curitiba está situado na porção leste do Paraná e inserido no primeiro planalto. A capital dos paranaenses tem fama nacional e internacional, com rótulos de “cidade modelo” e “capital ecológica”. Esses símbolos foram adquiridos principalmente nos anos 70 a 90, do século passado, tendo como alguns dos motivos a implementação de políticas de planejamento urbano e a construção de parques. No contexto ambiental, a Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC) foi pioneira ao sancionar, em 1991, uma legislação que versa sobre a Política Municipal do Meio Ambiente.

Em julho de 2021, no âmbito da revisão de 30 anos desta legislação, foi aprovada pela Câmara Municipal e sancionada pelo prefeito a Lei nº 15.852/2021, que *dispõe sobre a política municipal de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências*. (PMC, 2021). A lei promulgada em 2021 possui 170 artigos e contempla uma seção (XIII) específica para Política de Conservação da Biodiversidade.

Com o objetivo de participar do processo de revisão desta legislação, foi formado um grupo de geoconservacionistas (no qual o autor faz parte), atuantes em todas as esferas da sociedade, desde o poder público, universidades, empresas e organizações não governamentais (ONG). O grupo fez a proposta de criar uma seção para Política de Conservação da Geodiversidade, a exemplo do que já existia para a

biodiversidade. A proposta não foi aceita pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA), entretanto foram inseridos na lei, em alguns artigos, termos como geodiversidade (oito vezes), patrimônio geológico (uma vez) e geossítio (uma vez). Entre as menções, merecem destaque

“Art. 2º Para o estabelecimento da política do meio ambiente serão observadas as seguintes diretrizes: XXIV - manutenção e monitoramento da geodiversidade, considerando a conservação daqueles locais que possuem elementos excepcionais ou com risco de degradação.”

“Art. 4º Ao Município de Curitiba, no exercício de sua competência constitucional relacionada com o meio ambiente, incumbe mobilizar e coordenar suas ações, recursos humanos, financeiros, materiais, técnicos e científicos, bem como a participação da população na consecução dos objetivos e interesses estabelecidos nesta Lei, devendo, para tanto: VII - identificar, planejar, projetar, implantar e manter unidades de conservação e de lazer para a proteção de mananciais, geodiversidade, ecossistemas naturais, flora e fauna, recursos genéticos e outros bens e serviços ambientais, estabelecendo normas de sua competência a serem observadas nestas áreas;”

“Art. 5º Cabe à Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMMA, sem prejuízo das atividades que lhe são atribuídas por outros instrumentos legais, implementar os instrumentos da Política do Meio Ambiente do Município fazendo cumprir a presente Lei, competindo-lhe: XVIII - desenvolver e apoiar projetos de investigação científica e programas de proteção da biodiversidade e da geodiversidade urbana;” (PMC, 2021)

- Mato Grosso (2023) – Semana da Geodiversidade

O estado do Mato Grosso está situado na Região Centro-Oeste do Brasil, onde está inserido o centro geodésico da América do Sul. Neste estado está localizada parte da maior planície alagada do mundo, o Pantanal. Além disso, conta com rica geodiversidade, como a Chapada do Guimarães, protegida por um parque nacional. Ainda, no município homônimo, são desenvolvidas atividades com vistas à obtenção da chancela de Geoparque Mundial da UNESCO (Chapada dos Guimarães Aspirante a GMU) que também contempla rochas com registros de mares, glaciações, formação de grandes cordilheiras, desertos, vulcões e antigos rios. Além disso, são encontrados fósseis marinhos da Era Paleozoica, e de dinossauros da Era Mesozoica (Geopark Chapada dos Guimarães, 2025).

Em outubro de 2023, foi aprovada pela Assembleia Legislativa do Mato Grosso (ALMT) e sancionada pelo governador, a lei estadual nº 12.203/2023 que cria a “Semana Estadual da Geodiversidade” (ALMT, 2023), a ser realizada anualmente na última semana do mês de maio. A lei possui oito artigos, cujos objetivos principais são de divulgar e valorizar a geodiversidade, incluindo ações que versem sobre as

diversas áreas do conhecimento das geociências, como o paleontológico, mineralógico, espeleológico entre outros. Menciona também o órgão responsável, no âmbito estadual, pela realização e promoção de atividades durante a semana, bem como incentiva que escolas públicas e particulares participem (ALMT, 2023).

- Pedreira do Atuba (2025) – Concessão de área pública para uso privado

A Pedreira do Atuba está situada no município de Colombo, na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) e faz divisa com a porção norte da capital paranaense. Trata-se de uma área de mineração desativada há décadas, tendo sido desapropriada e utilizada para usos diversos, sendo que pelo menos nos últimos dez anos houve o uso como depósito de veículos apreendidos pelo Departamento de Estradas e Rodagem (DER) do Paraná (Paraná, 2024).

No local afloram rochas gnáissicas-migmatíticas, com idade superior a 2,75 bilhões de anos, com excepcionais exposições nas antigas bancadas, tendo sido o local classificado como geossítio no inventário do patrimônio geológico do Paraná, denominado de Migmatito paleoproterozoico pedreira do Atuba (Xavier, 2022). Nesta antiga pedreira já passaram muitos pesquisadores, alunos de graduação de geologia do Brasil inteiro, bem como estudantes de outras áreas, como da engenharia civil, pois sua geodiversidade apresenta um alto valor científico e didático.

Após uma primeira iniciativa em 2019, conduzida por um deputado estadual e presidente da Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa do Paraná (ALEP), bem como um vereador do município e pessoas da comunidade, com objetivo de promover o uso daquele espaço para esporte e lazer da população, o Governo do Estado se engajou no movimento e começou um processo de concessão para a iniciativa privada. Com isso, em 2024 foram lançadas consultas públicas com objetivo de receber sugestões quanto às possibilidades de uso e suas respectivas condicionantes. Naquele momento, o mesmo grupo de geoconservacionistas que atuou na revisão da lei ambiental de Curitiba fez uma série de sugestões, entre as mais de 700 recebidas (Paraná, 2024), no intuito de que entre as ações que deverão promover o uso futuro do local, sejam previstos aspectos relacionados à geoconservação.

Em abril de 2025, foi aprovada pela ALEP e sancionada pelo governador, a lei estadual nº 22.365/2025 que “autoriza a concessão de uso da Pedreira do Atuba” (ALEP, 2025). A lei possui sete artigos, entre os quais vale destacar

“Art. 2º A concessão de uso será onerosa e vigorá por prazo compatível às peculiaridades e aos investimentos necessários atinentes ao projeto, de acordo com os elementos identificados no âmbito dos estudos de viabilidade que sejam realizados para tal finalidade, conforme legislação aplicável.

Parágrafo único. Será prevista, nos documentos licitatórios, a realização de ações voltadas à conservação e à proteção do bem concedido, com especial atenção ao patrimônio geológico da Pedreira do Atuba.”

Art. 4º Garante o livre acesso a pesquisadores e geólogos para realização de atividades relacionadas à pesquisa científica e conservação ambiental na Pedreira do Atuba, desde que estas se mostrem compatíveis com a execução do Contrato de Concessão, mediante cadastro prévio e autorização do parceiro privado. (ALEP, 2025)

Para finalizar a seção 5.1 Legislação para geoconservação, faz-se necessário uma análise sobre o último exemplo, a concessão da Pedreira do Atuba em relação à normativa da Agência Nacional de Mineração (ANM) que está em vigor, a Resolução ANM nº 68/2021 (ANM, 2021), apresentada no ANEXO A.

De um lado o poder público estadual, buscando promover o uso adequado para uma área de mineração desativada que, por décadas, ficou relegada a todo tipo de sorte de disposição de resíduos/materiais e usos indevidos, cujas as obrigações dos empreendedores que ali operaram, no sentido de recuperar a área, certamente não foram cumpridas. Neste movimento, diante da ausência de legislações ambientais, municipais, estaduais e federais, específicas para o uso racional e sustentável do patrimônio geológico existente, graças a abertura para sugestões da sociedade civil organizada, o Estado recebeu indicações relevantes de como proceder na gestão. O intuito fundamental, conservar o patrimônio natural e potencializar os benefícios que podem ser gerados para as futuras gerações.

Já a Agência Nacional de Mineração, responsável pelas autorizações e fiscalizações de todas as etapas de uma atividade minerária, desde as pesquisas iniciais, passando pelo planejamento de lavra, até o plano de fechamento, não incorporou em suas normativas e resoluções, até o momento, conceitos ligados à geoconservação, os quais são prementes na sua atividade fim, que consiste em gerir os elementos da geodiversidade relacionados à mineração. Isso fica caracterizado quando se analisa a Resolução ANM nº 68/2021 (ANM, 2021; ANEXO A), pois em nenhum dos artigos são mencionados ou há orientação aos empreendedores sobre alternativas de uso futuro que contemplem a implementação de geossítios em antigas pedreiras.

E não faltam exemplos de sucesso no Brasil da reutilização de antigas áreas de mineração, algumas a pouco quilômetros da Pedreira do Atuba, como a Pedreira Paulo Leminski, Ópera de Arame, Parque Tanguá, Parque Vista Alegre, etc., todas em Curitiba.

Uma regulamentação, em nível nacional, que apresente aos empreendedores os diversos valores da geodiversidade (científico, educativo, turístico, cultural e/ou geossistêmico) que existem em pedreiras, ativas e ou desativadas, poderia evitar que muitas áreas ao fim da operação minerária se transformassem em locais de disposição de resíduos. A mineração é uma atividade fundamental para a sociedade e descobre um número expressivo de exposições geológicas, as quais contêm informações relevantes que podem ser utilizadas na compreensão da natureza e na conexão com as pessoas, bem como no alcance de muitas metas e objetivos do desenvolvimento sustentável.

5.2 INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS E DE PESQUISADORES EM GEOCONSERVAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE

Este Capítulo 5, sobre iniciativas de geoconservação no Brasil, visa demonstrar uma carência no cenário brasileiro de implementação de geossítios com processos sistemáticos, ou seja, aqueles em que todas as etapas do método que se propõe à geoconservação sejam efetivadas. Certamente não existe apenas um motivo determinante para este panorama, mas é possível afirmar que a inclusão dos conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico, geossítio e geoconservação em políticas públicas e legislações, em uma amplitude maior e não somente em questões de proteção ambiental, poderiam fomentar e proporcionar melhores resultados.

É possível afirmar que a instituição que há mais tempo atua, com o maior número e magnitude em iniciativas de geoconservação no Brasil é o Serviço Geológico do Brasil (SGB), antigamente denominado de Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Segundo Schobbenhaus et al. (2024), o SGB realiza há quase 20 anos diferentes tipos de projetos, essencialmente vinculados a inventários de sítios geológicos com especial interesse científico e potenciais usos turístico e educativo, visando a difusão do conhecimento geocientífico, com o intuito de promover esses locais junto à sociedade e a sua conservação, almejando o uso sustentado. Os autores indicam que, com o resultado desta vasta experiência, está em curso a criação

de um programa nacional de caráter contínuo, o Programa Patrimônio Geológico do Brasil (PPGB) (Schobbenhaus et al., 2024).

Esta afirmação é muito relevante e positiva, principalmente pela visão de continuidade que se pretende alcançar. Entretanto, existem grandes desafios a serem superados, sendo o SGB a instituição a capitanear e ser protagonista nesta jornada. Entre um dos desafios mais importantes e necessários, entende-se que seja a integração de outras instituições do governo federal para conhecerem e assumirem responsabilidades na promoção efetiva da geoconservação no Brasil.

Como exemplo, urge a necessidade de instituições como a Agência Nacional de Mineração (ANM) incorporarem as questões de geoconservação nas suas normativas. Além disso, como já foi exposto, a geoconservação é um campo do saber que requer a atuação multi/interdisciplinar. Portanto, instituições federais como o Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da ANM e outras secretarias afins, Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio do IBAMA e ICMBio, Ministério da Educação (MEC), Ministério do Turismo (MTUR), Ministério da Cultura (MinC), entre outros, precisam participar do planejamento e implementação do Programa Patrimônio Geológico do Brasil. Além disso, ações deste PPGB certamente têm sinergia com programas específicos dos ministérios citados, sendo uma forma de facilitar a participação e potencializar os resultados positivos.

Finalmente, a geoconservação não se encerra na identificação de sítios geológicos com valor científico, mas é somente o início das ações necessárias à gestão destes locais e de outros com valor relevantes do ponto de vista educativo, turístico, cultural e geossistêmico. Neste contexto, Crofts *et al.* (2022) apresentam uma seção que descreve a importância de incorporar a geoconservação no planejamento nacional, regional e local, com exemplo do Reino Unido, Espanha e Itália.

5.2.1 Inventários do Patrimônio Geológico não sistemático

- SIGEP

Uma das iniciativas pioneiras na identificação do patrimônio geológico brasileiro se deu com a concepção da Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), sendo que a instituição que encabeçou sua composição foi o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual Agência Nacional de Mineração (ANM).

Segundo a SIGEP (2025), em março de 1997 o DNPM reuniu em Brasília representantes de diversas instituições para compor a comissão, sendo estas: Academia Brasileira de Ciências (ABC), Associação Brasileira para Estudos do Quaternário (ABEQUA), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Serviço Geológico do Brasil (SGB – antiga CPRM), Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) e Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP). Atualmente a SIGEP é presidida pelo geólogo Carlos Schobbenhaus do SGB e também foi incluída a União da Geomorfologia Brasileira (UGB) como membro.

Além da composição mista, ou seja, além de instituições governamentais e organizações da sociedade civil (associações), as contribuições seriam abertas a pesquisadores. Desta forma, em 1998 foram distribuídas cartas-convite a instituições e pesquisadores incentivando-os à proposição de sítios em escala nacional. Estes deveriam atender a seis critérios e abordar, com riqueza de detalhes, os mais destacados sítios geológicos e paleontológicos do Brasil, para ampla divulgação nacional e internacional, tendo como meta a publicação de livros técnicos com os Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil (SIGEP, 2025).

Segundo dados na página da internet da SIGEP (<https://sigep.eco.br/>), o resultado das publicações foi o seguinte:

- Volume I: 58 sítios publicados, em 2002 (<https://sigep.eco.br/sitios.htm#Vol1>) ;
- Volume II: 40 sítios publicados, em 2009 (<https://sigep.eco.br/sitios.htm#Vol2>);
- Volume III: 18 sítios publicados, em 2013 (<https://sigep.eco.br/sitios.htm#Vol3>); ainda neste volume há quatro sítios publicados em linguagem popular e 49 resumos de propostas aprovadas.

Mais detalhes do histórico de sua constituição e abrangência nos estados brasileiros, podem ser vistos em Lima (2008) e Pereira (2010).

Apesar de pioneira e amplamente difundida na comunidade geoconservacionista brasileira, a SIGEP foi questionada juridicamente por não

proporcionar amparo legal aos sítios que publicava, ou seja, não poderia se responsabilizar por eventuais degradações a estes sítios após a publicação. Este fato culminou com a suspensão de encaminhamentos de novas propostas de sítios em 2012 (Romão & Garcia, 2017), o que vigora até o momento, tendo sido verificada na página na internet da comissão uma eventual retomada, mas com a última atualização em outubro de 2022 (SIGEP, 2025).

- Projeto Geoparques

O Serviço Geológico do Brasil (SGB) desenvolve, desde 2006, o Projeto Geoparques, com o objetivo principal de ser indutor na criação de geoparques no Brasil (Schobbenhaus e Silva, 2012). Este fomento se justificava na época de sua implantação, uma vez que no mesmo ano o Geopark Araripe entrou para a Rede Global de Geoparques (GGN, sigla em inglês), em um período em que os geoparques ainda não integravam um programa oficial da UNESCO.

O SGB assumiu a responsabilidade de promover e fomentar a identificação, levantamento, descrição, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques. Para tanto, utilizou sua ampla equipe técnica distribuída pelo país, mas também com parcerias com diversas instituições. Além disso, o Projeto Geoparques teve como consequência a identificação, caracterização e quantificação de geossítios, atividades que de certa forma auxiliaram na inventariação do patrimônio geológico brasileiro (SGB, 2024).

Entretanto, cabe ressaltar que não se trata de um inventário de patrimônio geológico sistemático, no âmbito de uma estratégia de geoconservação nacional, mas com objetivos claros de auxiliar os territórios na primeira fase para a construção de um geoparque, a identificação de seus geossítios. Além disso, a instituição não promove a articulação com os municípios e o envolvimento nas demais ações necessárias ao estabelecimento de um GMU. Estes são levantamentos importantes, pois uma vez que as propostas se efetivem como Geoparques Mundiais da UNESCO, uma das premissas é desenvolver estratégias de geoconservação nestes locais inventariados.

Como resultado do Projeto Geoparques, o SGB publicou um livro no ano de 2012 (Schobbenhaus e Silva, 2012), intitulado "Geoparques do Brasil - Propostas", entre as quais 14 propostas foram desenvolvidas por profissionais da instituição e no âmbito do projeto. Além disso, três propostas são contribuições de outras instituições: Campos Gerais (Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG e Minérios do

Paraná/MINEROPAR), Guarulhos (Prefeitura de Guarulhos - SP), Costões e Lagunas do Rio de Janeiro (Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro/DRM). De acordo com o SGB (2024), um segundo volume do livro supracitado se encontra em fase de editoração e deverá conter 11 propostas oriundas do Projeto Geoparques e uma proposta externa, apresentada pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM).

Com a análise das 29 propostas mencionadas, inseridas nos dois volumes do livro Geoparques do Brasil – Propostas, foram quantificados um total de 632 geossítios. No Volume II da publicação, algumas propostas fazem a diferenciação entre geossítio e sítio da geodiversidade, com a adoção do método de Brilha (2016), que embasa também a plataforma de Cadastro de Sítios Geológicos (GEOSSIT) do SGB, onde foram registrados esses levantamentos.

Como já foi mencionado, nesta pesquisa, considera-se geossítio para além do valor científico, como os valores e potencial uso educativo e turístico que são considerados na definição de sítios da geodiversidade, de acordo com Brilha (2016). Portanto, o número de geossítios levantado em cada livro foi (SGB, 2024):

- Volume I: 362 geossítios em 17 propostas de geoparques (<https://www.sgb.gov.br/propostas-de-geoparques-volume-i>);
- Volume II: 270 geossítios em 12 propostas de geoparques (<https://www.sgb.gov.br/propostas-de-geoparques-volume-ii>);

Sobre a efetividade destas propostas, em relação à chancela como Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU), após 19 anos desde o início do projeto, os resultados indicam que 4 propostas foram reconhecidas como GMU, indicando 10,2% de sucesso. O mesmo percentual foi identificado para as propostas que passaram por avaliação e não conseguiram a chancela, seja da GGN (2) anterior à oficialização como GMU, ou da UNESCO (2), após setembro de 2015, já como um programa oficial desta instituição.

- GEOSSIT

O Serviço Geológico do Brasil (SGB), começa a desenvolver no início da década de 2010 uma plataforma hospedada na internet (Lima, Rocha e Schobbenhaus, 2010), ou seja, um aplicativo que foi denominado de Cadastro de Sítios Geológicos, cuja sigla é GEOSSIT, como é amplamente conhecida entre os geocientistas e geoconservacionistas.

Segundo o SGB (2025) o GEOSSIT foi desenvolvido originalmente com base nos métodos de Brilha (2005) e Garcia-Cortés e Urquí (2009). Todavia, foi modificado

em sua avaliação quantitativa para adotar a base metodológica de Brilha (2016), o qual apresenta uma diferenciação na análise do valor científico em relação a outros valores da geodiversidade, conforme apresentado na Figura 2. Foi inserida nestas modificações a avaliação do risco de degradação, mantida a classificação de relevância regional/local, nacional e internacional e empregada a nova denominação dos sítios levantados, em geossítio e sítio da geodiversidade.

O aplicativo GEOSSIT é uma plataforma colaborativa, ou seja, é aberta aos interessados em cadastrar sítios geológicos relevantes, desde que façam o cadastro, o qual será avaliado e eventualmente aprovado pelos servidores do SGB. A partir do momento que o proponente do sítio inicia a inserção dos dados na plataforma, o mesmo deverá seguir um rito de procedimentos, que conta com as devidas revisões dos servidores e especialistas (Schobbenhaus et al., 2024), sem limites entre idas e vindas das informações.

A plataforma exhibe em sua página de Sítios Descritos (SGB, 2025) a situação (*status*) em que se encontram os sítios, podendo ser classificados em: i) Em análise; ii) Consistido; iii) Validado; e iv) Homologado. Os detalhes e o que consiste cada tipo de situação podem ser visualizados na coluna “status” na página de visualização dos sítios descritos do GEOSSIT (<https://sgb.gov.br/geossit/geossitios>).

No processo desta pesquisa, o autor trocou mensagens por e-mail com uma servidora que faz parte da coordenação do aplicativo, a qual ratificou que “quando o status está homologado e/ou validado, o processo de inserção e revisões está completo”. Além disso, ressaltou que a definição de “homologado” atualmente é aplicada apenas para sítios já aprovados pela SIGEP. No Quadro 1 é possível observar o quantitativo de sítios cadastrados e suas respectivas situações, de acordo com pesquisa realizada no aplicativo GEOSSIT (SGB, 2025) no dia 10 de maio de 2025.

Tabela 1 - Quantitativo de sítios geológicos cadastrado no GEOSSIT

Classificação da situação dos sítios geológicos				Total
Em análise	Consistido	Validado	Homologado	
401	253	3	2	659

Fonte: SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Cadastro de Sítio Geológicos (GEOSSIT). Geossítios.

Disponível em: <https://sgb.gov.br/geossit/geossitios>. Acesso em: 10 mai. 2025.

Segundo Schobbenhaus et al. (2021), está em curso o inventário do patrimônio geológico do Brasil, cabendo a responsabilidade ao SGB, com o apoio da área

acadêmica e de outras entidades, tendo como processo de cadastramento dos sítios geológicos de potencial interesse o aplicativo GEOSSIT. O passo final para a sua validação como Patrimônio Geológico do Brasil é a aprovação por pelo menos dois especialistas temáticos.

O Serviço Geológico do Brasil lançou recentemente o Programa Patrimônio Geológico do Brasil (Schobbenhaus et al., 2024), que em síntese tem como principais objetivos o Inventário Nacional do Patrimônio Geológico, com base no cadastramentos de sítios geológicos no GEOSSIT, o Mapa do Patrimônio Geológico do Brasil, Mapa do Patrimônio Geológico da América do Sul e o apoio a ações de geoconservação no Brasil, inclusive no desenvolvimento de uma cultura/política de geoconservação para o setor mineral.

Certamente que são todos alvos muito importantes, pertinentes e necessários, porém faz-se oportuna a reflexão sobre dois aspectos que estão diretamente relacionados com o GEOSSIT. O primeiro, trata-se da efetividade desta ferramenta como instrumento para consolidar o Inventário do Patrimônio Geológico Nacional, uma vez que, após mais de uma década de operação, apresenta somente cinco sítios com os procedimentos finalizados, entre os 659 sítios cadastrados, o que representa apenas 0,76% do total.

O outro aspecto diz respeito à restrição de enquadramento como geossítio aos locais mais representativos apenas do ponto de vista científico, definindo-os como patrimônio geológico. Este estreitamento tem relação direta com a relevância dos geossítios, sendo estes classificados somente como nacionais e internacionais. Com isso, sugere-se uma prioridade mais baixa no desenvolvimento de ações de geoconservação para os sítios da geodiversidade, que possuem potencial de uso turístico e/ou educativo, principalmente no caso destes locais apresentarem somente relevância local, pois conforme o SGB (2025) não existe “ciência local”.

Isto pode vir a gerar uma interpretação, diante de um contexto que somente os geossítios sejam considerados “locais-chave para o entendimento da história, da dinâmica e da vida na Terra desde a sua formação”, critério claramente caracterizado e definido cientificamente. Desta forma, a prioridade mais baixa para ações de geoconservação em sítios da geodiversidade, pode eventualmente ser interpretado em texto da página inicial do aplicativo GEOSSIT (SGB, 2025), conforme a transcrição: *“Somente uma pequena parte da geodiversidade – parcelas especiais que constituem locais-chave para o entendimento da história, e da dinâmica e da vida na*

Terra desde a sua formação – deve ser preservada para futuras gerações e tem valor relevante para justificar a implementação de estratégias de geoconservação.”

Por fim, para completar essa reflexão e utilizando como exemplo dois parques de Curitiba, ambos situados em antigas pedreiras, o Parque Tanguá e o Parque das Pedreiras Jaime Lerner (Ópera de Arame e Pedreira Paulo Leminski), locais conhecidos nacional e internacionalmente e que já fazem parte do imaginário cultural dos curitibanos. Primeiro, não poderiam ser denominados de geossítios, uma vez que não foram classificados no Inventário do Patrimônio Geológico do Paraná (Xavier, 2022), que utilizou a mesma base metodológica do GEOSIT. E, desta forma, não teriam prioridade em ações de geoconservação, as quais envolvem desde as técnicas de conservação e monitoramento do material geológico até a valorização e divulgação para a sociedade dos demais valores da geodiversidade ali presentes, como o educativo, turístico, cultura e geossistêmico.

5.2.2 Valorização e Divulgação: painéis interpretativos e geoturismo

Com base no exposto na seção anterior, considerando as iniciativas governamentais em inventariação do patrimônio geológico (também envolvendo geoparques), e tomando como base as etapas de uma estratégia de geoconservação proposta por Brilha (2005), estas iniciativas se concentraram fortemente no Brasil do início dos anos 2000 e seguiram pelos próximos 20 anos.

Além disso, o que também se viu no Brasil, alguns anos após o lançamento da SIGEP (1997), a partir do ano 2001, foram “ações geoturísticas associadas com geoconservação [...]”, conforme detalham Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008, p.47), implementadas pelos serviços geológicos estaduais do Rio de Janeiro (DRM) e do Paraná (MINEROPAR - extinto), pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com a Petrobras na Bahia e o Instituto de Meio Ambiente (IDEMA) do Rio Grande do Norte, essencialmente com a instalação de painéis explicativos e ilustrativos em sítios geológicos, geralmente com apelo turístico.

Fica claro com isso que não houve, em nível nacional, o desenvolvimento sistemático das etapas posteriores (Brilha, 2005), contemplando outras ações de proteção legal, conservação e monitoramento (Romão & Garcia, 2017), e sim uma antecipação das etapas de valorização e divulgação dos geossítios (Figura 3), com a ampla implementação de painéis e fomento a geoparques.

Esta análise, com a percepção de que geoturismo e geoparques ganham destaques nos trabalhos desenvolvidos no Brasil, também foi apontada pelo professor José Brilha, em entrevista para Liccardo e Guimarães (2018), quando lhe foi questionado sobre qual a evolução brasileira na temática de Geoconservação. A resposta do professor português tem como base um período de contato regular com esses temas no Brasil, desde 2006, sendo citado ainda os poucos avanços em práticas de geoconservação nas unidades de conservação, com o respectivo envolvimento do ICMBio, bem como nos sítios publicados pela SIGEP (Liccardo e Guimarães, 2018).

Figura 3 - Execução de etapas de estratégia de geoconservação em pesquisas no Brasil

Etapas da Estratégia em Geoconservação	Autor que as Realizou
Inventário	Todos os autores realizaram esta etapa.
Quantificação	Todos os autores realizaram a etapa ou a propõe, exceto Azevedo (2007), Santos (2010), Bem (2011), Ostanello (2012), Ponciano et al. (2012), Corrêa (2014), Garcia et al. (2017).
Proteção Legal	Mansur (2010), Bem (2011), Ostanello (2012), Pocidonio (2015).
Conservação	Nenhum dos trabalhos envolveu esta etapa.
Valorização e Divulgação	Pereira (2010), Bem (2011), Covello (2011), Oliveira (2015), Paula & Castro (2015), Meira (2016), Pinto (2015), Pocidonio (2015), Santos (2016).
Monitoramento	Mansur (2010), Pereira (2010)

Fonte: adaptado de Romão e Garcia, 2017

Quase duas décadas depois das primeiras ações com painéis interpretativos instalados em sítios geológicos com apelo geoturístico, uma outra ação governamental, desta vez não realizada pelo SGB, mas também focada em geoparques e geoturismo, foi protagonizada pelo Ministério do Turismo (MTUR), fruto de uma Cooperação entre UNESCO, MTUR e Agência Brasileira de Cooperação / Ministério das Relações Exteriores – MRE, (MTUR-UNESCO, 2022).

Como resultado foram publicados três volumes de um Documento Técnico sobre Geoparques: Produto 1 – Geoparques: Contexto, origem e perspectivas no Brasil; Produto 2 – Geoparques: Diretrizes para o desenvolvimento dos pilares estruturantes dos geoparques: Patrimônio Geológico, Gestão, Visibilidade e Trabalho em Rede; Produto 3 – Geoparques Orientações para candidaturas ao Programa Internacional de Geociências e Geoparques da UNESCO e apresentação de estudos de casos e boas práticas em geoparques; e o Manual de Desenvolvimento de Projetos Turísticos de Geoparques, todos disponíveis na internet (<https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques>) (MTUR-UNESCO, 2022). Esse material proporcionou à comunidade brasileira que atua com geoparques e geoturismo um farto material de consulta em língua portuguesa.

Sobre a priorização de ações em geossítios com apelo turístico, faz todo o sentido quando a análise é realizada do ponto de vista econômico. Isso porque, na maioria das vezes, já são locais de interesse geológico há muito tempo conhecidos e visitados pela população. Assim, busca-se mais uma camada nesta interação, integrando ações de geoturismo, que consiste em atrair visitantes com interesse nos aspectos geológicos e geomorfológicos do local. O interesse, provavelmente, vai aumentar e se multiplicar para outros turistas e geoturistas, uma vez que nestes geossítios existam instrumentos de interpretação (valorização e divulgação) adequados e instigantes. Se o objetivo for alcançado, o ciclo da análise econômica se fecha, pois deverá fomentar a economia no entorno destes locais, o que também é uma das premissas para a construção de um geoparque.

Estas ações serão melhor aproveitadas ao longo do tempo, inclusive com a extensão e potencialização de seus resultados, principalmente se forem planejadas com o viés de educação ambiental, atualmente mais difundida como educação para a sustentabilidade. Além disso, e principalmente, se forem consideradas as condições de conservação durante o uso, pois somente desta forma os geossítios se manterão atrativos. Antes de se partir para as ações de geoturismo, com a implementação de interpretação ambiental adequada e ações de educação voltadas aos aspectos geocientíficos, recomenda-se a consulta da obra de Moreira (2014).

É consenso no mundo preservacionista e conservacionista que uma pessoa precisa “conhecer para valorizar e preservar/conservar”. Essa retórica também é amplamente utilizada pelos geoconservacionistas, no sentido de que a implementação

de painéis e meios de valorização em geossítios irão culminar com a sensibilização do público que está usando aquele local, normalmente para fins turísticos e/ou educativos, com isso promovendo a sua conservação.

Contudo, sob uma análise pragmática, é muito provável que alguns destes usuários ficarão sensibilizados e eventualmente sairão mais atentos e cuidadosos com as questões ambientais no geral, com foco nas geociências. Porém, a responsabilidade por conservar esses locais é dos seus gestores, que detêm a propriedade e o compromisso inerente por sua manutenção. E, se as ações de proteção e conservação não forem previamente implementadas, ou em conjunto com as atividades de valorização, divulgação e uso extensivo destes locais, o resultado pode ser exatamente o contrário, com um geossítio sendo muito utilizado e podendo ser degradado em função da negligência de outras ações de gestão da conservação.

5.3 INVENTÁRIOS DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO ESTADUAIS FINALIZADOS

As diferenças históricas e culturais da sociedade europeia influenciaram na afinidade e atual fase de desenvolvimento da geoconservação, onde mesmo sendo os pioneiros e algumas nações tendo destaque positivo, como Reino Unido, Espanha e Portugal, isso não se traduz de forma homogênea pelos 50 países e territórios dependentes que compõem o continente. Em uma análise comparativa com o Brasil, relativizando todas as variáveis que esse tipo de exame pode trazer, verifica-se uma semelhança em extensão territorial, uma vez que a área brasileira (IBGE, 2024) é equivalente a praticamente 82% da área de toda Europa.

As diferenças no estágio de desenvolvimento da geoconservação ultrapassam as dimensões territoriais e também têm influências sociopolíticas, como no âmbito administrativo, quando há praticamente o dobro de nações/países em relação aos estados federados de um único país. Esse fator influencia na autonomia financeira, legislativa e outras quanto à gestão dos bens naturais. Além disso, a desigualdade social, principalmente relacionada aos aspectos educacionais, certamente é outra barreira importante para o avanço da conservação do patrimônio geológico do país.

Sendo o inventário a base de uma estratégia de geoconservação, como o Brasil não tem um levantamento institucional, sistemático e completo de seus geossítios, surgiram algumas iniciativas no âmbito da escala estadual. Até o momento dois estados, São Paulo e Paraná, através de iniciativas acadêmicas e não como

política pública, buscaram elencar os seus geossítios mais representativos, de forma sistemática, pois utilizaram e/ou adaptaram métodos existentes. Todavia, foram realizados com enfoque no valor científico, sem integração com instituições federais e ou estaduais para promoção de políticas públicas e ações mais efetivas de conservação dos geossítios. A seguir são apresentados uma síntese das características destes inventários e alguns desdobramentos.

- São Paulo

São Paulo, situado na Região Sudeste brasileira, foi o primeiro estado a executar o inventário de seu patrimônio geológico. O projeto se desenvolveu entre os anos de 2013 e 2016, com a denominação "Patrimônio geológico do estado de São Paulo: Identificação, Conservação e Valoração de geossítios com valor científico de relevância nacional e internacional". Foi executado no âmbito do antigo programa Ciências Sem Fronteiras do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A coordenação foi do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP), contemplava a participação de uma instituição estrangeira, neste caso com o professor José Brilha representando a Universidade do Minho de Portugal e também com a parceria de uma empresa privada (Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda.) (Garcia *et al.*, 2015).

Segundo Garcia *et al.* (2018), além das instituições expostas acima, o inventário contou com um grupo significativo de geocientistas do estado e também de fora dele, representantes de instituições ambientais estaduais, bem como as universidades paulistas, que tiveram como objetivo inventariar geossítios com valor científico em todo o território, usando uma abordagem sistemática (método). Ainda segundo estes autores, os resultados elencaram 142 geossítios representativos de 11 categorias geológicas, os quais foram caracterizados e avaliados quantitativamente de acordo com seu valor científico e risco de degradação.

Higa (2019) afirma que os levantamentos realizados entre 2013 e 2016 são considerados como a primeira fase do Inventário do Patrimônio Geológico de São Paulo, sendo a segunda fase desenvolvida durante a sua dissertação (2017 a 2019). Esta teve o objetivo de analisar o panorama atual dos geossítios anteriormente inventariados, bem como fazer o diagnóstico de uso e proteção desses locais, contemplando as respectivas propostas de gestão. Neste trabalho também foi realizada uma atualização dos geossítios, dado o caráter dinâmico deste tipo de inventário.

As pesquisas continuaram a se desdobrar desde o inventário inicial, desta vez com o trabalho de Santos e Garcia (2023), denominado “Identificação de geossítios prioritários para gestão de uso público: aplicação ao inventário do patrimônio geológico do estado de São Paulo” cujo objetivo foi propor um método para avaliar a evolução do estado de conservação do patrimônio geológico, a ser aplicado com vistas a embasar ações de preservação e gestão. Segundo as autoras, dos 143 geossítios atuais, 129 foram avaliados com base nos critérios do método, resultando preliminarmente em dez geossítios prioritários para gestão. Além disso, destacam que 57 dos 143 geossítios (com valor científico) do estado de São Paulo, já foram avaliados como detentores de potencial de serem incluídos no inventário do patrimônio geológico nacional.

Além destes dois trabalhos, o inventário do patrimônio geológico de São Paulo serviu de base para diversas pesquisas e publicações, principalmente na vertente do geoturismo com foco ao litoral norte de São Paulo, pelo grupo de pesquisa GeoHereditas, que é o nome do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo do IGc/USP.

- Paraná

O segundo inventário do patrimônio geológico de um estado no Brasil foi desenvolvido no Paraná, contíguo a São Paulo e que determina a divisa entre as regiões Sul e Sudeste. Este inventário também foi produzido no âmbito acadêmico, neste caso em uma tese de doutorado (Xavier, 2022), defendida na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Esta teve o mesmo objetivo com respeito aos valores da geodiversidade, ou seja, identificar durante o processo de ranqueamento os sítios geológicos mais representativos do ponto de vista científico.

Para tanto, Xavier (2022) utilizou os critérios de representatividade, raridade, integridade e grau de conhecimento científico e, por meio de um processo criterioso de levantamento bibliográfico e consulta a especialistas de diversas áreas das Geociências, foram definidas oito categorias geológicas com 192 geossítios potenciais.

Após a organização em um banco de dados específico para o inventário e a aplicação dos critérios, os resultados elegeram 76 geossítios mais representativos do ponto de vista científico, sendo que também foram quantificados os valores educativo e turístico e a vulnerabilidade dos locais (Xavier, 2022). A autora ressalta que:

O primeiro inventário do patrimônio geológico do Paraná deve subsidiar instituições públicas em gestões de geoconservação dos locais eleitos como os melhores registros da história da evolução geológica do estado. O método utilizado, ajustado a condições brasileiras, deve ter boa aplicabilidade em outras unidades da federação, assim contribuirá na elaboração do inventário do patrimônio geológico nacional (Xavier, 2022, p.9).

5.4 LEVANTAMENTO SOBRE A EFETIVIDADE NA APLICAÇÃO DE MÉTODO DE GEOCONSERVAÇÃO EM 157 GEOSSÍTIOS NO BRASIL

Ultrapassado o marco de três décadas desde que surgiu o conceito de geodiversidade (Brilha *et al.*, 2018) é possível afirmar que, ao menos no âmbito acadêmico das geociências, a geoconservação está consolidada como uma disciplina, tal qual a mineralogia e paleontologia. Esta se propõe a conservar e disseminar para a sociedade todos os elementos com valores da geodiversidade superlativos, denominados de geossítios quando abrange apenas um local ou patrimônio geológico quando representa um conjunto de geossítios.

Dado o panorama que já foi exposto neste capítulo, associado às buscas pelas iniciativas de geoconservação no Brasil em legislações e políticas públicas, assim como de pesquisadores nesta temática, foi possível identificar um vasto repertório de publicações sobre inventários de patrimônio geológico no Brasil (Lima, 2008, Pereira, 2010, Romão e Garcia, 2017; SIGEP, 2025; SGB, 2025), bem como sobre iniciativas de geoturismo (Nascimento *et al.*, 2008; Liccardo *et al.*, 2008; Moreira, 2014) e também em atividades de educação em geociências (Rogoski, 2020; Pithan, 2021; Costa *et al.*, 2022).

Entretanto, estratégias completas de geoconservação são praticamente inexistentes, com estudos que indiquem e detalhem a aplicação de todas as etapas de um determinado método de geoconservação em geossítios, seja por instituições governamentais ou até mesmo pesquisas acadêmicas de longo prazo que acompanhem a implementação e gestão de um geossítio. Todas estas etapas são identificadas durante a implementação do geossítio K-Pg Mina Poty, em assessorias à Votorantim Cimentos (Geodiversidade, 2016, Geodiversidade, 2019; Geodiversidade, 2020; ver adiante).

Com isso, com o objetivo de demonstrar esta lacuna, foi realizado um levantamento para registrar uma “fotografia” do cenário brasileiro sobre a efetividade na aplicação de método de geoconservação em geossítios. O intuito foi buscar exemplos e avaliar criticamente, como os geossítios estão sendo gerenciados em

seus processos de uso, ou seja, identificar a existência de execução de processos/programas/procedimentos completos. Com isso buscando entender se estão sendo consideradas todas as etapas de uma estratégia de geoconservação, especificamente em relação à base metodológica de Brilha (2005), a qual é amplamente referenciada no país.

5.4.1 Método utilizado no levantamento

A investigação sobre como o patrimônio geológico brasileiro está sendo gerenciado, englobou geossítios localizados em: i) áreas públicas e áreas privadas (alguns sob regime de concessão); ii) unidades de conservação (UC) – parques nacionais (PARNA), parques estaduais; iii) mineração ativa; iv) territórios de geoparque - Geoparque Mundiais da UNESCO (GMU), Aspirante a GMU e Projetos de GMU. A denominação de Aspirante a GMU caracteriza que a instituição gestora enviou carta oficializando a candidatura à chancela da UNESCO, tendo este território já passado pelo processo de avaliação ou ainda com previsão de ser avaliado. Já os Projetos de GMU são territórios que podem estar em vários estágios de desenvolvimento das ações, porém ainda não oficializaram sua candidatura.

Como base de comparação, em um estudo anterior (Romão e Garcia, 2017), buscou-se um panorama em relação às iniciativas de inventário e quantificação do patrimônio geológico no Brasil, que promove como resultado a identificação de unidades básicas de geoconservação, denominados de geossítios. As autoras analisaram 61 inventários, nos quais também verificaram quais etapas de uma estratégia de geoconservação (Brilha, 2005) os autores propuseram em seus estudos (ver Figura 3).

Este trabalho se propõe a identificar, a partir da análise específica de cada geossítio e não de um conjunto de geossítios inventariados, se existe a aplicação sistemática das etapas de uma estratégia de geoconservação. A base metodológica utilizada é Brilha (2005), cuja ordem sequencial inclui inventário, quantificação, proteção legal, conservação, valorização/divulgação e monitoramento. Além disso, busca-se também identificar se eventuais aplicações destas etapas estão consolidadas em um documento único, direcionado à gestão do geossítio.

O experimento foi realizado por meio da aplicação de um questionário, no segundo semestre de 2023, tendo sido enviado por e-mail para gestores, técnicos e/ou pesquisadores envolvidos nas questões de conservação de cada geossítio. Esse

questionário contém 12 perguntas (APÊNDICE A), sendo que as 11 primeiras consistiram em levantar informações sobre a implementação fragmentada ou de forma sistemática das seis etapas de Brilha (2005). Já a décima segunda pergunta visa identificar a existência de um plano de gestão (Geodiversidade, 2020) específico para o geossítio, que contenha programas com ações, metas e indicadores de mensuração.

Foram convidados a participar 10 geossítios que não fazem parte de territórios de geoparque, localizados nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Norte, sendo que destes, oito responderam. Já em relação aos geossítios inseridos em territórios de geoparques, locais que contemplam grande parte dos geossítios no Brasil, foram convidados cinco GMU, dois Aspirantes a GMU e três Projetos de GMU (situações em que se encontravam na época da aplicação do questionário). Localizados nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, dos dez territórios, sete responderam as questões.

O universo amostral obtido foi de 157 geossítios, sendo que 149 estão inseridos no âmbito de territórios de geoparques, conforme a distribuição regional e por Unidades da Federação (UF) ilustrada na Figura 4. Além disso, todas as respostas podem ser visualizadas no APÊNDICE A.

5.4.2 Resultados do levantamento

A Tabela 1 apresenta a distribuição geográfica e os tipos de governanças dos 157 geossítios brasileiros, nos quais foi aplicado o questionário sobre as iniciativas de geoconservação. A análise das respostas obtidas tem o recorte de 149 geossítios inseridos no contexto de geoparques e oito situados fora destes territórios, incluindo desde áreas de mineração ativa até parques.

Figura 4 - Geossítios, Geoparques Mundiais da UNESCO (GMU), Aspirantes a GMU e Projetos de GMU que responderam aos questionários sobre etapas de uma estratégia de geoconservação

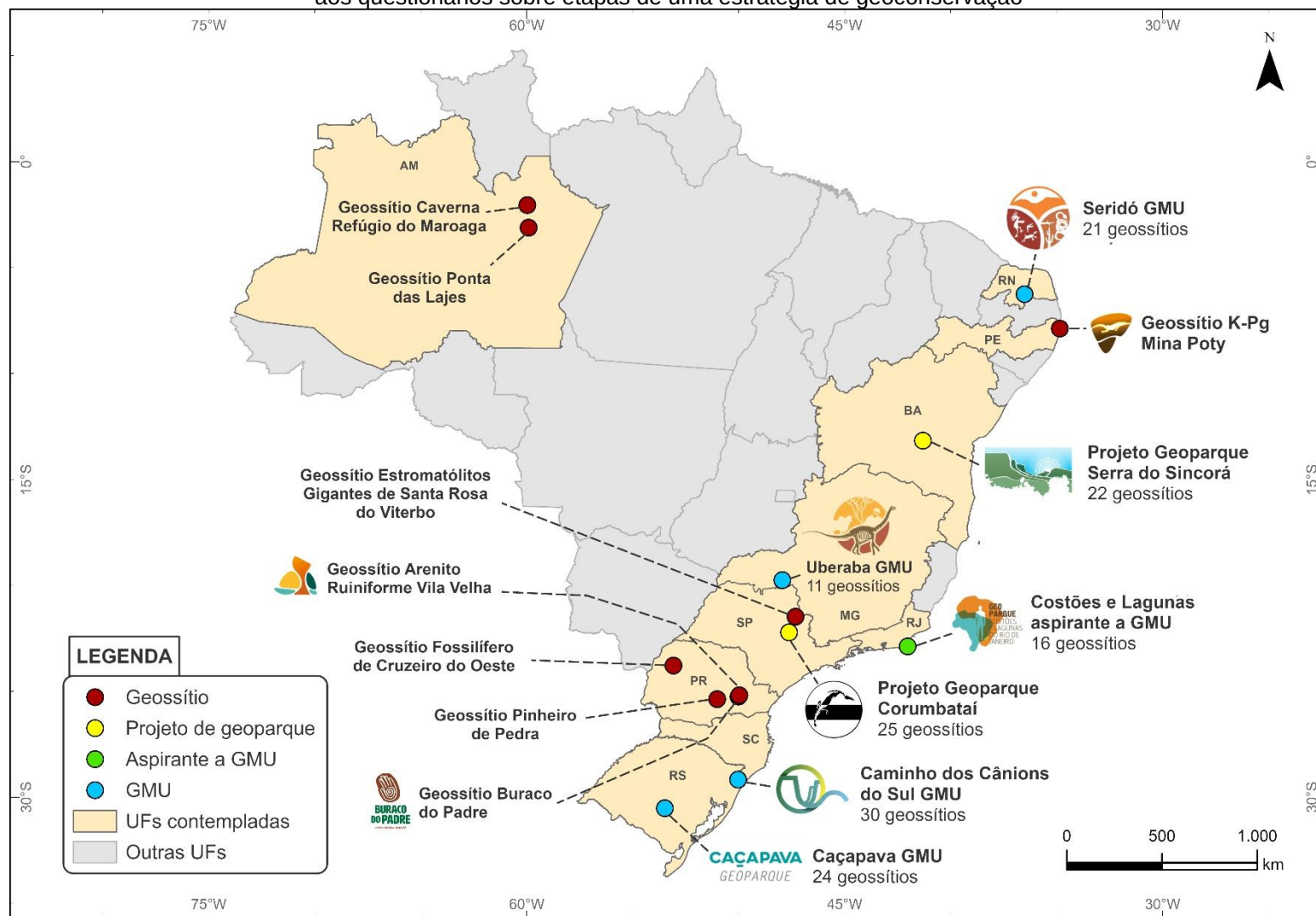


Tabela 2 - Distribuição geográfica e tipo de governança dos 157 geossítios analisados

Nº de geossítios	Estado(s)	Localização
1	PR	Parque Estadual de Vila Velha Geossítio Arenito ruiforme carbonífero Vila Velha
1	PR	Parque de Natureza Buraco do Padre/PARNA dos Campos Gerais Geossítio Buraco do Padre
1	AM	Área municipal Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga
1	SP	Mineração ativa da empresa pH7 Mineração de Calcário Geossítio Estromatólitos Gigantes de Santa Rosa do Viterbo
1	PR	Área municipal Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste
1	PE	Mineração ativa da empresa Votorantim Cimentos Geossítio K-Pg Mina Poty
1	PR	Área municipal Geossítio Pinheiro de Pedra
1	AM	Área federal Geossítio Ponta das Lajes
16	RJ	Costões e Lagunas Aspirante a GMU **
24	RS	Caçapava GMU
30	RS e SC	Caminhos dos Cânions do Sul GMU
21	RN	Seridó GMU
11	MG	Uberaba GMU *
25	SP	Projeto Geoparque Corumbataí
22	BA	Projeto Geoparque Serra do Sincorá

Fonte: o autor

Nota:

* - este território era Aspirante a GMU no momento das respostas

** - este território era Projeto de GMU no momento das respostas

Vislumbrando facilitar a identificação e o detalhamento da execução do método e suas respectivas etapas na estratégia de geoconservação, os resultados obtidos foram agrupados em quatro itens, ordenados de acordo com a base metodológica aplicada nas 12 perguntas presentes no questionário (APÊNDICE A).

- **Inventário**

O inventário do patrimônio geológico (IPG) é a etapa basilar para as ações de geoconservação, sendo aplicado por métodos com análises qualitativas e quantitativas (Brilha, 2005).

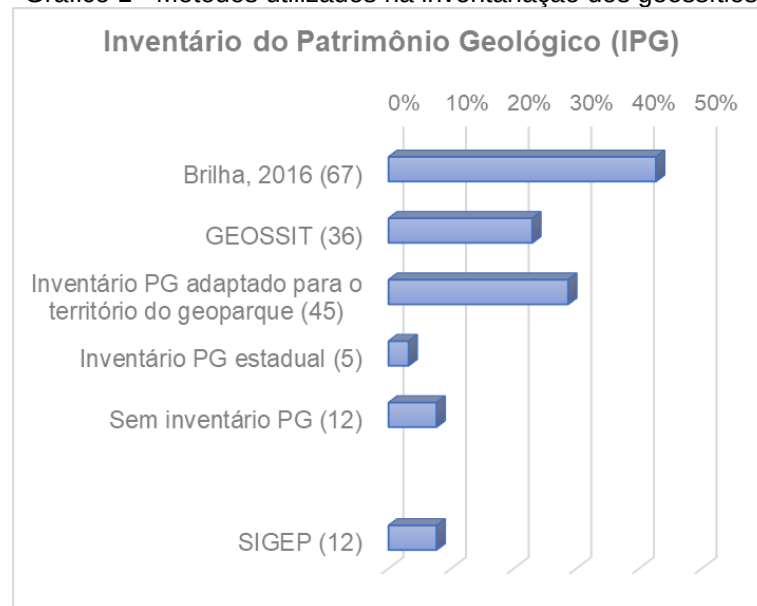
Nos quatro tipos de métodos reportados (Gráfico 1), Brilha (2016) foi executado em 43% dos geossítios (67), seguido de 23% pelo aplicativo GEOSSIT (36; ver tópico 5.2.1), uma plataforma *on-line* gerenciada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2025). Há inventários que utilizam métodos de base e fazem adaptações específicas na seleção de geossítios para territórios de geoparque, os quais totalizaram cerca de 25% (45). Outros cinco geossítios, representando 3% dos 157 analisados, foram identificados nos IPG dos estados de São Paulo e Paraná, realizados no âmbito acadêmico, em projeto de pesquisa e tese de doutorado, respectivamente.

No Caminhos dos Cânions do Sul GMU (7) e no Projeto Geoparque Corumbataí (4), onze geossítios têm atividades e iniciativas de geoconservação, entretanto não tinham sido submetidos a método de IPG. Esse também é o caso do geossítio Ponta das Lajes, situado às margens do rio Negro em Manaus/AM, o qual tem somente a publicação na SIGEP, especificamente no Volume III, nº 54 (SIGEP, 2025). Além da Ponta das Lajes, outros 11 geossítios publicados pela SIGEP foram indicados na pesquisa, representando 8% de todos os que foram analisados.

Os valores da geodiversidade (Gray, 2004; Brilha, 2005; Crofts *et al.*, 2022) são fundamentais no IPG, pois incidem diretamente no público e medidas de gestão durante o uso. Na expressiva maioria (83%), foi atribuído o valor turístico (Gráfico 2), tendo na sequência o valor educativo (69%) e o valor científico (64%) como os mais identificados nos geossítios. Esses três valores são verificados nos métodos de Brilha (2016) e GEOSSIT, o que não acontece com o valor cultural atribuído a 23% e o valor geossistêmico que totalizou 29% dos geossítios, sendo estes exclusivamente inseridos em territórios de geoparque.

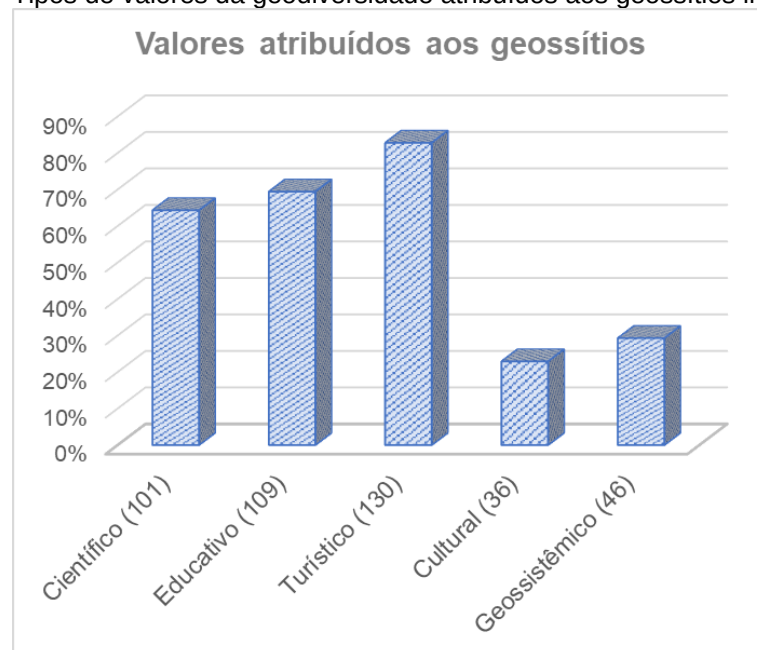
Já sobre o tempo de uso de cada geossítio, considerando os valores atribuídos, o quantitativo foi: i) 57% mais de 20 anos (89); ii) 22% entre 20 e 10 (34); iii) 8% entre 10 e 5 (13); iv) 11% menos de 5 anos (17); e v) 3% sem informações (4). Um exemplo de uso superior a 20 anos é o geossítio Arenito ruiforme carbonífero Vila Velha, situado no Parque Estadual de Vila Velha/PR, criado em 12 de outubro de 1953 (Piekarz, Pontes Filho e Pinheiro, 2014; Melo, 2004) para conservar suas formações geológicas e possivelmente um dos mais emblemáticos geossítios do Paraná.

Gráfico 1 - Métodos utilizados na inventariação dos geossítios



Fonte: o autor

Gráfico 2 - Tipos de valores da geodiversidade atribuídos aos geossítios inventariados



Fonte: o autor

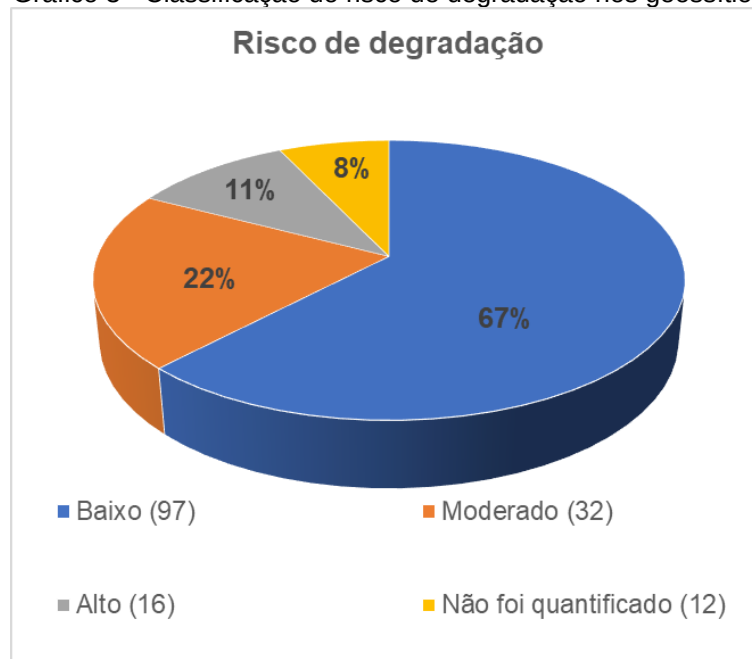
Outra informação advinda dos IPG é o regime de propriedade, que no recorte deste estudo apresentou 55% dos geossítios em área privada, 45% em área pública. Os territórios de geoparques possuem 82 geossítios em área privada, 63 em área pública e outros oito em regime de concessão. Há aqui duas diferenças significativas, o Projeto Geoparque Serra do Sincorá (BA), onde 20 dos 22 geossítios considerados estão em áreas públicas (PARNA da Chapada Diamantina) e Caçapava GMU, em que dos 24 geossítios, 22 se localizam em áreas privadas, um em área pública e um está

sob concessão. Ainda sobre esta última modalidade, do total dos geossítios analisados, 6% estão sob algum tipo de regime de concessão.

- **Conservação**

O geossítios apresentam ameaças naturais (fragilidades) e antrópicas (vulnerabilidades), normalmente materializadas e quantificadas no risco de degradação, sendo que entre os 157 geossítios (Gráfico 3), em 12 deles esse risco não foi quantificado. Com isso, para os 145 demais, em 97 geossítios, o que representa cerca de 67%, a quantificação foi de baixo risco, tendo outros 32 como moderado e 16 com risco alto de degradação. Como exemplo deste último conjunto, o geossítio K-Pg Mina Poty possui ameaças das intempéries e do Pinheiro de Pedra, que além desta fragilidade, também estava exposto à coleta indevida de fragmentos dos lenhos fósseis.

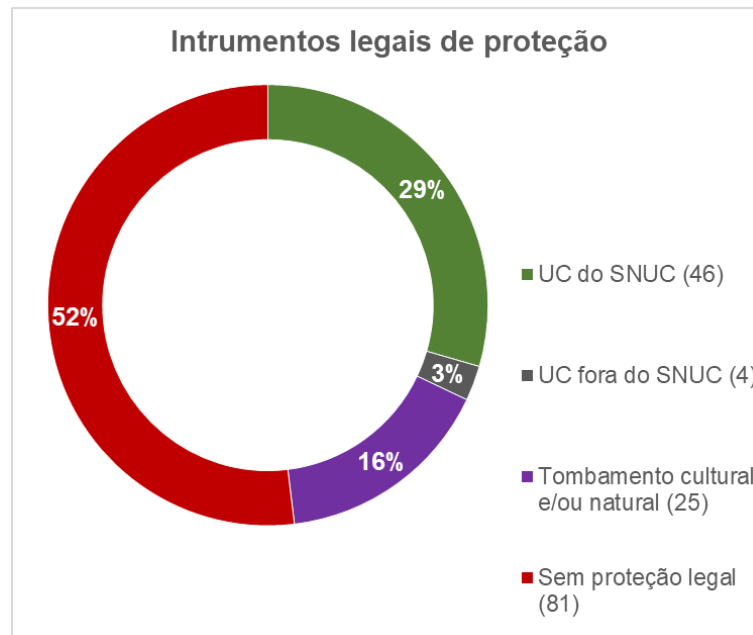
Gráfico 3 - Classificação do risco de degradação nos geossítios



Fonte: o autor

A presença de instrumentos legais de proteção pode ser considerada um fator indireto de conservação, uma vez que com apenas o amparo de uma lei ou decreto, uma área protegida não salvaguarda totalmente o patrimônio geológico. No Gráfico 4 é possível verificar que 52% dos geossítios não apresentam qualquer tipo de instrumento legal de proteção, 29% estão situados dentro de Unidades de Conservação (UC) no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e 16% estão sob o regime de tombamento (Fotografias 1 e 2).

Gráfico 4 - Panorama dos geossítios que possuem instrumentos legais de proteção



Fonte: o autor

Fotografia 1 – Infraestrutura (cerca) e painel sem manutenção no Sítio Geológico Estrias Glaciais de Witmarsum, tombado em 2008



Fotografia 2 - Patrimônio geológico ameaçado e sem medidas de conservação (mesmo geossítio da fotografia anterior)



Fonte: Oliveira, P. C. S., 2021

Há também geossítios inseridos em áreas que não fazem parte do SNUC (3%), como parques privados e/ou parques municipais, como por exemplo, o Parque da Guarita (Caminhos dos Cânions do Sul GMU), classificado como área de interesse turístico, paisagístico, histórico e cultural. Ainda, entre aqueles que apontaram não possuir instrumentos legais de proteção, três geossítios (2%) estão com processo em andamento para a obtenção.

O geossítio Buraco do Padre (furna/caverna) apresenta uma condição única entre os geossítios analisados. Além de estar inserido no PARNA dos Campos Gerais/PR, uma vez que não existe processo de desapropriação, o local é gerido pelo proprietário no âmbito de um parque privado, com nome fantasia de Parque de Natureza, desenvolvendo atividades de conservação, educação ambiental e turismo.

Um fator que pode auxiliar bastante nas questões de conservação é o acúmulo de conhecimento técnico e científico nos geossítios. Em relação aos resultados identificados em territórios de geoparques, 94 (63%) dos 149 que foram indicados possuíam dissertações, teses ou artigos anteriores ao uso como geossítio.

Isso provavelmente está relacionado ao fato de alguns inventários de geoparques estarem vinculados a dissertações e/ou teses, bem como ao uso superior a 20 anos, determinados em 86 geossítios. Já em 55 geossítios o detalhamento do patrimônio geológico foi somente durante os métodos de IPG.

A predominância de estudos anteriores também se repete para os geossítios fora de territórios de geoparques, pois sete indicaram a presença, o que ratifica o alto número de publicações na SIGEP. Para esses geossítios também foram indicados relatórios técnicos de geoconservação, naqueles que estão inseridos dentro de áreas de mineração.

A Tabela 2 apresenta o quantitativo de aplicação de técnicas de conservação nos geossítios, as quais estão diretamente relacionadas a fatores intrínsecos do patrimônio geológico, ligados à fragilidade e/ou vulnerabilidade do material geológico (ex. fósseis, minerais, rochas, etc.).

Na Fotografia 3 é demonstrado um exemplo de técnica de conservação, a qual consiste na cobertura do afloramento, bem como o disciplinamento (ex. canaletas ou tubulações) de águas pluviais para evitar erosões ou recobrimento de exposições geológicas.

Tabela 3 - Técnicas de conservação / manejo aplicadas nos geossítios devido às suas fragilidades, vulnerabilidades e potencial uso

Tipo da técnica sugerida / enviada	nº de geossítios aplicados	Porcentual em relação total (157)
Contenção geotécnica em casos de seções propícias à movimentos de massa (deslizamentos, queda de detritos, etc.)	9	6%
Disciplinamento (ex. canaletas) de águas pluviais para evitar erosões ou recobrimento de exposições geológicas	7	4%
Cobertura do elemento da geodiversidade de interesse para proteção das intempéries	1	0,6%
Remoção de vegetação em exposições geológicas	9	6%
Salvamento paleontológico à medida que o geossítio seja erodido	6	4%
Restrições ao número de pessoas e/ou período em que o geossítio fica aberto ao público	41	26%
Remoção de ações antrópicas, como pichações em exposições geológicas	26	17%
Cerca para proteção com vigilante	1	0,6%
Proteção da Polícia Federal	1	0,6%

Fonte: o autor

Fotografia 3 - Infraestrutura de cobertura e tubulações para disciplinamento de água pluvial, como técnicas de conservação no Geossítio fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste/PR

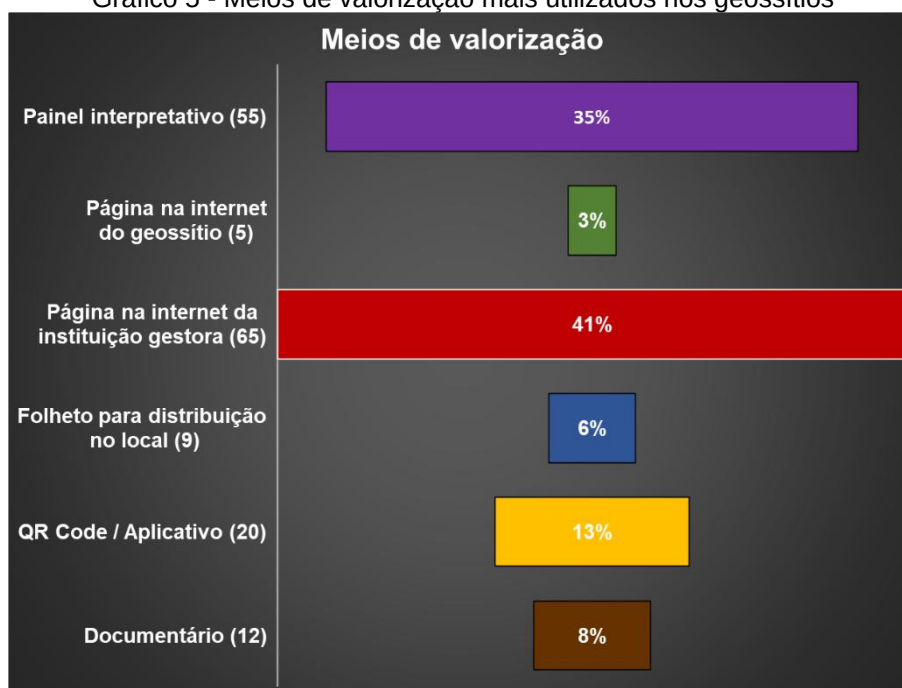


Fonte: Sant'ana, L. C. F., 2023

- **Valorização e Divulgação**

A valorização de um geossítio inclui os meios interpretativos que serão proporcionados aos visitantes em relação ao patrimônio geológico, mas também sobre a biodiversidade, cultura, serviços geossistêmicos e etc. O levantamento identificou (Gráfico 5) que pouco mais de um terço (35%) dos 157 geossítios possuem painéis interpretativos no local, assim como 6% têm folhetos para distribuição. Já em ambiente virtual, ainda em relação a todos os geossítios analisados, os materiais de valorização estão presentes em 41% das páginas da internet das instituições gestoras. Todavia, apenas 3% possuem uma página na internet específica para o geossítio. Outros meios digitais de valorização apontados foram o *QR Code* com acesso a aplicativos com 13% e, por fim, em audiovisual, 12 geossítios (8%) do Projeto de GMU Corumbataí fizeram parte de um documentário, o qual está disponível em: Parte 1 (https://youtu.be/03NFd_akwxo) e Parte 2 (<https://youtu.be/LJu-0OXKm-M>).

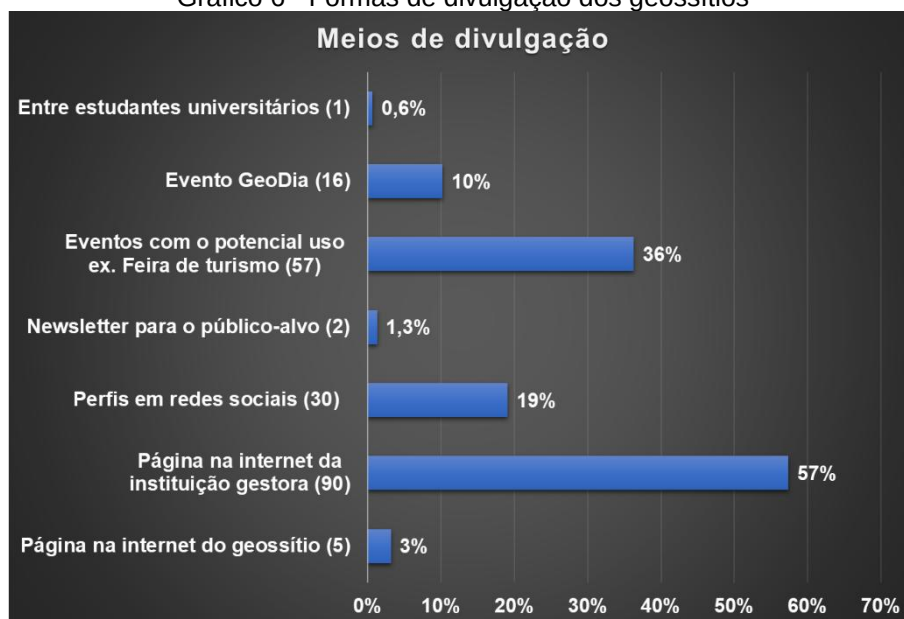
Gráfico 5 - Meios de valorização mais utilizados nos geossítios



Fonte: o autor

A divulgação de um geossítio caminha junto com as iniciativas de valorização, porém com o foco em atrair visitantes de acordo com os valores da geodiversidade e o respectivo público-alvo, bem como publicizar nas mais diversas mídias as atividades e ações desenvolvidas no local. A forma mais comum de divulgação apontada (Gráfico 6) foi em ambiente digital, inserida na página da internet da instituição gestora, o que representou 57% dos geossítios.

Gráfico 6 - Formas de divulgação dos geossítios



Fonte: o autor

Ainda no formato virtual, 19% dos 157 geossítios possuem exposição de conteúdo em perfis nas redes sociais. Já no contato pessoal, as feiras de turismo representaram 36%, demonstrando ser um meio comum de divulgação, principalmente em geossítios localizados em território de geoparque (54), assim como eventos específicos de geociências, como o GeoDia, apontado em 16 geossítios (10%) do Costões e Lagunas Aspirante a GMU. Outras formas de divulgação pouco desenvolvidas foram citadas, como boletins informativos (*newsletters*) para o público-alvo (1,3%) e a divulgação informal entre discentes e/ou docentes relacionada a aulas de campo (0,6%), apontado pelo geossítio Estromatólitos Gigantes de Santa Rosa do Viterbo.

- **Monitoramento e Gestão**

Os resultados das duas últimas questões do questionário tratam de assuntos diretamente relacionados ao manejo do patrimônio geológico. Isso porque, durante as atividades de monitoramento, são levantados dados e indicadores que perpassam desde as questões de conservação até aquelas ligadas diretamente ao uso, como na valorização e divulgação. A Tabela 3 apresenta os resultados da aplicação da etapa de monitoramento, o que demonstra um índice reduzido, uma vez que nenhum dos critérios/indicadores sugeridos ou apontados ultrapassaram 20% do total dos 157 geossítios analisados.

Tabela 4 - Quantitativo de aplicação da etapa de monitoramento nos 157 geossítios

Critérios de monitoramento sugerido / enviado	nº de geossítios aplicados	Porcentual em relação total (157)
Técnicas de conservação	29	18%
Número do público que utiliza	12	8%
Número do público que visita a página na internet	6	4%
Número do público que interage nas redes sociais	27	17%
Trabalhos científicos e/ou outros sobre o geossítio	3	2%

Fonte: o autor

Buscou-se identificar se cada geossítio e/ou eventualmente um grupo gerido por uma mesma instituição possui um documento, denominado de plano de gestão, que fosse específico para tratar e consolidar todas as atividades, ações, metas e indicadores resultantes da aplicação das etapas do método de geoconservação.

No levantamento realizado, apenas um geossítio, o K-Pg Mina Poty (Geodiversidade, 2019; Geodiversidade, 2020), possui um documento desta natureza, com ênfase em geoconservação. A implementação da estratégia de geoconservação neste geossítio consistiu na participação dos dois pesquisadores que propuseram o geossítio na SIGEP (Albertão e Martins Jr., 2006), Gilberto Athayde Albertão e Paulo Pereira Martins Jr., assim como as instituições Votorantim Cimentos (gestora da área), Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda. (assessoria em geoconservação), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e o Ministério Público Federal de Pernambuco (MPF-PE) (Votorantim, 2024), esta última a instituição em que se pode acessar o relatório de final da implementação do geossítio

No levantamento realizado, apenas um geossítio, o K-Pg Mina Poty (Geodiversidade, 2019; Geodiversidade, 2020), possui um documento desta natureza, com ênfase em geoconservação. Outras formas de gestão foram apontadas, como menções ao patrimônio geológico no âmbito de Planos de Manejo de UC, como no caso do geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha, situado em um parque estadual.

Além disso, foram citados planos de gestão genéricos no âmbito da geoconservação, que abrangem de alguma forma os geossítios, sendo estes inseridos em planos de gestão gerais das instituições, normalmente aplicados em territórios de geoparque.

5.4.3 Discussão e conclusões do levantamento

- **Inventário**

Entre os 157 geossítios pesquisados, cerca de dois terços foram inventariados segundo a mesma base metodológica, com 43% na aplicação direta do método de Brilha (2016) e 23% inseridos na quantificação via plataforma GEOSSIT (SGB, 2025). Esses métodos de inventário têm como destaque e enfoque o valor científico, mas quantificam também o potencial uso dos valores educativo e turístico. No caso do GEOSSIT, ainda são classificados enquanto sua relevância (regional/local, nacional ou internacional), sem abordar os valores culturais e geossistêmicos.

Isso também acontece com os inventários estaduais, o que acaba restringindo a identificação, valorização, conservação e gestão de geossítios que possuem vínculos identitários com as comunidades, no caso dos culturais (ex. cavernas com fins religiosos). Deixam também de evidenciar serviços relevantes da geodiversidade para a sociedade, no âmbito dos geossítios com valor geossistêmico (ex. parques em antigas áreas de mineração com fins de contenção de inundações). Esse fato demonstra uma lacuna em processos de inventariação e quantificação dos geossítios analisados.

Chama a atenção também o fato de que 11 geossítios (7%) inseridos em territórios de geoparque não passaram por método de inventário. Isso significa que esses locais foram escolhidos, e que de certa forma já fazem parte de uma estratégia maior de conservação do patrimônio geológico. Entretanto não executaram o passo inicial e fundamental do processo de geoconservação, no qual são obtidas informações essenciais como o tipo de propriedade, ameaças e o respectivo risco de degradação, público-alvo, etc.

Outro fator que merece destaque diz respeito ao relato do gestor de um dos geossítios do Paraná, pois este afirmou que não tinha conhecimento que o seu geossítio fazia parte e/ou havia sido classificado no inventário de patrimônio geológico estadual, demonstrando a falta de comunicação dos resultados entre os responsáveis pelos estudos e o gestor do geossítio.

- **Conservação**

Um dos fatores que podem estar relacionados ao baixo risco de degradação (67%), e que eventualmente pode diminuir a preocupação com técnicas de conservação, está na natureza de geossítios geomorfológicos de dimensões muito grandes, como montanhas ou cachoeiras. É possível se estabelecer uma falsa

percepção de “robustez” se não forem avaliadas todas as ameaças que podem impactar esses geossítios, como cachoeiras impactadas por pequenas centrais hidrelétricas (PCH) ou mirantes, com obstrução e/ou encobrimento pela vegetação, comprometendo o reconhecimento de feições geomorfológicas.

O resultado do levantamento aqui em discussão, deixa explícito o baixíssimo índice de geossítios que aplicam técnicas de conservação que visam salvaguardar diretamente o elemento da geodiversidade caracterizado como patrimônio geológico. Em apenas 6%, ou seja, nove geossítios, foi identificado a execução de ações como: i) contenção geotécnica em casos de seções propícias a movimentos de massa (deslizamentos, queda de detritos, etc.); ii) disciplinamento de águas pluviais (por exemplo, canaletas) para evitar erosões ou recobrimento de exposições geológicas; iii) cobertura do elemento da geodiversidade de interesse para proteção das intempéries; iv) remoção de vegetação em exposições geológicas; e v) salvamento paleontológico à medida que o geossítio seja erodido.

Estes resultados corroboram o levantamento de Romão e Garcia (2017), sobre a etapa de conservação de Brilha (2005) não ser considerada nos 61 estudos que foram analisados pelas autoras. E também reflete a falta de legislações e políticas públicas em relação à geoconservação. O cenário identificado acende um alerta e desperta uma questão. Os outros 94% dos geossítios estão sendo utilizados, mas e a sua conservação está sendo garantida para a continuidade do uso e potenciais benefícios das próximas gerações?

Outro fator crítico em relação a conservação é a falsa sensação de proteção por geossítios estarem localizados em áreas protegidas, o que acaba influenciando na quantificação de risco baixo de degradação. Entretanto, um geossítio fazer parte de uma área protegida, independentemente de estar inserida no SNUC, bem como amparado por decreto de tombamento, não elimina o risco de degradação. Se as medidas efetivas não forem tomadas em relação ao cuidado no uso (capacidade de carga) e/ou na aplicação de técnicas específicas diante do material geológico a ser conservado, ações que degradam o patrimônio, sejam estas naturais e/ou antrópicas, poderão ocorrer.

Um bom exemplo de que somente a existência de um instrumento jurídico não conserva o patrimônio geológico é apresentado (Fotografias 1 e 2) no geossítio Estrias Glaciais de Witmarsum (Xavier, 2022), o qual não fez parte do levantamento dos 157 geossítios analisados. Todavia, este exemplo foi escolhido para demonstrar que,

mesmo tendo sido tombado em 2008 pela Coordenação do Patrimônio Cultural do Paraná [CEPHA] (2025), fica evidente a falta de gestão e conservação dos elementos relevantes da geodiversidade e demais infraestruturas. Este fato tem um agravante, pois se trata de um geossítio simbólico para o Paraná, onde foi instalado o primeiro painel interpretativo do Projeto Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná (Liccardo, Piekarz e Salamuni, 2008), promovido pelo extinto serviço geológico do estado, a MINEROPAR.

Em maio de 2024 foi realizado pelo SGB Núcleo-PR o I Workshop do Patrimônio Geológico do Paraná, sendo que a atividade de campo contemplou uma visita técnica (Fotografias 4 e 5) ao geossítio Estrias Glaciais de Witmarsum. Nesta oportunidade, houve a participação de pesquisadores e servidores de diversas instituições e empresas, incluindo o órgão ambiental do Paraná, o Instituto Água e Terra (IAT), bem como de representantes de uma cooperativa local, responsável pela manutenção básica do sítio (manejo da vegetação, piso, cerca e a área de estacionamento).

Fotografia 4 - Vista do geossítio em maio de 2024, com cercas novas em relação a 2021 (ver Fotografias 1 e 2)



Fonte: o autor

Fotografia 5 - Ausência de disciplinamento de águas pluviais no geossítio, em maio de 2024



Fonte: o autor

O autor desta pesquisa também participou e presenciou a discussão sobre a necessidade do entendimento dos limites de propriedade e de gestão da área, sendo que representantes do IAT mencionaram a possibilidade de executar um levantamento topográfico planialtimétrico, para identificar os responsáveis pela área e as respectivas matrículas dos terrenos.

Em novembro de 2024, em uma atividade de campo da disciplina Geodiversidade e Geoconservação, no âmbito desta pesquisa no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, foi possível retornar ao geossítio e identificar a presença de estacas/piquetes (Fotografia 6), possivelmente relacionado ao levantamento topográfico sugerido em maio de 2024. Porém, de acordo com a informação oficial do IAT, obtido via consulta no e-protocolo, o órgão não realizou atividades no local, não sendo responsável pelas estacas identificadas.

Além disso, em comparação com o que foi observado em 2021, a cerca que separa a área do painel interpretativo do patrimônio geológico (estrias glaciais) foi trocada. Entretanto, não foi observado avanços no disciplinamento de águas pluviais (Fotografia 7) e na manutenção ou troca do painel interpretativo, claramente com sua estrutura de madeira e impressão das ilustrações desgastados pelas intempéries (Fotografias 8 e 9).

Fotografia 6 - Piquetes/estacas no geossítio (novembro de 2024), indicando a execução de levantamento topográfico



Fonte: o autor

Fotografia 7 – Acúmulo de água pluvial nas margens do pavimento estriado, demonstra falta de disciplinamento da drenagem das águas pluviais



Fonte: o autor

Fotografia 8 – Painel interpretativo completamente manchado na área de impressão dos textos explicativos e ilustrações



Fonte: o autor

Fotografia 9 – Painel interpretativo bilíngue, com a estrutura de madeira e ilustrações necessitando de manutenção e/ou troca



Fonte: o autor

• Valorização e Divulgação

Uma vez que os geossítios já estejam sendo usufruídos, os meios que são utilizados com o objetivo de valorizar e divulgar o(s) patrimônio(s) é primordial, com o intuito que sejam atingidos os objetivos de disseminação do conhecimento geocientífico e a importância dos valores da geodiversidade para a sociedade.

Os painéis interpretativos representam uma forma direta desta valorização com o público, isso porque as informações podem ser acessadas durante a experiência de visitação, contemplando detalhes e ilustrações dos processos e produtos do patrimônio geológico, bem como as interações com outros tipos de patrimônio natural e/ou cultural. Além disso, é salutar e muito importante informar ao público que está visitando um local com patrimônio geológico e com a denominação de “geossítio” (Fotografia 10), assim como, quando necessário deixar claro os limites do geossítio e eventuais normas de sua utilização (Fotografia 11).

No recorte de 157 geossítios brasileiros, mais de 60% não possuem painéis interpretativos, o que demonstra uma fragilidade, principalmente se associado com o quantitativo de outras formas de valorização digital. Apenas quatro geossítios têm páginas próprias e específicas na internet, uma ferramenta que pode abrigar um repositório de estudos técnicos, científicos e informações gerais e os benefícios sobre o processo de geoconservação em curso.

Fotografia 10 - Geossítio Pinheiro de Pedra com placa indicativa de geossítio, nos padrões para atividades de turismo e de patrimônio natural



Fonte: o autor

Fotografia 11 - Detalhe de placa instalada na área do Geossítio K-Pg Mina Poty, inserido em setor de mineração ativa, com orientações para empregados e visitantes



Fonte: Geodiversidade, 2019

Em consonância com a valorização, as ferramentas de divulgação precisam ser estratégicas. Não somente com o intuito de conseguir um maior número de visitantes e usuários, mas para que também se conquiste a sensibilização para a proteção e integração dos elementos abióticos em um contexto integrado de natureza, ratificando

suas intrínsecas relações com a biodiversidade e a cultura da comunidade do entrono do geossítio.

Nota-se, pelos resultados deste levantamento, que a inserção da divulgação dos geossítios nas páginas da internet da instituição gestora pode gerar uma alavanca para que seus objetivos sejam alcançados. Isso já ocorre em cerca de 57% dos geossítios, o que proporciona a oportunidade de veiculação de conteúdos com uma temática inovadora e ligada à sustentabilidade, como no caso das empresas de mineração (Votorantim, 2024) no âmbito do conceito de estratégia Ambiental, Social e de Governança (ASG).

Surpreende um número abaixo de 20% de geossítios com perfis nas redes sociais, considerando o apelo e a grande amplitude de engajamento que estas mídias atingem atualmente. Merece destaque o Projeto Geoparque Corumbataí, que reportou perfis em redes sociais de 13 geossítios, o que representa cerca de 43% do total de 30 geossítios que possuem essa ferramenta. Já entre os geossítios que não estão inseridos em territórios de geoparque, três não têm perfis, sendo os geossítios K-Pg Mina Poty, Estromatólitos Gigantes de Santa Rosa do Viterbo e o Pinheiro de Pedra. Já alguns geossítios não possuem perfis próprios, mas são divulgados nas redes sociais das instituições gestoras.

Já em um contexto presencial, as feiras de turismo são responsáveis por mais de um terço da divulgação de geossítios. Estas se dão essencialmente ligadas aos territórios de geoparque, tendo em vista que o geoturismo é uma das ferramentas da geoconservação mais incentivada, com o objetivo de fomentar a economia local. Como exemplo, nas Fotografias 12 e 13 é possível observar a participação do Seridó GMU em feiras de turismo com abrangência nacional e internacional.

Apesar de não ter sido citado nas respostas, eventos técnicos e científicos, sejam específicos sobre o patrimônio geológico (Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico), bem como aqueles que possuem seções temáticas (Congresso Brasileiro de Geologia), são momentos de ampla divulgação das atividades realizadas nos geossítios.

Fotografia 12 – Estande próprio do Seridó GMU na Feira dos Municípios e Produtos Turísticos do Rio Grande do Norte (FEMPTUR)



Fonte: Seridó GMU (2024)

Fotografia 13 – Equipe do Seridó GMU na Feira de Turismo de Lisboa (FITUR), em Portugal, inserido no estande do estado do Rio Grande do Norte



Fonte: Seridó GMU (2024)

• Monitoramento e gestão

Sendo a geoconservação, por definição, um instrumento de gestão do patrimônio geológico, uma ação fundamental é constituída pelo monitoramento sistemático das etapas do processo que compõe esse gerenciamento. O número de geossítios identificados no levantamento que executam procedimentos de monitoramento, ligados ao manejo e salvaguarda dos elementos com valores superlativos da geodiversidade, bem como no processo de uso, é significativamente baixo.

Isso porque, em nenhuma das opções sugeridas no questionário, o percentual de aplicação desta etapa de geoconservação ultrapassou 18%, o que significa que o máximo de geossítios monitorados em um determinado critério foi de 29, sendo este no âmbito das técnicas de conservação. Um dos geossítios que reportou executar monitoramento em técnicas de conservação foi o K-Pg Mina Poty (Fotografia 14), em relação aos processos erosivos comumente deflagrados nos períodos sazonais de alta pluviosidade que ocorrem na região de Paulista/PE.

Este resultado também se traduz, ou ratifica por outro dado, aquilo que diz respeito à existência de um plano de gestão específico para consolidar todas as etapas de uma estratégia de geoconservação e consequentemente reger a administração de um geossítio, pois entre os 157 locais pesquisados, apenas um reportou possuir este documento.

Fotografia 14 – Detalhe de monitoramento de processos erosivos no geossítio K-Pg Mina Poty



Fonte: Geodiversidade, 2020

Conforme mencionado anteriormente, há uma quantidade razoável de publicações sobre inventários do patrimônio geológico, geoturismo e educação em geociências. Por outro lado, de acordo com os resultados obtidos neste levantamento, praticamente não foi observado nos geossítios pesquisados a implementação sistemática das etapas de uma estratégia de geoconservação, o que provavelmente ratifica a lacuna de conhecimento sobre pesquisas e estudos nesta temática.

Com base no exposto, esse cenário cria uma falsa realidade que os geossítios estão sendo protegidos e conservados, apenas com iniciativas explicitamente relacionadas ao uso, ou seja, turística e/ou educativa. Porém, outras ações que deveriam estar integradas ao uso, como a conservação do material geológico, segurança do visitante, qualidade dos materiais interpretativos, mensuração de público, quantidade atingida (fisicamente ou virtualmente) pelo conteúdo geocientífico, etc., acabam sendo negligenciadas ou não tendo a devida atenção. Isso conduz à dificuldade de mensurar resultados, ou seja, os benefícios para a sociedade, os quais

poderiam ser correlacionados e integrados a métricas que demonstram as aplicações das metas e objetivos do desenvolvimento sustentável, bem como nas iniciativas de ASG das instituições gestoras dos geossítios.

6 PERSPECTIVAS PARA CONTINUIDADE DA PESQUISA

Com a migração desta pesquisa para uma tese de doutorado (ver Capítulo 3), o conteúdo para a defesa da dissertação precisou ser readequado, ou seja, passou por mudanças principalmente no que diz respeito ao volume e a forma do conteúdo.

Com a remoção de três dos dez capítulos previstos inicialmente, neste momento, as perspectivas de continuidade da pesquisa partem destes conteúdos que foram suprimidos, os quais consistem em três argumentos que se conectam com o contexto desta dissertação.

De forma sintética, os argumentos mencionados tratam da proposta de um novo método de estratégia de geoconservação, com o intuito de aproveitar a significativa quantidade de geossítios já inventariados e com etapas/iniciativas de geoconservação em andamento no Brasil. Este novo método, Estratégia de Geoconservação Escalável (Vargas e Guimarães, 2024), indica a necessidade e importância de consolidação das etapas desenvolvidas em um plano de gestão, com programas para o seu desenvolvimento, com plano de ação e metas.

O segundo argumento se conecta lançando luz em um, dos diversos setores estratégicos que podem tirar do papel este novo método de estratégia de geoconservação. Trata-se do setor da mineração, fundamental para a sociedade e, provavelmente é um dos que mais expõe e utiliza a geodiversidade. No entanto, negligencia quase que totalmente os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico, geossítio e geoconservação. Desta forma, deixa com isso de aproveitar um enorme potencial de desenvolver ações no âmbito das políticas de sustentabilidade (ASG e 17 ODS).

Por fim, o terceiro argumento direciona o setor da mineração com os municípios. Isso porque qualquer operação de extração mineral está envolvida com pelo menos um município, sendo que em casos de operações maiores, envolvem muitos. No Brasil existem vários exemplos de aproveitamento de antigas áreas de mineração, algumas que já são utilizadas no âmbito da geoeducação e geoturismo, como a Parque Municipal do Varvito (Itu/SP) e a Mina Brejuí (Currais Novos/RN), geossítio de relevância internacional do Seridó GMU. Além destes, Curitiba tem um enorme potencial em desenvolver geoconservação em seus parques urbanos, pois existem 10 áreas protegidas que tiveram atividades minerais em suas áreas, entre aqueles com maior destaque, a Pedreira Paulo Leminski, Ópera de Arame e Parque Tanguá.

Assim, uma vez que sejam implementados geossítios com o novo método, ou de forma completa com outros existentes, em minerações ativas e/ou desativas, em sinergia e governança com município, poderão ser criadas bons exemplos e boas práticas de sustentabilidade. Isso pode culminar com a implantação de políticas públicas e legislações para a geoconservação, seja em nível municipal, estadual ou até mesmo federal, pois como foi exposto nesta dissertação, são raras as políticas públicas e legislações neste tema.

7 CONCLUSÃO

Como resultado do expressivo aumento no consumo de recursos naturais promovido pela humanidade nas últimas cinco décadas, avançam os estudos técnicos e científicos que apontam para um cenário com consequências catastróficas em nível global, exemplificados em alterações climáticas e extinção em massa de espécies. Cabe entender, em todas as dimensões complexas destes problemas, se a evidente desconexão dos humanos com a natureza tem mais peso como causa ou consequência desta realidade. Em suma, diante da difícil resposta, um caminho alternativo parece já ter sido identificado, o da sustentabilidade. E, por mais utópico que seja, o pensamento de desenvolvimento sustentável só é possível com uma visão de que a natureza esteja totalmente integrada às irreversíveis evoluções tecnológicas que estão em curso.

As decisões que precisam ser tomadas para um mundo mais sustentável também são de responsabilidade individual, mas são principalmente coletivas, compreendidas como atreladas a instâncias de maior poder de decisão e efetividade, como governos e corporações empresariais. Esses grupos atingem muitas pessoas, e por isso têm um papel fundamental na construção de uma evolução equilibrada. Entre as ações estratégicas na esfera de intervenção destes grupos estão a criação de normativas e a comunicação assertiva de princípios, que por consequência atuarão nas etapas de debate, reflexão e conscientização por parte da sociedade.

Com isso, a missão de implementar a sustentabilidade, mesmo que gradualmente e em um ritmo menos veloz do que o desejável, necessita globalmente da interrupção de uma visão fragmentada da natureza e dos benefícios que são obtidos por meio dela. Urge pensar que soluções baseadas na natureza só serão possíveis com o amplo reconhecimento e percepção de valores da biodiversidade, mas também da geodiversidade. Há que se buscar novamente a visão integrada da natureza, praticada por naturalistas históricos, e inseri-las nas mesas de negociação e planejamento dos tomadores de decisão. Porém, fundamentalmente precisam estar, o mais breve possível, nas escolas, pois estão ali os futuros e futuras responsáveis por tirarem do papel essa visão holística.

No escopo desta dissertação ficou evidenciada a marcante ausência de políticas públicas, corporativas e legislações que contemplem a geodiversidade, efetivamente em uma visão conceitual surgida há cerca de trinta anos, a qual expõe para a sociedade valores relevantes e fundamentais para os desafios atuais a serem

suplantados. Esses valores precisam ser comunicados e conscientizados, com o objetivo de romper a dicotomia que rochas e minerais só servem como recursos minerais e energéticos ou montanhas, cavernas, cachoeiras e praias só para fruição em momentos de lazer e descanso. É importante explicar para as pessoas que a geodiversidade é constituída de processos e produtos com valores (científico, educativo, turístico, cultural e geossistêmico), que podem transformá-la em patrimônio, digno de conservação, o que pressupõe o uso com a aquisição de conhecimento e experiências culturais, dentro de uma lógica sustentável.

Nesta pesquisa se propõe que o instrumento para disseminar a relevância da geodiversidade seja através da figura do geossítio. Porém, com a adoção ampla dos valores a serem considerados, com o intuito de não restringir a efetividade de comunicação e dos potenciais resultados a uma parcela da população somente ligada ao campo do saber científico. Essa seria uma forma de romper barreiras já conhecidas em relação à compreensão de fenômenos extremamente complexos, como tempo (geológico) profundo, placas tectônicas, entre outros. Assim, a geoconservação se posiciona como protagonista no âmbito das geociências para traduzir e elucidar os valores da geodiversidade no cotidiano das pessoas e suas intrínsecas relações com a biodiversidade e a cultura.

Para tanto, existem grandes desafios a serem superados, pois conforme foi exposto, as principais iniciativas governamentais de identificação de geossítios, apesar de serem relevantes no contexto nacional, vinculam ao geossítio, ou seja, a denominação e comunicação deste instrumento, somente ao valor científico. Além disso, na ferramenta que o novo Programa Patrimônio Geológico do Brasil descreve como sendo o processo de inventariação do patrimônio geológico (GEOSSIT), em um cadastro de 659 geossítios, apenas 5 estão validados após mais de uma década de operação.

Outro fator crítico das iniciativas governamentais em geoconservação é que elas são praticamente exclusivas do Serviço Geológico do Brasil (SGB). Com a exceção do Ministério do Turismo, que tem progredido nos aspectos dos geoparques, instituições fundamentais para a conservação e gestão de geossítios têm ações de geoconservação apenas pontuais e/ou em estágio incipiente, como o Ministério do Meio Ambiente (ICMBio/CECAV), e com grande potencial para avançar no Ministério de Minas e Energia (ANM). Dado o caráter multi/interdisciplinar, este fato restringe muito a evolução da geoconservação no Brasil.

De toda forma, sistemática ou não, o Brasil já possui uma quantidade significativa de geossítios (considerando não somente valor científico) inventariados. Ainda resta saber, como estão sendo geridos e/ou como é possível geri-los de agora em diante?

Para tanto, nesta pesquisa foi obtida uma fotografia do cenário brasileiro, no segundo semestre de 2023, com um recorte sobre a gestão (estratégia de geoconservação), com a base metodológica amplamente utilizada no país (Brilha, 2005) em 157 geossítios brasileiros, situados em territórios de geoparque, minerações ativas, unidades de conservação (UC), áreas públicas e privadas e distribuídos nas regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste.

Os resultados indicaram a inclinação pelo viés da denominação de geossítio (patrimônio geológico) com valor científico, uma vez que 66% dos geossítios analisados usaram o mesmo método (Brilha, 2016), que também é incorporado pelo SGB na plataforma GEOSSIT. Na maioria dos geossítios houve a atribuição dos valores turístico (83%), educativo (69%) e científico (64%). Que estes valores sejam os mais citados não é surpresa, pois o método mais utilizado não inclui avaliação e quantificação para os valores cultural (23%) e geossistêmico (29%).

Este fato cria uma grande oportunidade para que os métodos existentes possam ser readequados, passando a contemplar áreas atualmente desconsideradas (“marginalizadas”), portadoras de valores como o cultural e o geossistêmico. Concretamente existem muitos potenciais geossítios que já são usados, mas não têm manejo adequado do ponto de vista da geoconservação. Como por exemplo, cavernas que hospedam manifestações de ordem religiosa/mística/espiritual (cultural), bem como pedreiras desativadas utilizadas como parques urbanos (geossistêmico), seja para disciplinamento e controle de águas superficiais, lazer e esporte e/ou como sustentação de habitats para a flora e a fauna.

De forma geral, consideradas as questões sobre a implementação das etapas (inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização e divulgação e monitorização) do método de Brilha (2005), na expressiva maioria dos geossítios houve uma aplicação parcial das etapas. Além disso, aquelas que são implementadas muitas vezes estão dispersas e fragmentadas no que se refere a uma real gestão do geossítio, pois não possuem um documento (plano de gestão com ações e metas bem definidas) que integre todas as ações. Com isso, deixam de alcançar êxito em seus

principais objetivos e de potencializar os benefícios que poderiam se enquadrar em uma iniciativa de desenvolvimento sustentável.

Em uma análise global dos resultados, o fator mais crítico e preocupante diz respeito à etapa de conservação. Isso porque apenas 6% efetivam alguma das técnicas de conservação indicadas, como o disciplinamento de água pluviais, contenção geotécnica, dentre outras. Este é um índice baixíssimo, levando em conta que são estas técnicas de intervenção que visam salvaguardar diretamente o elemento da geodiversidade caracterizado como patrimônio geológico. O cenário identificado acende um alerta e desperta uma questão. Os outros 94% dos geossítios estão sendo utilizados, mas e a sua conservação está sendo garantida para a continuidade do uso e potenciais benefícios das próximas gerações?

Isto pode ser um reflexo da falta de legislações, principalmente ambientais e políticas públicas e corporativas em relação à geoconservação. Mas também, pode ter influência da barreira gigantesca a ser superada, que é a expansão da geoconservação para além do setor acadêmico, local em que já está consolidada e em franca ascensão. Urge a necessidade da geoconservação, com as bases científicas e técnicas já existentes, consolidar-se também como uma área de atuação dos profissionais das Geociências, com a execução de serviços técnicos especializados, consultorias, etc.

Finalmente, esse avanço precisa acontecer, vinculado à integração com legislações e políticas públicas, com o intuito de agregar também as corporações envolvidas com a geodiversidade e seus potenciais geossítios (patrimônio geológico). Isto deveria incluir o setor da mineração, do petróleo, obras de infraestrutura, de transporte (concessionárias de rodovias e ferrovias), etc. Estes setores corporativos, em governança adequada com o setor público, podem construir um cenário favorável para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas interligadas com serviços técnicos de geoconservação, promovendo a oportunidade de atuação profissional para uma grande parcela de geocientistas, sem os quais o alcance do desenvolvimento sustentável é impossível.

REFERÊNCIAS

- ACHURRA, A. **Plant blindness**: A focus on its biological basis. *Front. Educ.* 7:963448. 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2022.963448/full>. Acesso em: 20 set. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **RESOLUÇÃO ANM Nº 68, DE 30 DE ABRIL DE 2021**. Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000068&sql_tipo=RES&sql_orgao=ANM/MME&vlr_ano=2021&seq_ato=000&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=. Acesso em: 8 maio 2025. ANM, 2021.
- ALBERTÃO, G.A.; MARTINS JR., P.P. Estratos Calcários da Pedreira Poty (Paulista), PE - Evidências de evento catastrófico no primeiro registro do limite K-T descrito na América do Sul. p. 277-290. 2006. Disponível em: <https://www.sigep.eco.br/sitio102/sitio102.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO MATO GROSSO. **LEI Nº 12.303, DE 24 DE OUTUBRO DE 2023**. DO 24/10/2023 (Edição extra). Dispõe sobre a criação da Semana Estadual da Geodiversidade de Mato Grosso. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mt/lei-ordinaria-n-12303-2023-mato-grosso-altera-dispositivo-da-lei-n-12303-de-24-de-outubro-de-2023-que-dispoe-sobre-a-criacao-da-semana-estadual-da-geodiversidade-de-mato-grosso>. Acesso em: 8 maio 2025. ALMT, 2023.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO PARANÁ. **Lei nº 22.365 23 de abril de 2025**. Autoriza a concessão de uso da Pedreira do Atuba. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2025-04/pl88.2025lei22.365_1_ass_2.pdf. Acesso em: 8 maio 2025. ALEP, 2025.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RIO GRANDE DO SUL. **LEI Nº 14.708, DE 15 DE JULHO DE 2015**. Publicada no DOE n.º 134, de 16 de julho de 2015. Declara o Município de Caçapava do Sul “Capital Gaúcha da Geodiversidade”. Disponível em: https://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.asp?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_Toda_sNormas=62195&hTexto=&Hid_IDNorma=62195. Acesso em: 8 maio 2025. ALRS, 2015.
- ASSOCIAÇÃO EUROPEIA PARA CONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO. **Conserving our shared geoheritage** – a protocol n geoconservation principles, sustainable site use, management, fieldwork, fossil and mineral collecting. 2011. 10p. Disponível em: <http://www.progeo.se/progeo-protocol-definitions-20110915.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2014. ProGEO. 2011.
- BOURDIEU, P. **Le champ scientifique**. *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, n. 2/3, jun. 1976, p. 88-104. Tradução de Paula Montero.
- BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.146, de 4 de março de 1942**. Dispõe sobre a proteção de depósitos fossilíferos. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=19177956&cod_menu=6783&cod_modulo=405. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm . Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Constituição da república federativa do brasil de 1988.** Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Decreto Federal nº 99.556, de 10 de outubro de 1990.** Dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e dá outras providências. Brasília, 2p. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99556.htm. Acesso em 5 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Diário Oficial da União, seção 1, p.15, 18jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004.** Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico. Brasília. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=443. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Decreto Federal nº 6.640, de 07 de novembro de 2008.** Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL. **Decreto Federal nº 10.935, de 12 de janeiro de 2022.** Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional (*sub judice*). Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.935-de-12-de-janeiro-de-2022-373591582>. Acesso em: 5 maio 2025.

BRASIL MINERAL. **Maiores empresas do setor mineral.** Edição especial. 40 anos. Ano XL. Julho de 2023. Nº. 431. ISSN 0102-4728. 196 p. 2023.

BRAZ, Vivian. **A crise mundial da biodiversidade:** o papel dos humanos na sexta grande extinção em massa. *Sustainability in Debate*, v. 6, n. 2, p. 290-293, 2015.

BRILHA, J. **Geoconservation and protected areas.** *Environ Conserv* 29:273–276. 2002.

BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação:** A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga. Palimage Editores. 190p. 2005.

BRILHA, J. **Concept of geoconservation.** In: Tiess, G., Majumder, T., Cameron, P. (Eds.), *Encyclopedia of Mineral and Energy Policy*. Springer-Verlag, BERLIN, Heidelberg. 2p. 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-40871-7_2-1. Acesso em: 13 jul. 2024.

BRILHA, J. **Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites:** a review. *Geoheritage* 8 (2). p119–134. 2016.

BRILHA, J. '**Geoheritage: inventories and evaluation**'. In: E. Reynard and J. Brilha (eds.). *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*, pp. 69–85. Amsterdam: Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00004-6>. 2018.

BRILHA, J.; GRAY, M.; PEREIRA, D.I.; PEREIRA, P. **Geodiversity**: an integrative review as a contribution to the sustainable development of the whole of nature. *Environmental Science and Policy* 86, 19–28. 2018.

BROWN, E.J.; EVANS, D. H.; LARWOOD, J. G.; PROSSER, C. D.; TOWNLEY, H. C. (2017). **Geoconservation and geoscience in England: a mutually beneficial relationship**. *Proc. Geol. Assoc.* 635, 13. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.09.002>. Acesso em: 13 set. 2024.

CAÇAPAVA GEOPARQUE MUNDIAL DA UNESCO. **Bem-vindo ao Geoparque Caçapava**. Disponível em: <https://geoparquecacapava.com.br>. Acesso em: 8 maio 2025. Caçapava GMU, 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA. **Lei Ordinária nº 11955/2014 de 17/10/2014**. Publicação em 22/10/2014 no Diário Oficial nro. 1 página 1. Institui o Dia da Geodiversidade, no âmbito do Município de Ponta Grossa. Disponível em: <https://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=9&inEspecieLei=1&nrLei=11955&aaLei=2014>. Acesso em: 8 maio 2025. CMPG, 2014.

CAPELLO, M. *et al.* **Geoscience in action**: advancing sustainable development. UNESCO. *Advancing Earth and Space Science*. 2023.

CARNEIRO, C. D. R. *et al.* **Docência e trabalhos de campo nas disciplinas Ciência do Sistema Terra I e II da UNICAMP**. *Brazilian Journal of Geology*, v. 38, n. 1, p. 130-142, 2008.

CARCAVILLA, L. *et al.* **Geodiversidad y patrimonio geológico**. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. Segunda edición. 2012.

CARCAVILLA, *et al.* **Geodiversidad y patrimonio geológico**. Instituto Geológico y Minero de España. 21 p. Madrid. NIPO: 474-11-012-3. EDICIÓN PARQUES NACIONALES. 2014.

CAVALCANTE, V. D.; SANTUCCI, R. M. **Paleontological Salvage Analysis in the Context of the Brazilian Environmental Licensing**. 21p. *Geoheritage*. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-024-01049-2>. Acesso em: 13 jul. 2024.

GEOPARK CHAPADA DOS GUIMARÃES. **Início**. Disponível em: <https://www.geoparkchapadadosguimaraes.com/>. Acesso em: 8 maio 2025. Chapada dos Guimarães, 2025.

COMISSÃO BRASILEIRA DOS SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLÓGICOS. SIGEP. 2025. Disponível em: <https://sigep.eco.br/>. Acesso em 2 maio 2025.

COORDENAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL DO PARANÁ. Bem Tombado. **Sítio Geológico Estrias Glaciais de Witmarsum**. Palmeira. CEPHA, 2025. Disponível em: <https://www.patrimoniocultural.pr.gov.br/Bem-Tombado/Sitio-Geologico-Estrias-Glaciais-de-Witmarsum-Palmeira>. Acesso em: 8 maio 2025.

COSTA, Silas Samuel dos santos; DO NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite; DA SILVA, Matheus Lisboa Nobre. **Roteiro virtual pelos Geossítios do Geoparque Aspirante Seridó: ferramentas cartográficas livres do Google® para Geoeducação.** Terræ Didática, v. 18, p. e022004-e022004, 2022.

CROFTS, R., GORDON, J.E., BRILHA, J., GRAY, M., GUNN, J., LARWOOD, J., ... & WORBOYS, G.L. **Diretrizes para a geoconservação em áreas protegidas.** Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas. N.º 31. Gland, Suíça: UICN. 2022. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/49875>. Acesso em: 25 jul. 2024.

DE OLIVEIRA FILHO, G. R. **O sistema terra e a problemática da exploração dos recursos naturais.** CES Revista, [S.l.], v. 25, n. 1, p. 83-94, abr. 2016. ISSN 1983-1625. Disponível em: <<https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesRevista/article/view/641>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Portaria DNPM Nº 155, de 12 de maio de 2016.** Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados. Brasília, DF. Ministério das Minas e Energia, 2016. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotem_atica=13596156&cod_menu=6783&cod_modulo=405. Acesso em: 8 maio 2025. DNPM, 2016.

DIAS, L. C. **Conflitos e possibilidades entre atividade minerária e geoconservação na área do Geoparque Costões e Lagunas – RJ.** 2015. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP. Rio Claro – SP. 2015.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada.** 6 (edição ampliada) ed. São Paulo: Hucitec: v. 1. Nupaub-USP/CEC. 2008.

DU, Y. & GIRAULT, Y. **A Genealogy of UNESCO Global Geopark: Emergence and Evolution.** International Journal of Geoheritage and Parks 6(2). P.1-17. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17149/ijgp.i.issn.2577.4441.2018.02.001>. Acesso em: 26 ago. 2024.

DUNLOP, L., LARWOOD, J.G., BUREK, C. **Geodiversity action plans – a method to facilitate, structure, inform and record action for geodiversity.** In: REYNARD, E., BRILHA, J. (Eds.), **Geoheritage: Assessment, Protection and Management.** Elsevier. (Cap. 3., pp. 53–65). 2018.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Floresta de 290 milhões de anos é descoberta no Paraná.** Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2022/06/floresta-de-290-milhoes-de-anos-e-descoberta-no-parana.shtml> . Acesso em: 17 jul. 2024. Folha de SP. 2022.

FLEIG, R.; NASCIMENTO, I. B.; VALDATI, J. **Geoparques: desenvolvimento sustentável e agenda 2030.** Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 42. e193925. 2022. Disponível em: DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.193925. Acesso em: 22 set. 2024.

FRANCO, J. L. de A. **O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação**: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. *História (São Paulo)* v.32, n.2, p. 21-48, jul./dez. ISSN 1980-4369. 2013.

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

GALVAO, R. M. O. **O Professor Ricardo Galvão fala sobre 'Amazônia está muito perto do ponto de "não retorno" e pode "virar savana"'**[Entrevista]. *Brasil 247*. [S.l.]: Brasil 247. 2020. Disponível em: <https://www.brasil247.com/entrevistas/amazonia-esta-muito-perto-do-ponto-de-nao-retorno-e-pode- virar-savana-diz-ricardo-galvao-ex-diretor-do-inpe?fbclid=IwAR3Nm0UpjxqL2FDiVpe2USagnm2wMEQovKPXfLE72vhr1nxgCR2N1IYlqUs>. Acesso em: 14 set. 2024.

GARCIA-CORTÉS, A.; URQUÍ, L.C. **Documento Metodológico para la elaboracion del inventario español de lugares de interés geológico** (IELIG). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2009.

GARCIA, M. et al. **The inventory of geological heritage of the state of São Paulo, Brazil**: methodological basis and preliminar results. In: VIII International ProGEO symposium. Reykjavík, Programme and abstracts, 84-85. 2015.

GARCIA, M., Brilha, J., de Lima, F.F. et al. **The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil**: Methodological Basis, Results and Perspectives. *Geoheritage* 10, 239–258. <https://doi.org/10.1007/s12371-016-0215-y>. 2018.

GEODIVERSIDADE SOLUÇÕES GEOLÓGICAS LTDA. **Relatório Status Quo – Caracterização do geossítio Mina Poty** – Paulista/PE. Relatório técnico da Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda., executado através de contrato com a empresa Votorantim Cimentos S.A., em 2014, Curitiba, 117 p. (não publicado). Geodiversidade. 2016.

GEODIVERSIDADE SOLUÇÕES GEOLÓGICAS LTDA. **Estratégia de Geoconservação Projeto Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul - Território Catarinense** – Praia Grande/SC. Relatório técnico da Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda., executado através de contrato com a Secretaria de Estado de Turismo, Cultura e Esporte de Santa Catarina - SOL, em 2017, Curitiba, 34 p. (não publicado). Geodiversidade. 2018.

GEODIVERSIDADE SOLUÇÕES GEOLÓGICAS LTDA. **Implementação da estratégia de geoconservação no geossítio K-Pg Mina Poty** – Paulista/PE. Relatório técnico da Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda., executado através de contrato com a empresa Votorantim Cimentos S.A., em 2016, Curitiba, 240 p. (não publicado). Geodiversidade. 2019.

GEODIVERSIDADE SOLUÇÕES GEOLÓGICAS LTDA. **Assessoria na execução do Plano de gestão do geossítio K-Pg Mina Poty Relatório 3 (Final): Atividades de junho de 2019 a julho de 2020** - Paulista/PE. Relatório técnico da Geodiversidade Soluções Geológicas Ltda., executado através de contrato com a empresa Votorantim Cimentos S.A., em 2019, Curitiba, 89 p. (não publicado). Geodiversidade. 2020.

GILL, J.C. **Geology and the sustainable development goals**. Episodes 40 (1), 70–76. 2017.

GILL, J.C.; SMITH M. **Geosciences and the Sustainable Development Goals**. Cham, Switzerland: Springer Nature. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38815-7>. Acesso em: 13 jul. 2024.

GILLIESON, D. et al. Guidelines for cave and karst protection. **Postojna, Slovenia: International Union of Speleology and Gland, Switzerland, IUCN**, v. 112, p. 2, 2022. Disponível em: <https://uis-speleo.org/wp-content/uploads/2022/09/Listing-of-Guidelines-for-Cave-and-Karst-Protection-English-Language-1.pdf>. Acesso em: 8 maio 2025.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 1. ed. Chichester: John Wiley and Sons. 434p. 2004.

GRAY, M. **Other nature: geodiversity and geosystem services**. Environmental Conservation 38 (3). p.271–274. Foundation for Environmental Conservation 2011. Published online by Cambridge University Press. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0376892911000117>. Acesso em: 12 ago. 2024.

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

GRAY, M. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. *In*: REYNARD, E., BRILHA, J. (Eds.), **Geoheritage: Assessment, Protection and Management**. Elsevier, pp. 13–25. 2018.

GRAY, M.; CROFTS, R. **The potential role of the geosciences in contributing to the UN's Sustainable Development Goals**. Parks Stewardship Forum 38(1): 64–74. 2022.

GUNN, John. **Geoconservation initiatives for caves, karst, and springs**. Parks Stewardship Forum 38(1): 84–93. 2022. Disponível em: https://parks.berkeley.edu/psf/wp-content/uploads/2022/01/psf_381_gunn_final_corrected_web.pdf. Acesso em: 8 maio 2025.

HIGA, K. K. **Geoconservação no estado de São Paulo: panorama geral e diagnóstico de uso e proteção dos geossítios do inventário do patrimônio geológico**. Dissertação (Mestrado em Mineralogia Experimental e Aplicada) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: doi:10.11606/D.44.2019.tde-04072022-094013. Acesso em: 29 ago. 2024.

HENRIQUES, M.H.; PENA DOS REIS, R.; BRILHA, J., MOTA, T. **Geoconservation as na emerging geoscience**. Geoheritage 3 (2), 117–128. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências. Organização do território. Estrutura territorial. Áreas territoriais. IBGE. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Portaria nº 887, de 15 de junho de 1990.** Determina a realização de diagnóstico da situação do patrimônio espeleológico nacional e dá outras providências. IBAMA. Brasília. 2p. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0887-150690.PDF>. Acesso em: 5 maio 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Parque Nacional do Itatiaia.** Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia/qm-somos.html>. Acesso em: 13 nov. 2023. ICMBio, 2023a.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Parque Nacional do Iguaçu.** Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaiguacu/quem-somos.html>. Acesso em: 13 nov. 2023. ICMBio, 2023b.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). **Planos de Manejo Espeleológico Diretrizes e Orientações Técnicas - Reedição 2022.** Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/orientacoes-e-procedimentos/plano-de-manejo-espeleologico-1/pme-diretrizes-cecav-ed-2022.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025. ICMBio, 2025.

KUHN, C. E. S.; SANTOS, F.R.P.; JESUZ, C.R.; KOLYA, A.A.; REIS, F.A.G.V. **Public Policies for Geodiversity in Brazil.** 16p. Geoheritage. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00705-9>. Acesso em: 13 jul. 2024.

LEROI-GOURHAN, André; **O Gesto e a palavra, 1 – Técnica e Linguagem.** Título original: Le Geste Et La Parole – Technique et Langage (1964). Tradução de Vítor Gonçalves, Lisboa. Edições 70 Brasil. 1990.

LICCARDO, A.; CAVA, L. T. **Minas do Paraná.** MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A. Curitiba. Sesquicentenário. Imprenso no Parque Gráfico da Imprensa Oficial do Paraná. 165p. 2006.

LICCARDO, A.; PIERKARZ, G. F.; SALAMUNI, E. **Geoturismo em Curitiba.** MINEROPAR - Minerais do Paraná S.A. Curitiba. Imprenso no Parque Gráfico da Imprensa Oficial do Paraná. 122p. 2008.

LICCARDO, A.; Guimarães, G. B. **Entrevista com Prof. Dr. José Bernardo Brilha** – Universidade do Minho - Portugal - Revista Terra Plural. 12(3), p302-306. 2018. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/tp/issue/view/651/pdf_3. Acesso em: 25 set. 2023.

LIMA, F. F. **Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico brasileiro.** Programa de Pós-Graduação em Patrimônio Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho - PT, Dissertação de Mestrado, 91 p. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/mest/pgg/docs/tese_lima.pdf. 2008.

LIMA, E. R.; ROCHA, A. J. D.; SCHOBENHAUS, C. **Aplicativo para cadastramento e quantificação de geossítios.** In: Conferência Latino-Americana e Caribenha de Geoparques, 1., 17-19 nov. 2010, Juazeiro do Norte, CE. [Trabalhos apresentados]. [S.l.: s.n.], 2010.

MELO, Mário Sérgio de et al. A geologia no plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha, PR. 2004.

MENEGAT, R. **A Matriz do Lugar na Interpretação das Cidades Incas de Machu Picchu e Ollantaytambo - Um Estudo de Ecologia de Paisagem e a Reconstrução de Processos Civilizatórios**. 2006. Tese (Doutoramento em Ciências, área e concentração em Ecologia) Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre. 2006.

MENEGAT, Rualdo. Transcrição da palestra proferida em 24 de julho de 2009: **Geoparques como laboratórios de inteligência da Terra**. Geologia USP. Publicação Especial, v. 5, p. 91-103, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa nº 2, de 30 de agosto de 2017**. Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008 e revoga a IN/MMA nº 2/2009). Brasília. MMA, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/orientacoes-e-procedimentos/legislacao-espeleologica/in-02_2017_mma_30ago17.pdf. Acesso em: 5 maio 2025.

MINISTÉRIO DO TURISMO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. Cooperação Ministério do Turismo, UNESCO e Agência Brasileira de Cooperação / Ministério das Relações Exteriores. Projeto 914BRZ4024. **Documento Técnico sobre Geoparques – Produtos 1, Produto 2, Produto 3 e Manual de Desenvolvimento de Projetos Turísticos de Geoparques**. [online]. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques>. MTUR-UNESCO, 2022.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental** [online]. 1st ed. rev. and enl. Ponta Grossa: Editora UEPG. 157 p. ISBN 978-85-7798-213-4. Available from SciELO Books. 2014. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MOTTIN, Thammy E. et al. **A glimpse of a Gondwanan postglacial fossil forest**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 588, p. 110814, 2022.

MOURA, P. **Desafios para os jovens geoconservacionistas no âmbito acadêmico: um panorama no Brasil**. In. Conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico: nosso legado para as futuras gerações: Boletim de resumos. 2022.

NAÇÕES UNIDAS. United Nations. **Department of Economic and Social Affairs - Sustainable Development**. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 10 nov. 2023. NU. 2015.

NAÇÕES UNIDAS. United Nations. **We can end poverty - millennium development goals and beyond** 2015. Disponível em: <https://www.un.org/millenniumgoals/>. Acesso em: 10 nov. 2023. NU. 2016.

NAÇÕES UNIDAS. United Nations. **The Sustainable Development Knowledge Platform. Conferences**. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences>. Acesso em: 10 nov. 2023. NU. 2022.

NAÇÕES UNIDAS. United Nations. **Department of Economic and Social Affairs - Sustainable Development**. Global Sustainable Development Report (GSDR) 2023. Disponível em: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-09/FINAL%20GSDR%202023-Digital%20-110923_1.pdf. Acesso em: 13 nov. 2023. NU. 2023.

NASCIMENTO, M.A.L.; Ruchkys, U. A; Mantesso-Neto, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico**. Livro. Editora Sociedade Brasileira de Geologia. 84 p. ISBN: 978-85-99198-06-3. 2008.

NASCIMENTO, M.A.L.; Costa, S.S.S.; Borba, A.W.; Sell, J.C. **Aspirantes e Projetos de Geoparques no Brasil em 2020**. Relatório Técnico, Natal: Comissão de Geoparques da Sociedade Brasileira de Geologia, 7 p. 2021.

NATURE. **There is no planet B, yet our best chance of steering humanity onto a more sustainable course is heading for the rocks**. The international journal of science. Editorial. 618. 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Pedreira do Atuba: audiências e consultas da concessão receberam 743 contribuições**. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Pedreira-do-Atuba-audiencias-e-consultas-da-concessao-receberam-743-contribuicoes>. Acesso em: 8 maio 2025.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. Tese (Doutorado em patrimônio geológico e geoconservação) Universidade do Minho, Braga, Portugal. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10879/1/Tese.pdf> . 2010.

PIEKARZ, G.; PONTES FILHO, A.; PINHEIRO, E. M. **Geodiversidade versus biodiversidade no Parque Estadual de Vila Velha – PR**. 47º Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador/BA. 2014.

PITHAN, S. T. **Geoeducação nas escolas: como construir uma comunidade autora do Geoparque Aspirante Unesco em Cambará do Sul-RS**. Trabalho de Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2021.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. 2004. **Ecologia de paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem**. In: Menegat, Rualdo; Almeida, Gerson. Desenvolvimento sustentável e estratégias para a gestão ambiental. Porto Alegre, Edufrgs, pp. 361-376. 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Legislação Municipal sobre Meio Ambiente. **Lei nº 15.852, de 1º de Julho de 2021**. Dispõe sobre a política municipal de proteção, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2021/00317865.pdf>. Acesso em: 8 maio 2025. PMC, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Sobre Curitiba. História – Fundação e Nome da Cidade**. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/historia-fundacao-e-nome-da-cidade/207>. Acesso em: 23 ago. 2023. PMC, 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. SESURB/SEPLAN/SEOB 003/2015. Portaria Conjunta SEMAM/. **Estabelece critérios de andamento técnico administrativo para os procedimentos de movimentação de solo, escavação e/ou outros que possam interferir nas reservas fossilíferas no âmbito do município de Uberaba.** Disponível em: <http://www.uberaba.mg.gov.br:8080/portal/acervo/portavoz/arquivos/2015/1312%20-%202017-07-2015.pdf> . Acesso em: 5 maio 2025. UBERABA, 2015.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Panorama Global de Recursos 2024.** Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/Global-Resource-Outlook-2024> . Acesso em: 28 ago. 2024. PNUMA. 2024.

PROSSER, C.D. **Our rich and varied geoconservation portfolio: the foundation for the future.** Proc. Geol Assoc. 124, 568–580. 2013.

PROSSER, C.D.; DIAZ-MARTINEZ, E.; Larwood, J. G. 'The geoconservation of geosites: Principles and practice'. In: E. Reynard and J. BRILHA (eds.). **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**, pp. 193–212. Amsterdam: Elsevier. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00011-3> . 2018. Acesso em: 12 set. 2024.

PROSSER, C.D. **Communities, Quarries and Geoheritage—Making the Connections.** Geoheritage. 13p. Amsterdam: Elsevier. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12371-019-00355-4> . Acesso em: 22 ago. 2024.

REDE PARANAENSE DE COMUNICAÇÃO. **Floresta de 290 milhões de anos é descoberta no Paraná.** Curitiba/PR, (15 jun. 2022). @rpcparana. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/Ce1sMYOp2ox/> . Acesso em: 17 jul. 2024. RPC. 2022.

ROMÃO, R. M. M.; GARCIA, M. G. M. **Iniciativas de Inventário e Quantificação do Patrimônio Geológico no Brasil:** Panorama Atual. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. 40 (2), 250-265. 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.11137/2017_2_250_265 . Acesso em: 15 maio 2023.

ROGOSKI, Carlos Alexandre. **Geopatrimônio de Prudentópolis (PR):** alorização e divulgação por meio do geoturismo e educação não formal. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. 2020.

RUCHKYS, U. A; MANSUR, K. L; BENTO, L. C. M. **Análise Histórica e Estatística da Produção Acadêmica Brasileira, em Nível de Mestrado e Doutorado, sobre os seguintes temas:** Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação, Geoturismo e Geoparques. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Rio de Janeiro/RJ. 40 (1), p180-190. 2017.

SANTOS, P. L. A. e GARCIA, M. G. M. **Identification of priority geosites for public use management:** application to the geological heritage inventory of São Paulo state. Geologia USP. Série Científica, v. 23, n. 2, p. 27-40, 2023 Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204971> . Acesso em: 29 ago. 2024.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (Org.) **Geoparques do Brasil: propostas.** CPRM: Rio de Janeiro, v. 1, 748 p., ilustr. 2012. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/propostas-de-geoparques-volume-i> . Acesso em: 23 set. 2024.

SCHOBENHAUS, C. *et al.* **Inventário do patrimônio geológico do Brasil.** 50º Congresso Brasileiro de Geologia. Brasília/DF. Junho de 2021.

SCHOBENHAUS, C; TREVISOL, A; BERBERT-BORN, M. L. C; RIBEIRO, L. M. d A. L; MARTINS, V. D. S; CAVALCANTI, J. A. D; PEIXOTO, C. A. B; REIS, N. J; DE SORDI, D. A; DA SILVA, R. C; DANTAS, M. E; FERREIRA, R. V. **Programa Patrimônio Geológico do Brasil - O Projeto de Inventário que se tornou um Programa Nacional**. p 369. ANAIS do 51º Congresso Brasileiro de Geologia. Belo Horizonte/MG. [online]. Disponível em: <https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anais>. 2024. Acesso em: 2 maio 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. GESTÃO TERRITORIAL. **Projeto Geoparques**. SGB. 2024. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/gestao-territorial-projeto-geoparques>. Acesso em: 5 maio 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Cadastro de sítios geológicos - GEOSSIT**. SGB. 2025. Disponível em: <https://sgb.gov.br/geossit/>. Acesso em: 10 maio 2025.

SILVA, J. F. A; NASCIMENTO, M. A. L; RAPANOS, E. A. **Análise bibliométrica da produção acadêmica sobre Geodiversidade e temas afins nas Universidades Federais do Brasil**. Terra Plural. Ponta Grossa/PR. 16, 1-17. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.16.2219829.017. 2022.

SHARPLES, C. **A Methodology for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes**. Technical Report. Hobart, Forestry Commission Tasmania, 23p. 1993.

SHARPLES, C. (2002). **Concepts and principles of Geoconservation**. Tasmanian Parks & Wildlife Australia. 2002. Disponível em: <http://dipwe.tas.gov.au>. Acesso em: 12 ago. 2024.

STEWART, I. **Geology for the wellbeing economy**. Nature Geoscience. Comment. 16, 106–107. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41561-022-01110-1>. Acesso em: 13 set. 2023.

STÜRM, B. **First framework approach and steps towards an international geo(logical) convention**. Geologica Balcanica, 26 (1), 37-39. 1996.

STROHER, L. E. M. **A Metrópole e o Planejamento Urbano - Revisitando o Mito da Curitiba-Modelo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de São Paulo – USP, São Paulo - SP. 156p. 2014.

THOMPSON, A., *et al.* **Geodiversity Action Plans for Aggregate Companies: A Guide to Good Practice**. Report to the Mineral Industry Research Organisation. Published by Capita Symonds Ltd, East Grinstead. 2006.

UCEDA, A. C. El Patrimonio Geológico. **Ideas para su Protección, Conservación y Utilización**. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA). Dirección General de Información y Evaluación Ambiental. Serie monografías. Madrid. 17-28. 1996.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. **Unesco Global Geoparks**. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/igpp/geoparks/about>. Acesso em: 5 maio 2025.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. World Conservation Congress Marseille. List of Motions. WCC-2020-Res-088-EM **Conservation of the natural diversity and natural heritage in mining environments**. UICN. 2020.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs - **Sustainable Development. Global Sustainable Development Report (GSDR)**. 2023. Disponível em: https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-09/FINAL%20GSDR%202023-Digital%20-110923_1.pdf. Acesso em: 13 set. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Pesquisadora da UFPR descobre floresta de 290 milhões de anos “congelada no tempo”**. Disponível em: <https://ciencia.ufpr.br/portal/pesquisadora-da-ufpr-descobre-floresta-de-290-milhoes-de-anos-congelada-no-tempo/#:~:text=Uma%20floresta%20com%20164%20%C3%A1rvores,de%20290%20milh%C3%B5es%20de%20anos>. Acesso em: 17 jul. 2024. Ciência UFPR. 2022.

VARGAS, J.C.; GUIMARÃES, G.B. (2024). **ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO ESCALÁVEL**: uma proposta de implementação de geossítios. p 326. ANAIS do 51º Congresso Brasileiro de Geologia. Belo Horizonte/MG. Disponível em: <https://51cbg.com.br/site/cbg2024/anaais>. Acesso em: 27 jan. 2025.

VARGAS, J.C.; PONTES, H. S.; GUIMARÃES, R.A.; DIAS FILHO, A.F. **Estratégia de geoconservação no Plano de Manejo Espeleológico do Buraco do Padre: inovação nas diretrizes de conservação das cavernas brasileiras**. ANAIS do XIII Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia. Foz do Iguaçu. 2025.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Meio Ambiente. Ações de sustentabilidade ambiental**. Projetos de preservação. Geossítio K-Pg Mina Poty. Disponível em: <https://www.votorantimcimentos.com.br/esg/geossitio-k-pg-mina-poty/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. **Preventing plant blindness**. The American biology teacher, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999.

WIMBLEDON, W. A. P. **Geosites - A new conservation initiative**. Episodes. 19 (3), 87-88. 1996.

XAVIER, F. C. B. **Inventário do Patrimônio Geológico do Paraná**. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental, linha de pesquisa: Geoconservação e Patrimônio Geológico) Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba – PR. 427p. 2022. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/77531>. Acesso em: 12 set. 2023.

ZOUROS, N. **The European Geoparks Network: Geological heritage protection and local development**. Episodes, 27 (3), 165-171. 2004.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE A GESTÃO DE GEOSSÍTIOS COM
BASE EM ETAPAS DE UMA ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO**

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 1 - continua

Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque						
Localização	O geossítio foi ou está inserido em algum processo de inventário do patrimônio geológico? Independente de inventário, marcar se for um sítio SIGEP					Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Brilha, 2016	Geossit	Outro	Não	SIGEP	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	0	1	1	0	1	As respostas para este geossítio foram obtidas com a Graciele Cristine de Andrade, Gestora Ambiental e Adrianna Jakeline Silva, geóloga residente, ambas da equipe técnica do Instituto Água e Terra (IAT), órgão ambiental do Paraná. O IAT é o responsável pelo Parque Estadual Vila Velha, onde está situado o geossítio Xavier, 2022; SIGEP: Vol. I - nº 29 Inserido no Geossit, em análise
Geossítio Buraco do Padre	0	0	1	0	1	As respostas para este geossítio foram obtidas com Álvaro F. Dias Filho, gestor do geossítio Xavier, 2022; SIGEP: Vol. II - nº 110, porém o gestor não tinha conhecimento do inventário e também da SIGEP
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	0	1	0	0	0	As respostas para este geossítio foram obtidas com o Prof. Raimundo Humberto Cavalcante Lima da Universidade Federal do Amazonas, que atua com iniciativas de geoconservação no geossítio Inserido no Geossit, em análise
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	1	0	1	As respostas para este geossítio foram obtidas com Marco Antônio Cornetti, engenheiro de minas responsável técnico da mineração da empresa PH 7 Mineração de Calcário Ltda., onde está situado o geossítio Garcia et al., 2018; SIGEP: Vol. II - nº 125
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	1	1	0	0	As respostas para este geossítio foram obtidas com o Prof. Lucas César Frediani Sant'Ana do Instituto Federal do Paraná (IFP) e Universidade Estadual de Maringá (UEM), que também atua na equipe técnica do Projeto Geoparque Caiuá, onde está situado o geossítio Xavier, 2022; Inserido no Geossit, em análise
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	0	0	0	1	As respostas para este geossítio foram obtidas com a Rafaela Oliveira de Aquino, Assistente Ambiental da Unidade Poty Paulista, mineração ativa onde está situado o geossítio, pertencente a Votorantim Cimento SIGEP: Vol. II - nº 102
Geossítio Pinheiro de Pedra	1	0	1	0	0	As respostas para este geossítio foram obtidas com o Gil Francisco Piekarz, geólogo do Instituto Água e Terra (IAT), órgão ambiental do Paraná e integrante da equipe técnica do Projeto Geoparque Prudentópolis, onde está situado o geossítio Xavier, 2022
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	1	1	As respostas para este geossítio foram obtidas com o Prof. Raimundo Humberto Cavalcante Lima da Universidade Federal do Amazonas, que atua com iniciativas de geoconservação no geossítio SIGEP: Vol. III - nº 54
subtotal	2	3	5	1	5	

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 1 - continuação

Geossítios INSERIDOS em território de geoparque						
Localização	O geossítio foi ou está inserido em algum processo de inventário do patrimônio geológico? Independente de inventário, marcar se for um sítio SIGEP					Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Brilha, 2016	Geossit	Outro	Não	SIGEP	
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	0	0	16	0	1	As respostas para estes geossítios foram obtidas com a drª. Katia Leite Mansur, geóloga, professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e integrante da equipe técnica do Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (GMU) Costões e Lagunas O inventário foi realizado com um método baseado no Geossit, mas nem todos os 16 geossítios estão cadastrados na plataforma Geossit Lagoa Salgada - SIGEP: Vol. I - nº 41
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	0	0	24	0	2	As respostas para estes geossítios foram obtidas com o drº. André Weissheimer Borba, geólogo, professor da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e integrante da equipe técnica do Caçapava GMU O inventário foi realizado com o método Borba et al. (2013), onde avaliaram os geossítios de Caçapava (46 geossítios) por meio de uma metodologia adaptada do trabalho de Fassoulas et al. (2012) para territórios da ilha de Creta. Alguns geossítio também foram avaliados pelo Geossit Minas do Camaquã - SIGEP: Vol. I - nº 64; Guaritas do Camaquã - SIGEP: Vol. III - nº 76
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	23	0	0	7	2	As respostas para estes geossítios foram obtidas com a Maria Elisabeth da Rocha, geóloga, funcionária da prefeitura de Torres/RS e integrante da equipe técnica do Caminhos dos Cânions do Sul GMU Entre os 30 geossítios indicados na pesquisa, 7 geossítios situados no Rio Grande do Sul não apresentavam quantificação em métodos de inventário de patrimônio geológico Cânion Itaimbezinho e Cânion Fortaleza - SIGEP: Vol. II - nº 50
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	21	0	0	0	0	As respostas para estes geossítios foram obtidas com o drº Marcos Antonio Leite do Nascimento, geólogo, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e integrante da equipe técnica do Seridó GMU
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	0	11	0	0	1	As respostas para estes geossítios foram obtidas com o drº. Luiz Carlos Borges Ribeiro, geólogo, professor da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) e integrante da equipe técnica do Uberaba GMU. Inseridos no Geossit, com status em análise Sítio Peirópolis e Serra da Galga - SIGEP: Vol. II - nº 28
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	21	0	0	4	0	As respostas para estes geossítios foram obtidas com o drº André de Andrade Kolya, geólogo e integrante da equipe técnica do Projeto Geoparque Corumbataí Entre os 21 geossítios indicados na pesquisa, 4 geossítios não possuem quantificação em método de inventário de patrimônio geológico
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	0	22	0	0	1	As respostas para estes geossítios foram obtidas com o drº. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira, geólogo, professor da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e integrante da equipe técnica do Projeto Geoparque Serra do Sincorá. Inseridos no Geossit, com status em análise Morro do Pai Inácio - SIGEP: Vol. I - nº 72;
subtotal (Geossítios INSERIDOS em território de geoparque)	65	33	40	11	7	
subtotal (Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque)	2	3	5	1	5	
Total dos geossítios	67	36	45	12	12	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação					
Pergunta 2					
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque					
Localização	O geossítio foi caracterizado com qual grau de risco de degradação, seja natural ou antrópico?				Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Baixo	Moderado	Alto	Não foi atribuído	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	0	0	1	0	Atribuído em Xavier, 2022
Geossítio Buraco do Padre	0	1	0	0	Atribuído em Xavier, 2022
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	0	0	1	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	0	1	
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	1	0	0	Atribuído em Xavier, 2022
Geossítio K-Pg Mina Poty	0	0	1	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	0	1	0	Atribuído em Xavier, 2022
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	1	
subtotal	0	2	4	2	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque					
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	14	1	1	0	
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	17	2	5	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	20	2	1	7	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	12	8	1	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	6	5	0	0	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	11	8	3	3	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	17	4	1	0	
subtotal	97	30	12	10	
Total	97	32	16	12	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação						
Pergunta 3						
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque						
Localização	O geossítio foi caracterizado com qual ou quais valores?					Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Científico	Educativo	Turístico	Cultural	Geossitêmico	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	1	1	0	0	Além do científico e turístico atribuído pela colaboradoras do IAT, em Xavier (2022) também foi atribuído o educativo
Geossítio Buraco do Padre	1	1	1	0	0	Além do turístico atribuído pelo gestor, em Xavier (2022) também foram o científico, educativo e também o turístico
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	1	1	1	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	1	1	0	0	0	Além do educativo atribuído pelo eng. de minas, em Garcia et al. (2018) também foi atribuído o científico
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	1	1	0	0	0	Além do científico atribuído pelo professor, em Xavier (2022) também foi atribuído o educativo
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	1	0	0	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	1	1	1	1	0	
Geossítio Ponta das Lajes	1	0	0	1	0	Cultural relacionado a arqueologia (gravuras)
subtotal	8	7	4	3	0	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque						
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	16	12	15	14	11	
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	13	16	12	5	10	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	12	10	30	1	0	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	21	21	21	0	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	3	4	4	0	0	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	17	18	23	13	25	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	11	21	21	0	0	
subtotal	93	102	126	33	46	
Total	101	109	130	36	46	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação					
Pergunta 4					
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque					
Localização	O geossítio vem sendo usado para os valores indicados desde quando?				Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Mais de 20 anos	Entre 10 e 20	Entre 10 e 5	Menos de 5 anos	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	0	0	0	
Geossítio Buraco do Padre	1	0	0	0	
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	0	1	0	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	1	0	0	
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	0	1	0	
Geossítio K-Pg Mina Poty	0	0	1	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	1	0	0	1	Valor cultural (religioso) há mais de 20 anos; Científico, educativo e turístico há menos de 5 anos.
Geossítio Ponta das Lajes	0	1	0	0	
subtotal	3	3	2	1	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque					
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	16	0	0	0	
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	24	0	0	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	7	10	9	4	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	0	21	0	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	0	0	0	11	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	22	0	2	1	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	17	0	0	0	
subtotal	86	31	11	16	
Total	89	34	13	17	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 5

Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque				
Localização	Quanto ao regime legal do geossítio, o local é?			Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Área pública	Área privada	Área sob concessão	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	0	1	Área pública sob concessão privada
Geossítio Buraco do Padre	0	1	0	Além da informação do gestor como área privada, o geossítio está inserido nos limites do Parque Nacional (PARNA) dos Campos Gerais-PR, sem processo de desapropriação em curso
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	0	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	1	0	Área em mineração ativa
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	1	1	Área privada sob concessão do município de Cruzeiro do Oeste/PR
Geossítio K-Pg Mina Poty	0	1	0	Área em mineração ativa
Geossítio Pinheiro de Pedra	1	0	0	
Geossítio Ponta das Lajes	1	0	0	Área de domínio da Marinha do Brasil
subtotal	4	4	2	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque				
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	13	3	0	Dos 13 geossítios em áreas públicas, 5 estão em área da Marinha do Brasil
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	1	22	1	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	7	23	4	Os 4 geossítios sob concessão são áreas públicas inderidas nos PARNA's Aparados da Serra e Serra Geral
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	6	15	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	5	6	1	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	14	11	2	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	20	2	0	
subtotal	66	82	8	
Total	70	86	10	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação						
Pergunta 6						
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque						
Localização	O geossítio é protegido por algum instrumento legal?					Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Unidade de conservação inserida no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – informar o tipo (ex. Parque Nacional (PARNA):	Unidade de conservação fora do SNUC – informar o tipo (ex. Parques de natureza privados):	Tombamento como patrimônio natural e/ou cultural	Não há instrumento legal, mas está em processo de ser inserido	Não há instrumento legal, e não há previsão para ser inserido	
Geossítio Arenito ruiforme carbonífero Vila Velha	1	0	1	0	0	Parque Estadual
Geossítio Buraco do Padre	1	1	0	0	0	PARNA e Parque de natureza privado
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	0	0	0	0	Área de Proteção Ambiental (APA), gerenciada pelo Instituto estadual de proteção ambiental
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	0	0	1	Há uma área bloqueada/interditada pela Agência Nacional de Mineração (ANM) (Gesicki e Santucci, 2011). Porém, não vem sendo utilizada pela condição do acesso, assim o responsável técnico pela mineração conduz os visitantes em outras áreas da mineração
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	0	0	1	0	
Geossítio K-Pg Mina Poty	0	0	0	0	1	Há uma área delimiata e informada a ANM, mas não aparece no processo minerário ativo.
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	0	1	0	0	
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	1	0	
subtotal	3	1	2	2	2	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque						
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	8	0	2	1	5	Inserido no SNUC: Parque Nacional (PARNA), Parque estadual (PE), Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN); 5 geossítios (área pública) tem restrições legais por serem áreas da marinha do Brasil
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	1	1	8	0	14	Inserido no SNUC: Parque Natural Municipal Cascata do Salso; Fora do SNUC: Parque Municipal Pedra do Segredo; Tombamentos: Zona de Interesse Turístico ou Zona de Interesse do Patrimônio, ZIT ou ZIP, no âmbito do Plano Diretor Municipal
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	6	1	0	0	23	Inserido no SNUC: PARNAS Aparados da Serra e Serra Geral (SC/RS); Parque Estadua de Itapeva (RS) e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) Ilha dos Lobos (RS) Fora do SNUC: Parque da Guarita, Área de Interesse Turístico, Paisagístico, Histórico e Cultural
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	0	0	10	0	11	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	2	0	3	0	6	Não informou o tipo de UC do SNUC
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	5	1	0	0	19	Inserido no SNUC: 2 APAs, 1 Floresta Estadual, 1 Estação Experimental, 1 Estação Ecológica Fora do SNUC: Parque Ecológico Municipal
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	21	0	0	0	1	Inserido no SNUC:: PARNAS, Parques municipais e APA
subtotal	43	3	23	1	79	
Total	46	4	25	3	81	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 7

Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque				
Localização	Quanto à caracterização detalhada do tipo do patrimônio geológico e seus respectivos valores, o geossítio?			Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Tem estudos (dissertações, artigos, etc.) anteriores ao uso como geossítio	Só teve a caracterização durante o inventário do patrimônio geológico	Teve uma caracterização detalhada após o uso como geossítio – informar tipo do estudo	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	0	0	
Geossítio Buraco do Padre	1	0	0	
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	0	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	1	0	0	Trabalhos de graduação, dissertações e teses
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	1	0	1	Possui 8 artigos internacionais sobre geologia e paleontologia, antes e após o uso como geossítio
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	0	1	Dissertação de mestrado que deu origem ao artigo na SIGEP; Relatório técnico de geoconservação durantea implmentação do geossítio
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	1	0	
Geossítio Ponta das Lajes	1	0	0	
subtotal	7	1	2	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque				
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	15	1	0	Todos os 16 geossítios têm trabalhos científicos publicados
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	14	10	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	7	23	4	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	6	15	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	6	5	1	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	24	1	2	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	22	0	0	
subtotal	94	55	7	
Total	101	56	9	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 8

Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque									
Localização	É aplicada no geossítio alguma técnica de conservação / manejo devido às suas fragilidades, vulnerabilidades e potencial uso? Abaixo alguns exemplos								Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Contenção geotécnica em casos de seções propícias à movimentação de massa (deslizamentos, queda de detritos, etc.)	Disciplinamento (ex. canaletas) de águas pluviais para evitar erosões ou recobrimento de exposições geológicas	Cobertura do elemento da geodiversidade de interesse para proteção das intempéries	Remoção de vegetação em exposições geológicas	Salvamento paleontológico à medida que o geossítio seja erodido	Restrições ao número de pessoas e/ou período em que o geossítio fica aberto ao público	Remoção de ações antrópicas, como pichações em exposições geológicas	Outros	
Geossítio Arenito ruiforme carbonífero Vila Velha	1	1	0	1	0	1	0	0	
Geossítio Buraco do Padre	0	0	0	0	1	1	1	0	lcnofósseis de organismos marinhos
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	0	0	0	0	0	0	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	0	0	0	0	0	0	
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	1	1	0	1	1	0	0	
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	1	0	1	0	1	0	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	0	0	0	0	0	0	1	Cercamento e portão cadeado para proteção, com vigilante diurno da Prefeitura de Prudentópolis
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	0	0	0	0	1	Proteção da polícia Federal quanto ao uso indevido com vandalismo. O geosítio passa 2/3 do ano submerso.
subtotal	3	3	1	2	2	4	1	2	

Geossítios INSERIDOS em território de geoparque									
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	0	0	0	0	0	0	0	0	Restrição de coleta nas Unidades de Conservação (Ucs), porém não especificous quais
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	0	0	0	0	0	2	0	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	3	3	0	0	0	9	4	0	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	0	0	0	4	1	7	21	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	1	1	0	3	2	0	0	0	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	2	0	0	0	1	19	0	0	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	0	0	0	0	0	0	0	0	
subtotal	6	4	0	7	4	37	25	0	

Total	9	7	1	9	6	41	26	2	
-------	---	---	---	---	---	----	----	---	--

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação							
Pergunta 9							
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque							
Localização	Quais os meios de valorização do geossítio?						Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Painel interpretativo no local	Página na internet própria	Veiculada em página na internet da instituição gestora	Folheto para distribuição no local	Aplicativos / QR Code	Outros	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	0	1	1	0	0	
Geossítio Buraco do Padre	1	1	0	0	0	0	
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	1	0	0	1	0		
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	0	0	0	0	
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	0	1	1	0	0	
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	0	1	1	0	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	1	0	1	0	0	0	Prefeitura de Prudentópolis
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	0	0	1	Somente painéis em um Organização Não Governamental (ONG) próxima ao local
subtotal	5	1	4	4	0	1	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque							
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	7	0	16	0	0	0	Os 16 geossítios estão inseridos no website do Aspirante a GMU
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	4	2	24	0	0	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	30	0	6	0	0	0	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	3	0	0	0	0	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	0	0	11	1	2	0	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	6	2	4	4	18	12	Outros: Documentário
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	0	0	0	0	0	0	
subtotal	50	4	61	5	20	12	
Total	55	5	65	9	20	13	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação							
Pergunta 10							
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque							
Localização	Quais os meios de divulgação do geossítio?						Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Página na internet própria	Veiculado em página na internet da instituição gestora	Perfis em redes sociais	Newsletter para o público-alvo	Eventos específicos de acordo com o potencial uso – ex. Feira de turismo	Outros	
Geossítio Arenito ruiforme carbonífero Vila Velha	0	1	1	0	1	0	
Geossítio Buraco do Padre	1	0	1	0	0	0	
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	0	0	1	0	1	0	
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	0	0	0	0	1	Segundo o eng. de minas responsável técnico da mineração, a divulgação é informal (boca a boca), promovendo parceria entre acadêmicos da área de paleontologia
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	0	0	1	0	1	0	
Geossítio K-Pg Mina Poty	0	1	0	0	0	0	
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	1	0	0	0	0	Prefeitura de Prudentópolis
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	1	0	0	0	
subtotal	1	3	5	0	3	1	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque							
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	0	16	1	2	0	16	Newsletter - livretos bilingue; Outros: Evento GeoDias
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	2	24	3	0	0	0	
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	0	6	6	0	30	0	
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	0	21	2	0	21	0	
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	0	11	0	0	0	0	
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	2	9	13	0	3	0	
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	0	0	0	0	0	0	
subtotal	4	87	25	2	54	16	
Total	5	90	30	2	57	17	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação

Pergunta 11

Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque						
Localização	O geossítio possui monitoramento? Informar a periodicidade					Observações (enviadas pelos gestores e/ou complementadas pelo autor)
	Técnicas de conservação	Número do público que utiliza	Número do público que visita o site	Número do público que interage nas redes sociais	Trabalhos científicos e/ou outros sobre o geossítio	
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	1	1	0	0	1	Técnicas de conservação de acordo com o Plano de manejo; Controle de visitantes, sem informar periodicidade; Trabalhos científicos disponibilizados no site do IAT
Geossítio Buraco do Padre	0	1	1	0	0	Não informou peridiocidade
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	0	0	0	0	1	Foi informado a realização de monitoramento, pelo órgão ambiental e guias, mas não soube dizer sobre o que e nem a periodicidade
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	0	1	0	0	0	De 500 a 600 visitantes por ano
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	1	1	0	0	0	Periodicidade semanal para a questão de contenção de águas pluviais e salvamento de fósseis; 40 visitantes ano
Geossítio K-Pg Mina Poty	1	1	0	0	1	Técnicas de consevação é anualmente; Público fica registrado em caderno de assinatura e planilhas de controle; Trabalhos científicos, após solicitação de pesquisas no local
Geossítio Pinheiro de Pedra	0	0	0	0	0	Possui vigilância diurna (funcionário da Prefeitura de Prudentópolis), mas contra intervenções degradação antrópica
Geossítio Ponta das Lajes	0	0	0	0	0	
subtotal	3	5	1	0	3	
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque						
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	0	0	0	0	0	
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	0	2	0	1	0	Não foi informado a periodicidade
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	0	0	0	0	0	Segundo a geóloga da equipe técnica do geoparque, alguns geossítios inseridos em Unidades de Conservação (UCs) e também algumas privadas podem possuir algum tipo de controle e/ou moniotmraneto, mas a equipe técnica do GMU não tem conhecimento dos dados.
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	2	3	0	21	0	Não foi informado a periodicidade
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	4	1	5	5	0	Não foi informado a periodicidade
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	20	1	0	0	0	Público que utiliza: periodicidade mensal; Para as técnicas de conservação não foi informado a periodicidade
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	0	0	0	0	0	
subtotal	26	7	5	27	0	
Total	29	12	6	27	3	

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

Questionário sobre a gestão de geossítios com base em etapas de uma estratégia de geoconservação	
Pergunta 12	
Geossítios NÃO INSERIDOS em território de geoparque	
Localização	O geossítio possui um Plano de Gestão, cujo documento integre todas as etapas da estratégia de geoconservação em Programas e Plano(s) de Ação(ões) / Metas? Se sim, qual foi a última revisão do atual Plano de Gestão e qual a periodicidade de revisões futuras?
Geossítio Arenito ruiniforme carbonífero Vila Velha	Atualmente tem somente o plano de manejo do Parque Estadual de Vila Velha (PEVV) de 2004, que envolve ações voltadas para a preservação do patrimônio geológico da Unidade de Conservação e entorno
Geossítio Buraco do Padre	Não
Geossítio Caverna Refúgio do Maroaga	Não
Geossítio Estromatólitos gigantes de Santa Rosa do Viterbo	Não
Geossítio Fossilífero cretáceo de Cruzeiro do Oeste	Não
Geossítio K-Pg Mina Poty	Sim, existe procedimentos para visitas educativas, visitas científicas e para a realização das manutenções. A última revisão foi em agosto/2020, a periodicidade de revisão é de acordo com a necessidade de mudanças da área
	Há também um Plano de Gestão do Geossítio, com programas e plano de ação, elaborado durante a implementação da estratégia de geoconservação (Geodiversidade, 2019)
Geossítio Pinheiro de Pedra	O Geossítio é tombado em nível estadual e já possui as Normativas do Bem Tombado
	Não foi informado se as normativas do Bem Tomabado consideram aspectos de geoconservação
Geossítio Ponta das Lajes	Não
Geossítios INSERIDOS em território de geoparque	
Costões e Lagunas Aspirante a Geoparque Mundial da UNESCO (16)*	Não possuem planos de gestão individual. Quase todos estão em áreas protegidas ou áreas públicas. O geossítio com alto potencial de degradação não é divulgado (o local da ocorrência) até que seja feita uma estrutura de proteção
Caçapava Geoparque Mundial da UNESCO (24)*	O Parque Municipal da Pedra do Segredo possui um plano de manejo individual O Parque Natural Municipal da Cascata do Salso está em fase de elaboração de seu plano de manejo Propriedades privadas turísticas (hostel, pousadas, novelaria) possuem trilhas interpretativas planejadas Também há um plano de ação geral do geoparque para alguns geossítios, como as Guaritas (com estudos indicando a necessidade de UC)
Caminhos dos Cânions do Sul Geoparque Mundial da UNESCO (30)*	Plano de Gestão somente possuem aqueles inseridos em UCs e Parques Públicos. Estamos em fase de elaboração de grande parte deles
Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (21)*	Não. E quanto ao Plano de Gestão Geral o Seridó Geoparque Mundial da UNESCO está construindo um
Uberaba Geoparque Mundial da UNESCO (11)*	Há um Plano de Gestão do geoparque e leis de Proteção para os Geossítios Públicos
Projeto Geoparque Corumbataí (25)*	Apenas o Plano de Gestão Geral, os planos de gestão individuais estão em elaboração, assim como o plano de ações e metas para 2024. O plano de ações e metas contempla mapeamento e classificação dos geossítios e dos stakeholders do projeto, definindo atribuições, parcerias e metas de monitoramento, conservação, valorização e divulgação.
Projeto Geoparque Serra do Sincorá (22)*	Não

Legenda: * número de geossítios considerados na pesquisa pelos gestores de cada território de geoparque

ANEXO A - RESOLUÇÃO ANM Nº 68, DE 30 DE ABRIL DE 2021

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO
RESOLUÇÃO ANM Nº 68, DE 30 DE ABRIL DE 2021

Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001.

A DIRETORIA COLEGIADA DA AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM, no exercício das competências que lhe foram outorgadas pelo art. 2º da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, pelo art. 9º, inciso II, da Estrutura Regimental da ANM, aprovada na forma do Anexo I do Decreto nº 9.587, de 27 de novembro de 2018, e pelo art. 10, inciso II, do Regimento Interno da ANM, aprovado na forma do Anexo II da Resolução ANM nº 2, de 12 de dezembro de 2018.

CONSIDERANDO que o caráter sustentável da atividade de mineração é incrementado por meio da adoção de medidas claras e transparentes que descrevam e regulamentem o Plano de Fechamento de Mina - PFM;

CONSIDERANDO a necessidade de definir, padronizar e regular os procedimentos e parâmetros técnicos a serem desenvolvidos quando da elaboração e efetivação do Plano de Fechamento de Mina - PFM;

CONSIDERANDO a necessidade de acompanhar e controlar as modificações e evoluções do PFM ao longo da vida útil da mina, bem como de estabelecer procedimentos para avaliação e efetivação de pedidos de renúncia de títulos de lavra em consonância com o fechamento e a desativação do empreendimento minerário e o uso futuro das áreas mineradas; e

CONSIDERANDO o constante do processo nº 48400.700606/2017-19, resolve:

CAPÍTULO I
DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se:

I - Título autorizativo de lavra: título que autoriza a seus detentores o aproveitamento de substâncias minerais, segundo preceitos do Código de Mineração vigente e das normas especiais, com base nos seguintes regimes: de Concessão; Licenciamento; Permissão de Lavra Garimpeira, admitindo-se, também, a lavra com base na autorização especial por meio da expedição de Registro de Extração e Guia de Utilização;

II - Mina: empreendimento minerário para a extração de substâncias minerais, localizado em área(s) com título autorizativo de lavra outorgado, estabelecido por um Plano de Aproveitamento Econômico - PAE, Plano de Lavra ou documento similar, aprovado pela ANM, podendo compor um ou mais processos minerários;

III - Plano de Fechamento de Mina - PFM: conjunto de procedimentos para o descomissionamento da área da mina após a atividade de mineração, envolvendo a desmobilização das estruturas provisórias de suporte às operações de lavra e beneficiamento, a estabilização física e química das estruturas permanentes e seus monitoramentos, bem como a habilitação da área para um novo aproveitamento mineral ou outro uso futuro;

IV - Exaustão da mina: a conclusão da atividade de lavra após o esgotamento da reserva minerável da mina, prevista na última atualização do Plano de Aproveitamento Econômico aprovado, conforme [art. 34, inciso II](#), e [art. 35 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018](#);

V - Estruturas provisórias: todas as estruturas de empreendimentos de mineração instaladas durante a vida útil da mina passíveis de serem desmobilizadas, tais como:

- a) infraestruturas civis;
- b) usinas de tratamento de minério;
- c) pátios de insumos, produtos e resíduos;
- d) sistemas de distribuição de água e energia;
- e) equipamentos fixos e móveis;
- f) sistemas de transporte, minerodutos, correias transportadoras, entre outros, com exceção das pistas de transporte interno;



VI - Estruturas remanescentes: todas as estruturas de empreendimentos de mineração instaladas durante a vida útil da mina que não são passíveis de serem desmobilizadas, tais como:

- a) cavas de minas a céu aberto;
- b) galerias de minas subterrâneas;
- c) barragens de água e de sedimentos;
- d) disposições de rejeitos e estéreis desativadas;
- e) pistas de transporte interno, desde que não apresentem situações de riscos para a área descomissionada;

VII - Estabilidade física: estabilidade da área minerada nos aspectos morfológico e geomecânico;

VIII - Estabilidade química: estabilidade da área no aspecto termodinâmico e em equilíbrio químico com o seu ambiente.

Art. 2º Todo Empreendimento Minerário deve ter um PFM elaborado e constituído conforme o Capítulo II desta Resolução.

Art. 3º Os empreendimentos minerários com títulos autorizativos de lavra vigentes e em operação deverão apresentar, no prazo de 18 (dezoito) meses contados da entrada em vigor desta Resolução, um PFM atualizado, nos termos do Capítulo II desta Resolução. *(Redação dada pela [Resolução 104/2022/ANM/MME](#))*

[Redações Anteriores](#)

Parágrafo único. Empreendimentos minerários com título autorizativo de lavra, que tenham apresentado pedido de prorrogação de início das atividades de lavra ou pedido de suspensão de lavra, em análise ou autorizado, terão o prazo de 24 (vinte e quatro) meses para apresentação do PFM, a partir da entrada em vigor desta Resolução. *(Redação dada pela [Resolução 104/2022/ANM/MME](#))*

[Redações Anteriores](#)

Art. 4º O PFM deverá ser elaborado por profissional legalmente habilitado e acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

CAPÍTULO II

DO PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

SEÇÃO I

Dos elementos que devem compor o Plano de Fechamento de Mina - PFM

Art. 5º O PFM de empreendimentos em fase de requerimento de título autorizativo de lavra ou já outorgado com atividade de lavra não iniciada deverá ser constituído, no mínimo, dos seguintes itens:

I - Mapas, plantas, fotografias e imagens, demonstrando a situação atual da área e seu entorno (mapas de uso do solo, geologia, drenagem, limites municipais, edificações, unidades protegidas e/ou com restrições, cartas planialtimétricas, modelo digital de terreno e imagens digitais de satélite, radar ou aérea com alta resolução);

II - Documentação descrevendo a situação atual da área, incluindo:

- a) Histórico da área e atividades de mineração, quando for o caso; e
- b) Estruturas existentes.

III - Projeto da infraestrutura minerária sobreposto ao contexto atual da área;

IV - Projeto conceitual de descomissionamento das estruturas civis e de estabilização física e química das estruturas remanescentes;

V - Ações de reabilitação da área já executadas;

VI - Principais ações de monitoramento e manutenção planejadas na área; e

VII - Cronograma físico-financeiro do PFM, integrando ações de pré-fechamento, fechamento e pós-fechamento.

Art. 6º O PFM para minas em encerramento por exaustão, além dos elementos do art. 5º, deverá conter:

I - Caracterização da área do empreendimento, apresentando dados relacionados a estruturas civis, geotécnicas, hidráulicas, instalações elétricas, equipamentos, entre outros, com registros em imagens e plantas digitais;

II - Avaliação dos riscos decorrentes do fechamento do empreendimento e formas de mitigação dos eventuais danos resultantes da atividade;



III - Plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento minerário;

IV - Plano de estabilização física e química das estruturas remanescentes;

V - Medidas para impedir o acesso não autorizado às instalações do empreendimento mineiro e para interdição dos acessos às áreas perigosas, de acordo com a NRM-12, aprovada pela [Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001](#);

VI - Ações de manutenção e monitoramento das estruturas remanescentes após o encerramento do empreendimento; e

VII - Diretrizes para adequação da área ao uso futuro previsto.

Art. 7º O PFM para minas em encerramento antes da exaustão, além dos elementos contidos nos arts. 5º e 6º, deverá conter ainda:

I - Declaração dos recursos e reservas minerais remanescentes; e

II - Justificativa técnico-econômica para o encerramento das atividades de lavra.

Art. 8º O PFM para minas em operação, além do exigido nos arts. 5º e 6º, deverá conter a expectativa de vida útil do empreendimento.

Art. 9º Os documentos descritos no art. 5º, inciso I, e no art. 6º, inciso I, devem estar padronizados conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, apresentados em escala de detalhe para uma caracterização detalhada do empreendimento e georreferenciados a um sistema de coordenadas geográficas ou sistema de projeção Universal Transversal de Mercator (UTM), referenciados ao Datum oficial do Brasil.

§ 1º Os dados vetoriais devem ser entregues nos formatos DXF ou SHP, e as imagens raster devem ser georreferenciadas e apresentadas no formato GeoTIFF.

§ 2º Os dados digitais deverão ser compatíveis para serem visualizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e / ou Computed Aided Design (CAD).

SEÇÃO II

Das atualizações e dos prazos

Art. 10. O PFM deverá ser atualizado a cada 5 (cinco) anos ou nas atualizações do PAE, o que ocorrer primeiro, apresentando as alterações ocorridas no plano nesse período. 

Art. 11. Os empreendimentos com títulos autorizativos de lavra com validade inferior a 5 (cinco) anos e/ou com previsão de encerramento de suas atividades de lavra inferior a 2 (dois) anos estão isentos da obrigação de atualização do PFM, ficando obrigados à comprovação da execução do PFM, conforme o art. 17 desta Resolução, ao término da vigência do título.

Art. 12. As sucessivas atualizações do PFM deverão contemplar, além da atualização dos itens descritos na Seção I deste Capítulo, os seguintes tópicos:

I - Descrição das ações de fechamento das áreas eventualmente encerradas ao longo da operação (fechamento progressivo); e

II - Levantamento Planialtimétrico atualizado das áreas e estruturas que compõem o empreendimento.

§ 1º A atualização tratada no caput deverá ser comunicada à ANM e estar disponível na mina, para fins de fiscalização.

§ 2º Caso não tenha havido qualquer alteração nos últimos 5 (cinco) anos em relação ao PFM ou PAE apresentados, o interessado deverá confirmar essa informação junto à ANM, ratificando as informações prestadas anteriormente.

Art. 13. A última atualização do PFM deverá ser feita e comunicada à ANM com antecedência mínima de 2 (dois) anos da data prevista para o fechamento da mina.

Art. 14. Em caso de encerramento das atividades minerárias antes da exaustão, deverá ser apresentado um PFM atualizado.

SEÇÃO III

Das disposições específicas para empreendimentos com barragem de mineração

Art. 15. O PFM para empreendimentos com barragens de mineração deve conter também plano de descaracterização destas barragens de mineração ou outra solução técnica a cargo do Responsável Técnico, visando à diminuição do Dano Potencial Associado - DPA a cada barragem de mineração existente na unidade mineira.

§ 1º Caso não seja possível a descaracterização da barragem de mineração, deverá estar previsto no PFM o seu monitoramento, conforme a legislação aplicável.

§ 2º No caso de empreendimentos enquadrados nas situações previstas no caput deste artigo, o profissional a que se refere o art. 4º desta Resolução deverá ser legalmente habilitado para prestação de serviços relacionados a barragens.

CAPÍTULO III

DAS DISPOSIÇÕES TRANSITÓRIAS

Art. 16. Os empreendimentos minerários com requerimento de lavra em tramitação na ANM, até a entrada em vigor desta Resolução, deverão apresentar o seu PFM atualizado nos termos do art. 2º desta Resolução, no prazo de 12 (doze) meses, a partir da outorga do título autorizativo de lavra. *(Redação dada pela [Resolução 104/2022/ANM/MME](#))*

[Redações Anteriores](#)

CAPÍTULO IV

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 17. O empreendedor deverá apresentar à ANM um relatório final de execução do PFM, comprovando que os trabalhos de fechamento foram concluídos de forma adequada e em conformidade com o PFM apresentado à ANM.

Art. 18. A ANM poderá dispensar, por meio de Instrução Normativa, alguns dos elementos exigidos na Seção I do Capítulo II desta Resolução para PFM de empreendimentos de pequeno porte, com operações de lavra e beneficiamento de baixa complexidade e baixo impacto na área do empreendimento.

Art. 19. Somente após aprovação do relatório final de execução do PFM pela ANM, a renúncia ao título minerário poderá ser homologada.

Art. 20. Aos infratores do disposto nesta Resolução aplicam-se as sanções previstas no [Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967](#), no [Decreto nº 9.406, de 2018](#), na [Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010](#), e na [Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020](#).

Art. 21. A execução do PFM da mina e a aprovação do relatório final de execução do seu fechamento não implicam a liberação das obrigações previstas em outras legislações vigentes.

Art. 22. Ficam revogadas as [NRM 20.4 e 20.5](#), aprovadas pela [Portaria DNPM nº 237, de 2001](#).

Art. 23. Esta Resolução entra em vigor e produzirá efeitos a partir de 1º de junho de 2021.

VICTOR HUGO FRONER BICCA

Diretor-Geral

D.O.U., 04/05/2021 - Seção 1



Este texto não substitui a Publicação Oficial.