

GEODIVERSIDADE E PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: POTENCIALIDADES DE GEOSSÍTIOS NA SERRA DO CABRAL (MG)

Gabriela Amorim de **Macedo**¹, Luis Ricardo Fernandes da **Costa**²

(1 – Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), gabrielaamorimdemacedo@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7731-1814>; 2 - Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), luis.costa@unimontes.br <https://orcid.org/0000-0001-8593-861X>).

Resumo: A Serra do Cabral localizada em Minas Gerais é uma região conhecida por sua beleza natural e atrativos turísticos. Nesse contexto, os elementos abióticos do meio ambiente são muito relevantes para as atividades turísticas na região, porém, ainda pouco estudados. De modo a buscar reverter esse quadro, o presente trabalho pretende analisar a geodiversidade da Serra do Cabral. Além disso, propõe-se ainda realizar o mapeamento geomorfológico da região e definir potenciais geossítios nesta área, considerando os valores científico e educativo da geodiversidade propostos por Brilha (2005). Para alcançar tais objetivos, a escolha metodológica englobou revisões bibliográficas, utilização de *software* de geoprocessamento e uma abordagem quantitativa. Foram mapeados três locais na região da Serra do Cabral, com potencialidades enquanto geossítios, e então, estes foram avaliados quantitativamente com auxílio da plataforma *Geossit*. Desta forma, espera-se que este trabalho contribua para a percepção da importância científica e educativa da Serra do Cabral, além da produção de subsídios informacionais para o desenvolvimento turístico sustentável na região. Essa pesquisa é resultado de um trabalho de conclusão de curso de Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes).

Palavras-Chave: Geografia Física, Geoprocessamento, Geodiversidade, Minas Gerais.

GEODIVERSITY AND GEOLOGICAL HERITAGE: POTENTIALITY OF GEOSITES IN SERRA DO CABRAL, MINAS GERAIS

Abstract: Serra do Cabral, located in the state of Minas Gerais, Brazil, is a region known for its natural beauty and tourist attractions. In this context, the abiotic elements of the environment

are crucial to tourist activities carried out in the region, but are still poorly studied. In an attempt to reverse this situation, this study aims to assess the geodiversity of Serra do Cabral. Further, it seeks to carry out geomorphological mapping of the region and define potential geosites in this area, considering the scientific and educational values of geodiversity, as proposed by Brilha (2005). To achieve these objectives, the methodological choice included bibliographic reviews, use of geoprocessing software, and a quantitative approach. Three locations in the Serra do Cabral region were mapped for their potential as geosites and were subsequently assessed in quantitative terms, with the aid of the Geossit platform. It is thus expected that this study will contribute to the perception of the scientific and educational importance of Serra do Cabral, as well as producing informational subsidies for the sustainable tourism development in the region. This research is the result of a final thesis for the Geography course at the State University of Montes Claros (Unimontes).

Keywords: Physical Geography, Geoprocessing, Geodiversity, Minas Gerais.

GEODIVERSIDAD Y PATRIMONIO GEOLÓGICO: POTENCIALIDADES DE GEOSSÍTIOS EN LA SERRA DO CABRAL (MG)

Resumen: La Serra do Cabral, situada en Minas Gerais, es una región conocida por su belleza natural y sus atractivos turísticos. En este contexto, los elementos abióticos del medio ambiente son muy relevantes para las actividades turísticas de la región, pero todavía están poco estudiados. En un intento de revertir esta situación, este estudio pretende analizar la geodiversidad de la Serra do Cabral. Pretende también realizar una cartografía geomorfológica de la región y definir los geositos potenciales de esta área, teniendo en cuenta los valores científicos y educativos de la geodiversidad propuestos por Brilha (2005). Para alcanzar estos objetivos, la elección metodológica abarcó revisiones bibliográficas, el uso de software de geoprocésamiento y un enfoque cuantitativo. Se cartografiaron tres sitios de la región de Serra do Cabral con potencial como geositos, que fueron evaluados cuantitativamente mediante la plataforma Geossit. De esta forma, se espera que este trabajo contribuya a la percepción de la importancia científica y educativa de Serra do Cabral, además de producir subsidios informativos para el desarrollo del turismo sostenible en la región. Esta investigación es el resultado de un curso final de Geografía de la Universidad Estadual de Montes Claros (Unimontes).

Palabras Clave: Geografia Física, Geoprocessamento, Geodiversidad, Minas Gerais.

Introdução

A geodiversidade tem se consolidado como um tema de grande relevância científica e ambiental, especialmente por sua estreita relação com o patrimônio natural e cultural de uma determinada região. Compreender os processos geológicos, geomorfológicos e demais elementos abióticos que compõem uma paisagem é essencial para o entendimento integrado do ambiente, além de ser uma base importante para ações de conservação e valorização territorial.

Como apontam Silva e Baptista (2023), os estudos sobre geodiversidade têm como principal objetivo a conservação dos elementos abióticos (geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia, etc.) em articulação com os aspectos bióticos, sociais e culturais, revelando sua importância interdisciplinar e estratégica.

Nesse contexto, a promoção de práticas sustentáveis como o geoturismo emerge como uma alternativa viável e necessária para valorizar e preservar o patrimônio geológico. Segundo Bento, Farias e Nascimento (2020), a geodiversidade é o principal atrativo do geoturismo, sendo passível de exploração tanto em áreas naturais quanto urbanas — uma distinção importante frente a outras práticas, como o ecoturismo.

A Serra do Cabral, situada no Centro-Norte de Minas Gerais, apresenta-se como um local de elevada riqueza geológica, geomorfológica e paisagística, configurando-se como um patrimônio natural ainda pouco explorado sob a perspectiva da geodiversidade. Apesar de sua expressiva relevância ambiental e científica, há uma lacuna significativa de estudos voltados à caracterização e valorização da geodiversidade nessa região. Assim, este trabalho justifica-se pela necessidade de ampliar o conhecimento técnico-científico sobre a área, fornecendo subsídios para ações de conservação, estímulo ao geoturismo e elaboração de políticas públicas voltadas à gestão do território.

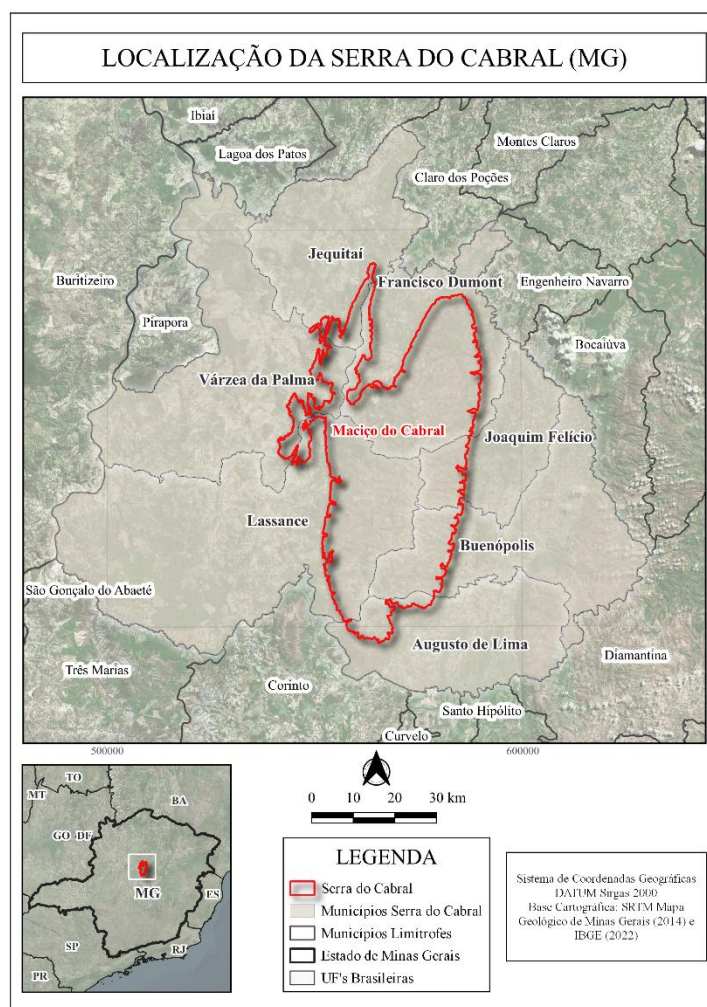
Diante desse panorama, o presente artigo tem como objetivo analisar a geodiversidade na região da Serra do Cabral, com ênfase nos seus elementos geológicos, hidrográficos e geomorfológicos. A proposta parte da premissa de que tais elementos influenciam diretamente na configuração ambiental e no potencial de conservação da área, evidenciando os valores científicos, educacionais e turísticos da geodiversidade local.

Material e Métodos

Localização e Caracterização da área de Estudo

A Serra do Cabral, área de pesquisa do presente estudo, se situa nos municípios de Augusto de Lima, Buenópolis, Francisco Dumont, Jequitai, Joaquim Felício, Lassance e Várzea da Palma, estes municípios são características cidades de interior com baixa densidade populacional. As altitudes da região do maciço variam de 500 metros a 1400 metros de altitude (Silva, 2005). A localização da Serra do Cabral está exposta na figura 01.

Figura 01. Localização da Serra do Cabral



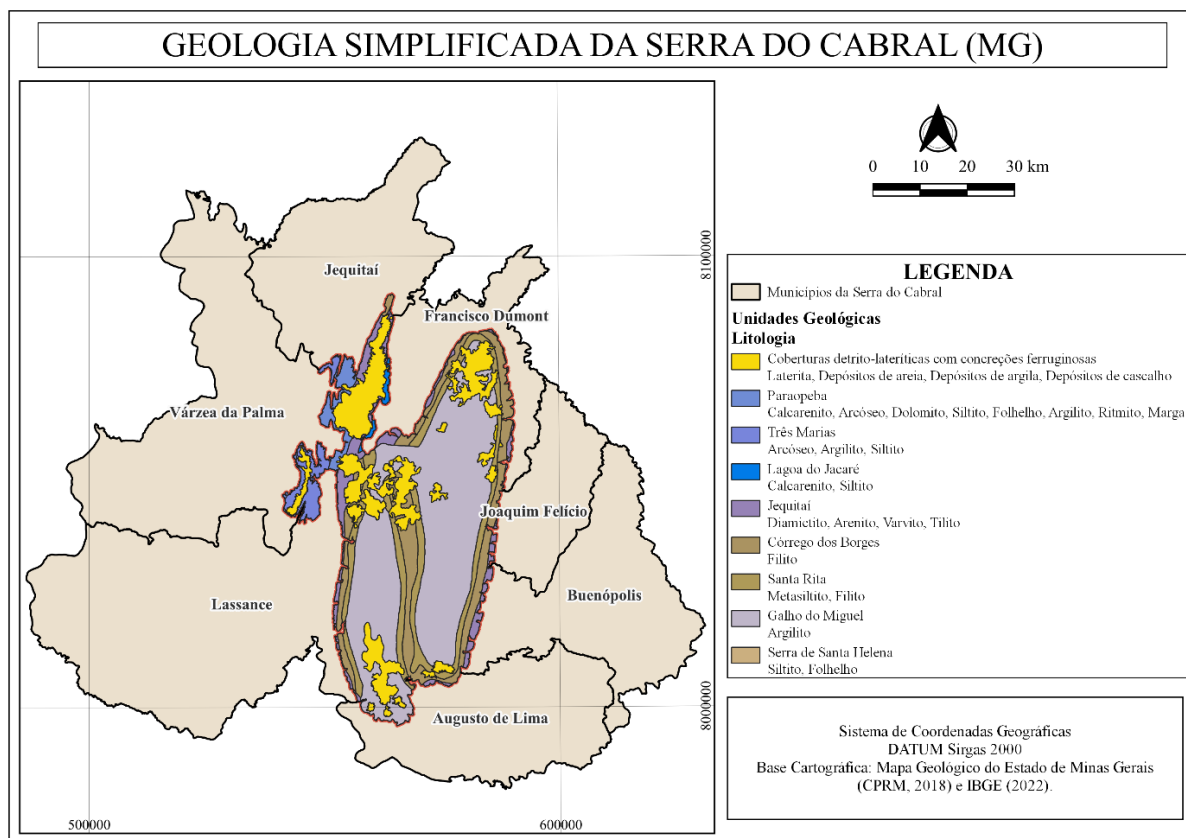
Fonte: SRTM Mapa Geológico de Minas Gerais (2014) e IBGE (2022). Elaborado pelos autores (2024).

Dentre os relevos mineiros, o maciço montanhoso denominado Serra do Cabral apresenta uma grande importância para a região Central e Norte do estado por abrigar um importante potencial de biodiversidade, hídrico e de patrimônio arqueológico (Romeiro &

Gontijo, 2019). Saadi (1991), afirma que o relevo da região é o resultado da união de sistemas associados às dinâmicas internas e externas atuantes na superfície ao longo do tempo geológico. Na Serra do Cabral, afloram parcialmente os litotipos de topo do Supergrupo Espinhaço como coberturas pouco deformadas e metamorfasadas. Estes litotipos são representantes das formações Galho do Miguel, Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira e Córrego Pereira, sendo que as duas últimas unidades só ocorrem no flanco oeste da serra. (Lopes, 2012).

A figura 2, trata do contexto geológico da Serra do Cabral, demonstrando Unidades Geológicas e Litologia da região.

Figura 02. Geologia Simplificada da Serra do Cabral (MG)



Fonte: IBGE (2022) e CPRM (2018). Elaborado pelos autores (2024).

A predominância dentro dos limites do maciço da Serra do Cabral é das Unidades Geológicas Galho do Miguel, Coberturas Detrito-Lateríticas com concreções ferruginosas, Santa Rita e Córrego dos Borges. Segundo Zanetti, Silva, Garcia, Martins e Valore (2017), na Serra do Cabral a Formação Galho do Miguel está relacionada ao Grupo Diamantina e as formações Santa Rita e Córrego dos Borges são associadas ao Grupo Conselheiro Mata.

Sobre a Litologia, baseada nas Unidades Geológicas, o destaque é das rochas Argilito, Metassilito, Filito, Laterita e Depósitos de areia, argila e cascalho, demonstrando predominância de rochas de origem sedimentar nesta região, sugerindo que a Serra do Cabral está inserida em uma área de bacia sedimentar. As informações geológicas presentes em regiões como a Serra do Cabral que representa uma parte do Supergrupo Espinhaço aflorante dentro do Cráton do São Francisco, são relevantes para que a geodinâmica do planeta seja compreendida.

Os recursos hídricos se mostram indispensáveis na caracterização e existência de certa região. Enquanto agente de formação de relevo e de proteção de ecossistemas, a água se mostra relevante para a compreensão da dinâmica existente na Serra do Cabral.

Pangaio e Seda (2016) afirmam que na Serra do Cabral há uma abundante rede hidrográfica, formadora de inúmeras cachoeiras e piscinas naturais, que compõem, juntamente com os afloramentos rochosos, as veredas, matas e campos naturais, paisagens de grande beleza. A hidrografia é um aspecto de destaque nessa área, pois é possível encontrar na Serra do Cabral dois afluentes diretos do Rio São Francisco: o Rio das Velhas e o Rio Jequitai.

Sobre a pedologia na região, Miazaki (2016), em seu estudo focado nos campos rupestres da Serra do Cabral, concluiu que, este é pouco desenvolvido e carente em nutrientes, com os principais tipos tratando-se do Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico e o Latossolo Vermelho-Amarelo.

Metodologia

O trabalho em questão pretende realizar um estudo sobre os elementos da Geodiversidade existentes na Serra do Cabral, em Minas Gerais a partir de uma abordagem quantitativa.

Do âmbito metodológico, o presente trabalho organizou-se por meio de quatro etapas: A primeira, baseou-se em uma ampla revisão bibliográfica, com base em periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, disponíveis em plataformas como *Google Scholar*, SciELO e Periódicos CAPES. Foram utilizadas obras clássicas e recentes da Geografia Física para embasamento teórico e conceitual dessa pesquisa, baseando-se em obras e autores na esfera da Geografia Física e da Geodiversidade.

A segunda etapa de procedimentos metodológicos aplicados para a construção dessa pesquisa foi a utilização de softwares e de ferramentas de geoprocessamento. O *software* de produção de mapas e geoprocessamento QGis na versão 3.22, foi crucial para a produção desse

trabalho. O programa *Excel* versão 2311 foi utilizado para a elaboração dos quadros presentes nesse estudo.

A terceira etapa foi a construção do mapeamento geomorfológico da Serra do Cabral. Nessa pesquisa, foi utilizada a metodologia adotada na Taxonomia do Mapeamento Geomorfológico presente no Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, publicado em 2009. O IBGE utiliza uma estrutura taxonômica hierárquica para mapear o relevo do Brasil, esta estrutura enfatiza as características particulares dos conjuntos de feições de relevo, e frequentemente dá nomes próprios a estes conjuntos. (IBGE, 2009).

Abaixo segue o quadro 01, constando as definições disponibilizadas pelo IBGE da taxonomia do mapeamento geomorfológico, considerando os três táxons abordados nesse trabalho.

Quadro 01. Definição dos táxons do Mapeamento Geomorfológico

Táxon	Definição
Domínios Morfoestruturais	São os maiores táxons na compartimentação do relevo. Ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas.
Regiões Geomorfológicas	Constituem o segundo nível da classificação do relevo. Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.
Unidades Geomorfológicas	Corresponde ao terceiro nível taxonômico. Elas são definidas como um arranjo de formasaltimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológicas e estrutural.

Fonte: Adaptado do IBGE (2009). Org.: Os autores (2024).

E a quarta e última etapa se consolidou mediante a definição dos geossítios. Nessa etapa buscou definir os potenciais geossítios na área estudada, e então caracterizá-los, registrando a descrição do potencial geológico. Nesse sentido, com a utilização da Plataforma *Geossit*, mantida pelo Serviço Geológico do Brasil, foi realizada a avaliação quantitativa do Valor Científico e Potencial Valor Educativo e Turístico dos Geossítios. No valor científico é considerado a Representatividade, Local-Tipo, Conhecimento Científico, Integridade, Diversidade Geológica/Geomorfológica, Raridade e Limitações ao Uso. No âmbito do Potencial Valor Educativo são analisados Vulnerabilidade, Acessibilidade, Caracterização de Acesso, Segurança, Logística, Densidade Populacional, Associação com outros valores, Beleza Cênica, Singularidade, Condições de Observação, Potencial Didático e Diversidade Geológica/Geomorfológica.

O Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) é responsável por manter a plataforma *Geossit*, para cadastro de Geossítios e Sítios Geológicos por pesquisadores. O Geossit é uma ferramenta destinada ao inventário, qualificação e avaliação quantitativa de geossítios e sítios da geodiversidade, permitindo classificação de relevância dos locais catalogados pela CPRM. A plataforma utiliza um método com base nos conceitos de Brilha (2016), adaptados à realidade brasileira.

Fundamentação Teórica

No âmbito da Geociências, o termo Geodiversidade emergiu no campo científico a partir da década de 1990 (Souza, Souza & Sousa, 2022). Ponderando o meio ambiente, grande parte dos estudiosos pautavam suas pesquisas na biodiversidade, considerando apenas o meio biótico. As discussões passaram a abranger a geodiversidade, uma vez que sucedeu o reconhecimento dos atributos físicos da paisagem no contexto de conservação e patrimônio natural. (Souza, 2016).

Os valores da geodiversidade foram categorizados inicialmente na obra de Murray Gray, denominada “*Geodiversity*” do ano de 2004. Esse trabalho é um dos mais completos até os dias atuais na discussão da temática da geodiversidade; nele, Gray trata de sete categorias principais, definidas como valores, que a partir destas, desdobra mais de 30 itens e sub valores da geodiversidade.

É relevante destacar que, posteriormente, Gray (2013), definiu com base na Avaliação Ecosistêmica do Milênio, um novo sistema de valorização para a geodiversidade. Esse sistema compreende um valor intrínseco, cinco categorias de serviços (regulação, suporte, fornecimento, cultural e conhecimento) e 25 bens e processos. A estrutura de valorização da geodiversidade fundamentada nos serviços ecossistêmicos visa descrever a contribuição da natureza para a qualidade de vida no planeta, promovendo uma integração significativa entre os estudos de geodiversidade e biodiversidade. (Silva & Nascimento, 2018).

Em 2005, o geólogo português José Brilha, publicou o livro “Património Geológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica”, no qual discutiu a temática da Geodiversidade com olhar específico ao território de Portugal. Baseando-se nas propostas de Gray (2004), Brilha (2005) descreve os valores da geodiversidade de acordo com valor e interesse dos elementos. O quadro 02 mostra esses valores e sua descrição:

Quadro 02. Valores da Geodiversidade

Valor	Definição
Intrínseco	Subjetivo, de difícil quantificação. Relativo à relação entre homem e natureza.
Cultural	Interdependência do meio físico para o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso.
Estético	Subjetivo, não passível de quantificação. Varia de indivíduo para indivíduo.
Econômico	Objetivo e de fácil quantificação. Compete ao valor de minerais, rochas, fósseis, etc.
Funcional	De difícil quantificação. Dividido entre o caráter <i>in situ</i> (utilidade para os seres humanos) e o caráter de utilidade enquanto substrato para animais e/ou plantas.
Científico	Baseia-se no acesso, investigação e estudo dos elementos da geodiversidade.
Educativo	Pautado nas atividades educativas formais e não formais no ensino pedagógico das Ciências da Terra

Fonte: Adaptado de Brilha (2005). Org.: Os autores (2024).

Segundo Nascimento, Azevedo e Mantesso-Neto (2008), a definição de valores na geodiversidade, está alocada no fato de que, a importância do ato de preservar ou conservar algo, está diretamente ligada à atribuição de algum valor. (Nascimento, Azevedo & Mantesso-Neto, 2008).

Autores como Thomas Hose, um dos pioneiros a conceituar o geoturismo, o relaciona diretamente com o meio abiótico da natureza, a geodiversidade. Hose conceituou geoturismo em 1995, e o aprimorou em 2000, afirmando que, o geoturismo promove os valores e as vantagens associadas aos locais e aos elementos geológicos e geomorfológicos, garantindo sua preservação para fins educacionais, recreativos, turísticos ou de lazer para diferentes públicos.

Bento et al. (2020) trazem uma discussão interessante sobre o geoturismo. Os autores afirmam que ainda há uma dificuldade na conceituação do Geoturismo, isso porque, em alguns trabalhos, este é considerado um segmento turístico e em outros como subsegmento do ecoturismo.

No âmbito da Geodiversidade, outro conceito relevante é o de Geossítios. Geossítios ou Sítios da Geodiversidade, são definidos por Figueiró e Van Ahn (2024) como locais de valor científico e educativo, apresentando relevância e interesse para a geodiversidade. Estes locais auxiliam na compreensão da história geológica da Terra. (Figueiró & Van Ahn, 2024).

Segundo Guedes, Oliveira, Matos, Quadros e Mayato (2023), as características geológicas dos geossítios podem mostrar uma série de eventos anteriores que contribuíram para a criação do ambiente habitável em que a sociedade se desenvolveu.

Alinhado aos aspectos da Geodiversidade, existe o Patrimônio Geológico. Para Brilha (2005), o Patrimônio Geológico é definido pelo conjunto dos geossítios delimitados geograficamente, em que ocorrem elementos de geodiversidade. O Patrimônio Geológico é

constituído por todos os recursos do meio abiótico, ou seja, formações geológicas ou geomorfológicas, paisagens, afloramentos mineralógicos e paleontológicos.

Existem diversas metodologias para a avaliação da geodiversidade em um ambiente. Brilha (2016) propõe que o potencial de um geossítio pode ser avaliado de forma quantitativa, analisando a Representatividade, Integridade, Raridade e Conhecimento científico do local. Outra possibilidade de avaliação quantitativa é por meio da Plataforma *Geossit*, que observa Valor Científico, Risco de Degradação dos geossítios e o Potencial Valor Educativo e Turístico, como ocorre na Plataforma *Geossit*. Conforme a plataforma supracitada, são considerados geossítios de relevância nacional aqueles locais com Valor Científico igual ou superior a 200 ou com valor científico inferior a 200, mas que apresentam um Potencial Valor Educativo (PVE) ou Potencial Valor Turístico (PVT) igual ou superior a 200. A relevância regional é atribuída aos locais cujo Valor Científico é inferior a 200 e o PVE ou PVT é inferior, ou igual a 200. (Silva, Araújo & Figueiró, 2023).

Resultados e Discussão

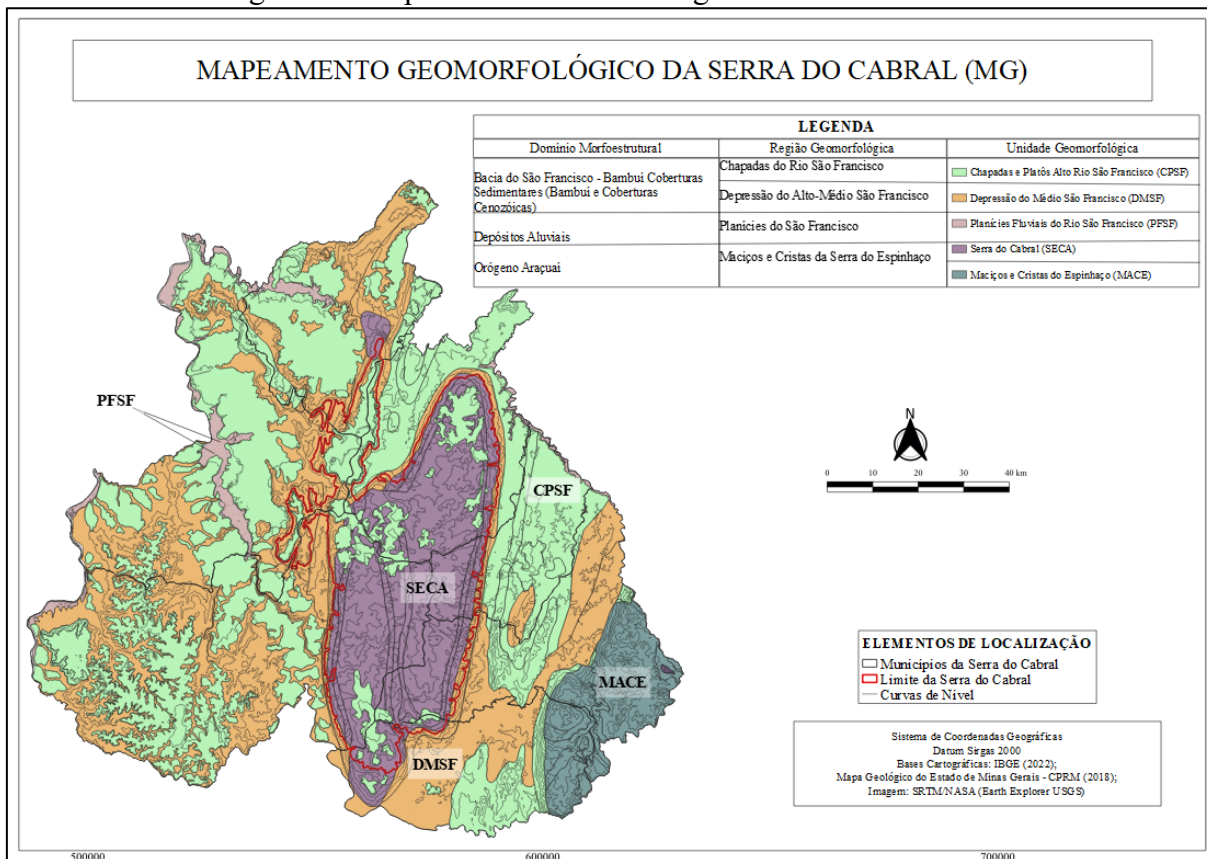
Mapeamento Geomorfológico

O mapeamento geomorfológico tem como principal objetivo compreender as feições do relevo. O mapeamento da morfologia do relevo é uma ferramenta de suporte técnico para os estudiosos da geomorfologia, que possibilita a análise das vulnerabilidades ambientais desse ambiente, além de permitir a avaliação das mudanças nas dinâmicas causadas pela intervenção humana. Baseada nos métodos cartográficos, o mapeamento geomorfológico viabiliza o diagnóstico de questões ambientais e contribui para o planejamento físico-territorial (Gomes, Sobrinho & Vital, 2023).

O presente trabalho fez uso da metodologia utilizada na Taxonomia do Mapeamento Geomorfológico presente no Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE, publicado em 2009. Para o estudo da região da Serra do Cabral, foram considerados os três primeiros táxons: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas e Unidades Geomorfológicas.

Considerando estes aspectos, foi realizado o Mapeamento Geomorfológico da delimitação Serra do Cabral, representado na figura 3.

Figura 03. Mapeamento Geomorfológico da Serra do Cabral



Fonte: IBGE (2022), CPRM (2018) e SRTM/NASA (Earth Explorer/USGS). Elaborado pelos autores (2024).

O Domínio Morfoestrutural que abrange a maior área do mapeamento é o Orógeno Araçuai. Esse domínio abriga apenas uma Região Geomorfológica - Os Maciços e Cristas do Espinhaço. Essa única Região Geomorfológica, corresponde a Unidade Geomorfológica Serra do Cabral. A Unidade Geomorfológica Serra do Cabral corresponde a área delimitada do maciço e arredores, estando inserida em todos os municípios componentes. A geologia dessa área de elevação corresponde às Formações Córrego Borges, Santa Rita e Galho do Miguel. Essa Unidade apresenta altitudes elevadas, sempre acima dos 600 metros, chegando aos 1.300 metros de altitude nas áreas mais altas. (CPRM, 2018).

O domínio morfoestrutural nomeado Bacia do São Francisco – Bambuí Coberturas Sedimentares (Bambuí e Coberturas Cenozoicas) foi subdivido em duas Regiões Geomorfológicas: Chapadas do Rio São Francisco e a Depressão do Alto-Médio São Francisco, que subdividem nas Unidades Chapadas e Platôs do Alto Rio São Francisco e Depressão do Médio São Francisco, respectivamente. As Chapadas e Platôs do Alto Rio São Francisco são a Unidade Geomorfológica predominante no Mapeamento Geomorfológico da região da Serra

do Cabral. Essa unidade está localizada em áreas de altitude considerável (500-900 metros). A geologia desta área é composta pelas Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas e Coberturas Detrito-Lateríticas com Concreções Ferruginosas do Cenozoico, Grupo Areado, Grupo Macaúbas Indiviso e Formação Lagoa do Jacaré, essa unidade apresenta uma topografia diversificada. A Depressão do Médio São Francisco também ocupa parte considerável da área delimitada. Com altitudes mais baixas (500-800m), essa unidade está inserida nas áreas próximas às áreas de relevos mais íngremes. Sua geologia é composta pelas Formações Jequitaiá, Serra da Santa Helena e Três Marias e pelo Subgrupo Paraopeba. (CPRM, 2018)

Geossítios na Serra do Cabral

Para a avaliação dos geossítios na Serra do Cabral (MG), foram escolhidos os valores Científico e Educativo da Geodiversidade, considerando a importância e contribuição neste trabalho. Brilha (2005), classifica esses valores de forma conjunta:

[...] A geodiversidade apresenta um valor científico e educativo inegável. A investigação de carácter aplicado contribui para melhorar a relação da espécie humana com a geodiversidade, quer ajudando a viver em zonas potenciais de risco (vulcânico, sísmico...) quer monitorizando e controlando o impacto sobre o ambiente das nossas agressivas atividades industriais, e isto para referir apenas dois exemplos. A educação em Ciências da Terra só pode ter sucesso se permitir o contato direto com a geodiversidade. Quer no que respeita a atividades educativas formais, de âmbito escolar, quer a atividades educativas não formais, dirigidas ao público em geral. (Brilha, 2005, p. 40).

Sobre a importante relação da geodiversidade com os valores científico e educativo, Silva, Ferreira, Diniz e Silva (2023), afirmam que o patrimônio geológico, em virtude de sua natureza multidisciplinar e integradora, emerge como um objeto de estudo altamente atrativo, tanto no âmbito científico quanto educacional. Sua diversidade, propicia a condução de pesquisas de diversas orientações, todas convergindo em um discurso essencialmente voltado para a sua aplicabilidade na sociedade em múltiplas esferas, reforçando assim sua relevância e potencial impacto nas esferas científicas e educacionais. (Silva et al. 2023).

Compreende-se, então, que a diversidade dos geossítios, permite a realização de pesquisas que enriquecem o entendimento científico e promovem um ambiente educacional aplicável em diversos níveis de ensino.

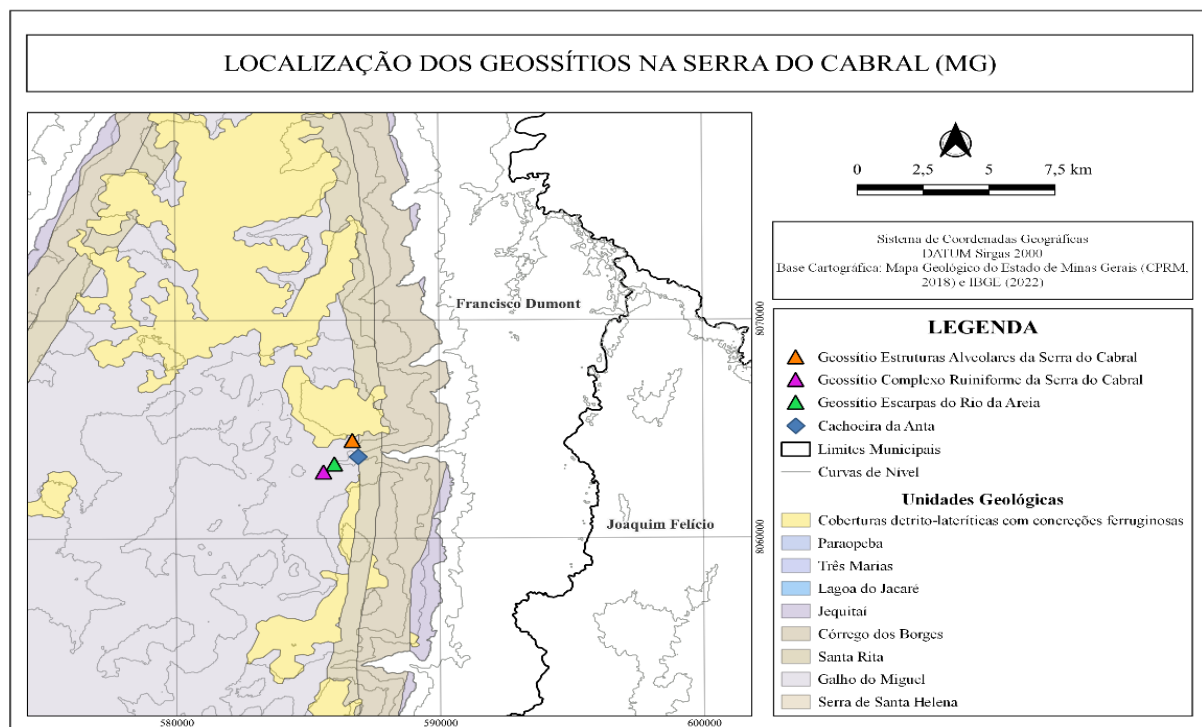
Antes da apresentação dos geossítios neste trabalho, torna-se relevante retratar os critérios dos aspectos considerados na análise quantitativa realizada pela plataforma Geossit. No valor científico é considerado a Representatividade, Local-Tipo, Conhecimento Científico,

Integridade, Diversidade Geológica/Geomorfológica, Raridade e Limitações ao Uso. No âmbito do Potencial Valor Educativo são analisados Vulnerabilidade, Acessibilidade, Caracterização de Acesso, Segurança, Logística, Densidade Populacional, Associação com outros valores, Beleza Cênica, Singularidade, Condições de Observação, Potencial Didático e Diversidade Geológica/Geomorfológica.

Os critérios são representados por valores de 1 a 4, onde quanto maior, melhor a pontuação naquele critério específico. Há ainda o valor 0, quando aquele critério não se aplica ao geossítio ou sítio da geodiversidade analisado. Já os percentuais, correspondem a relevância quantitativa daquele critério na nota final.

Como pode ser observado na figura 04, os geossítios possuem uma grande proximidade geográfica - todos na região da Cachoeira da Anta, em Francisco Dumont–MG, por esta razão, muitas de suas características são semelhantes na avaliação quantitativa.

Figura 04. Localização dos Geossítios na Serra do Cabral



Fonte: CPRM (2018) e IBGE (2022). Elaborado pelos autores (2024).

Foram identificados três geossítios na região, catalogados com base em registros fotográficos fornecidos pelo guia local Genésio Fonseca. Considerando que sua atividade

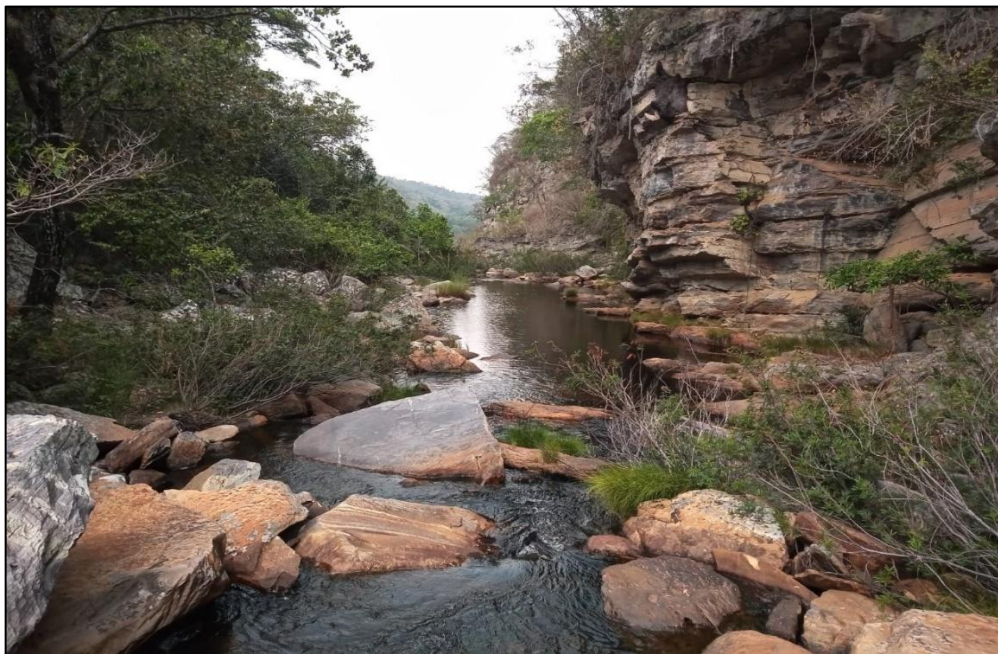
profissional se concentra no município de Francisco Dumont (MG), todos os geossítios delimitados estão situados dentro dos limites territoriais desse município.

No contexto geológico, o geossítio Escarpas do Rio da Areia e o Complexo Ruiniforme da Serra do Cabral estão situados na Unidade Geológica Galho do Miguel, a qual é predominantemente composto por argilitos no âmbito litológico. Por sua vez, o Geossítio Estruturas Alveolares da Serra do Cabral encontra-se numa zona de transição entre as unidades Galho do Miguel e Coberturas Detrito-Lateríticas com Concreções Ferruginosas. Esta última unidade é constituída principalmente por laterita, além de depósitos de areia, argila e cascalho.

Geossítio Escarpas do Rio da Areia

O geossítio Escarpas do Rio da Areia, se localiza a cerca de 22 quilômetros (km) em linha reta da cidade de Francisco Dumont–MG nas coordenadas 17°30'50"S 44°11'23"W em 890m de altitude. O acesso pode ser feito pela MG-208, sentido povoado de Buriti Grande, em uma estrada sem pavimentação por 43 km. Está localizado nas margens do Rio da Areia, um dos principais afluentes do Rio Jeiquitaí no município. A figura 5 mostra o geossítio em questão.

Figura 05. Geossítio Escarpas do Rio da Areia

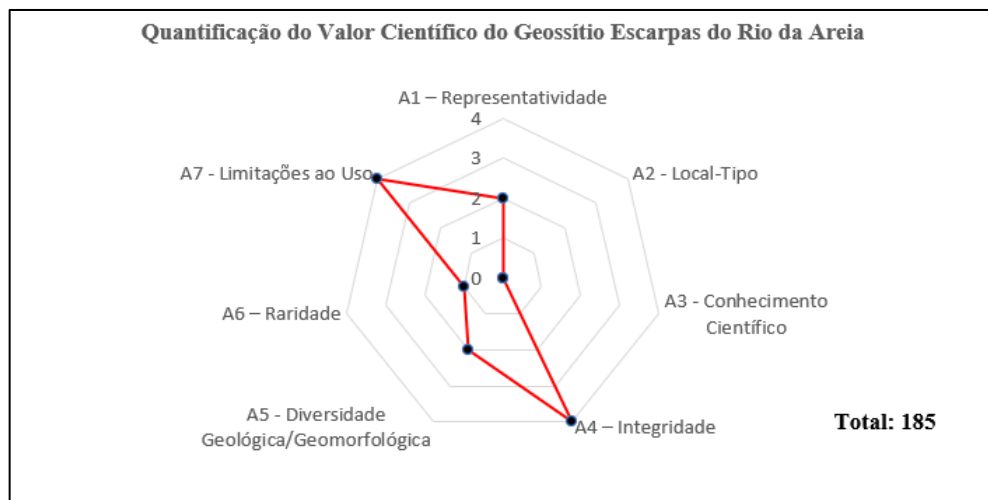


Fonte: Imagens cedidas pelo Guia Genésio Fonseca (2023).

No âmbito geomorfológico deste geossítio é possível observar uma dinâmica linear acentuada com características de incisão fluvial por processos lineares. As áreas expostas demonstram estrutura em rochas sedimentares e escarpas bem definidas. Além disso, há indícios de desmoronamento em razão da ação erosiva do Rio da Areia na base da vertente.

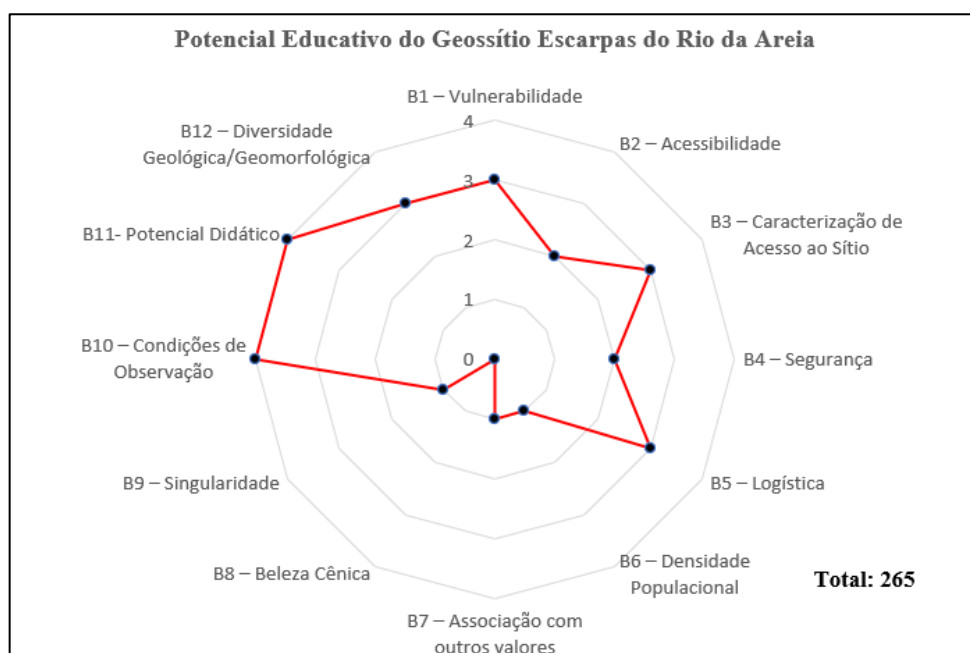
Os gráficos 7 e 8 sintetizam a avaliação quantitativa deste geossítio.

Figura 07. Quantificação do Valor Científico do Geossítio Escarpas do Rio da Areia



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). **Fonte:** Organizado pelos autores. (2024).

Figura 08. Potencial Educativo do Geossítio Escarpas do Rio da Areia



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). **Fonte:** Organizado pelos autores. (2024).

Como evidenciado nos gráficos acima, pode-se observar um valor científico de 185 pontos no geossítio Escarpas do Rio da Areia, que retrata relevância regional para o local. Quanto ao potencial valor educativo, a pontuação foi bastante significativa, alcançando a pontuação de 265 pontos, garantindo um potencial valor educativo de relevância nacional.

Geossítio Complexo Ruiniforme da Serra do Cabral

Esse geossítio se localiza a 23 km em linha reta da cidade de Francisco Dumont–MG, nas coordenadas 17°31'02"S 44°11'37"W, em 908m de altitude. O acesso pode ser feito da mesma forma que ao geossítio anterior, pela MG-208, sentido povoado de Buriti Grande, em uma estrada sem pavimentação por 43 km. A figura 09 demonstra esse geossítio.

Figura 09. Geossítio Complexo Ruiniforme da Serra do Cabral



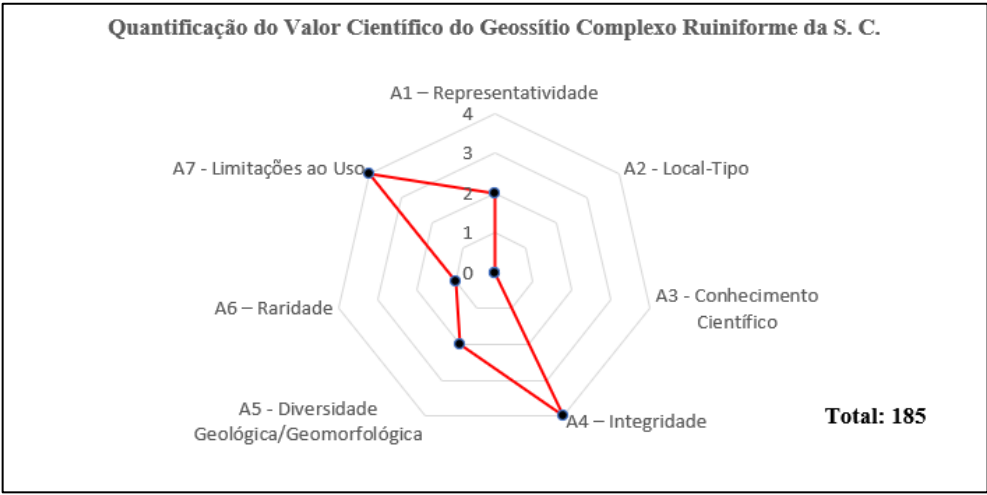
Fonte: Imagens cedidas pelo Guia Genésio Fonseca (2023).

O geossítio apresenta um relevo em características ruiniformes. Relevos ruiniformes são resultantes do processo de erosão diferencial. No caso do local em questão, o relevo ruiniforme é resultado de processos de erosão pluvial, ocasionada a partir da água da chuva, e eólica, causada pelo vento.

Os gráficos 10 e 11 demonstram a avaliação quantitativa do geossítio em evidência.

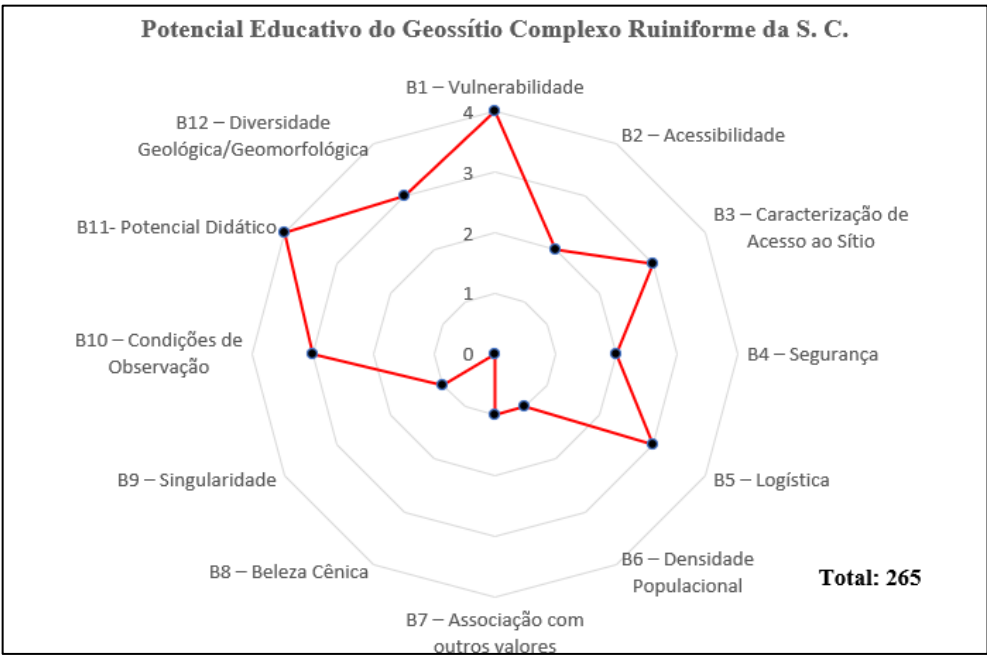
Conforme demonstrado nos gráficos acima, no geossítio Complexos Ruiniformes da Serra do Cabral foi possível observar um valor científico de 185 pontos e potencial valor educativo de 265 pontos, resultado que também foi registrado no geossítio anteriormente apresentado.

Figura 10. Valor Científico do Geossítio Complexo Ruiforme da Serra do Cabral



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). Fonte: Organizado pelos autores. (2024).

Figura 11. Potencial Educativo do Geossítio Complexo Ruiforme da Serra do Cabral



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). Fonte: Organizado pelos autores. (2024).

O geossítio Estruturas Alveolares da Serra do Cabral se encontra a 21 km de Francisco Dumont–MG, em linha reta, nas coordenadas 17°30'15"S 44°11'00"W, em 1.017 m de altitude. O acesso pode ser realizado da mesma forma que os geossítios anteriormente citados. A figura 12 mostra este geossítio.

Figura 12. Geossítio Estruturas Alveolares da Serra do Cabral



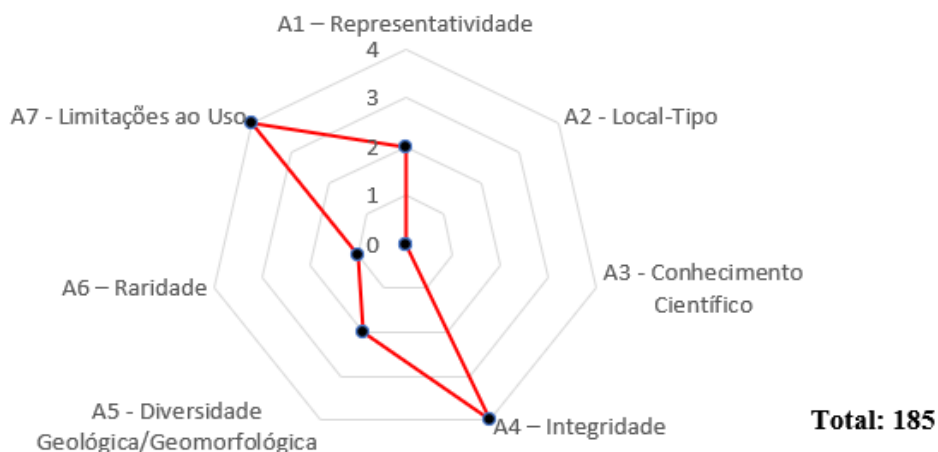
Fonte: Imagens cedidas pelo Guia Genésio Fonseca (2023).

O destaque geomorfológico deste geossítio é a formação de alvéolos nas rochas. Os alvéolos são as concavidades circulares distribuídas abundantemente na forma de nichos de intemperismo. Esses alvéolos são resultantes de processos erosivos.

Posto isso, os gráficos 13 e 14 demonstram a avaliação quantitativa deste geossítio.

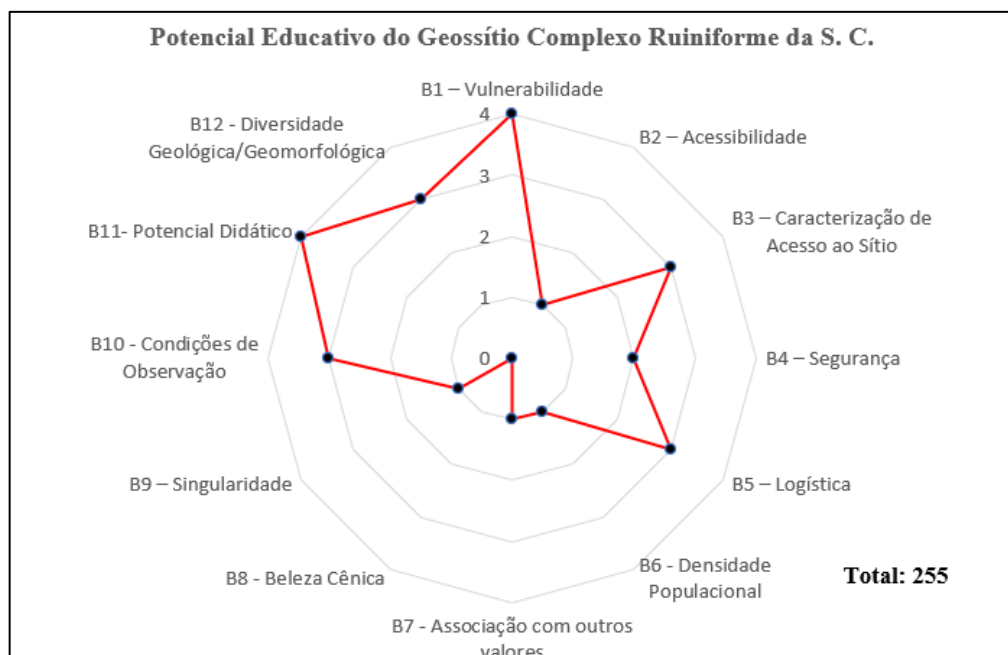
Figura 13. Valor Científico do Geossítio Estruturas Alveolares da Serra do Cabral

Quantificação do Valor Científico do Geossítio Estruturas Alveolares da S. C.



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). **Fonte:** Organizado pelos autores. (2024).

Figura 14. Potencial Educativo do Geossítio Complexo Ruiniforme da Serra do Cabral



Adaptação: Geossit/Brilha (2016). **Fonte:** Organizado pelos autores. (2024).

Como evidenciado nas tabelas acima, pode-se observar um valor científico de 185 pontos no geossítio Z, resultado semelhante aos geossítios anteriores, retratando a relevância regional do local no âmbito científico. Quanto ao potencial valor educativo, a pontuação foi muito expressiva, embora tenha ficado abaixo dos geossítios anteriormente apresentados, alcançou, 255 pontos, garantindo um potencial valor educativo de relevância nacional.

Discussão

Do âmbito quantitativo, os três locais analisados são classificados como Sítios da Geodiversidade, segundo a Plataforma *Geossit*, em razão das pontuações de valor científico não ultrapassarem os 200 pontos. Ainda conforme a Plataforma *Geossit*, no potencial valor educativo e valor científico, os três locais possuem relevância nacional e regional, respectivamente.

Como pode ser observado na figura 4, em razão da proximidade entre os geossítios - todos na região da Cachoeira da Anta, em Francisco Dumont–MG - muitas de suas características são semelhantes. Por este motivo as pontuações são correspondentes ou se alteram pouco.

A tabela 1 sintetiza os resultados da avaliação quantitativa de cada geossítio e observações sobre as pontuações.

Tabela 1. Resumo da Avaliação Quantitativa dos Geossítios da Serra do Cabral

Critério	Geossítio Escarpas do Rio da Areia	Geossítio Complexo Ruiforme da Serra do Cabral	Geossítio Estruturas Alveolares da Serra do Cabral	Observações
A1) Representatividade	2	2	2	Bons locais para ilustrar processos relacionados à área temática
A2) Tipo-Local	0	0	0	Não se enquadram como áreas de exposição (testemunho de sondagem ou mina)
A3) Reconhecimento Científico	0	0	0	Não existem trabalhos publicados sobre a área com abordagem na temática
A4) Integridade	4	4	4	Elementos geológicos bem conservados
A5) Diversidade Geológica	2	2	2	Possuem de 3 a 4 aspectos geológicos de relevância científica
A6) Raridade	1	1	1	Possuem muitos locais semelhantes na área de estudo
A7) Limitações de Uso	4	4	4	Não possuem barreiras físicas ou necessidade de autorização de acesso
B1) Vulnerabilidade	3	4	4	Geossítio Escarpas do Rio da Areia com grande proximidade a área turística (maior probabilidade de deterioração dos elementos geológicos por atividades antrópicas)
B2) Acesso Rodoviário	2	2	1	Geossítios Escarpas do Rio da Areia e Complexo Ruiforme são mais acessíveis que o geossítio Estruturas Alveolares
B3) Caracterização do Acesso	3	3	3	Acesso ocasional para turistas e/ou estudantes

B4) Segurança	2	2	2	Não há infraestrutura de segurança, mas a menos de 50 km a serviços de socorro
B5) Logística do Local	3	3	3	Existem restaurantes e alojamentos para grupos a menos de 50 km
B6) Densidade Populacional	1	1	1	Localizados em um município com densidade menor que 100 hab/km ²
B7) Associação com Outros Valores	1	1	1	Distantes de valores culturais, mas próximos de valores ecológicos
B8) Beleza Cênica	0	0	0	Não são usados em campanhas turísticas ou geológicas
B9) Singularidade	1	1	1	Aspectos comuns a diversas regiões do país
B10) Condições de observação	4	3	3	Observação dos elementos geológicos mais facilitada no Geossítio Escarpas do Rio da Areia
B11) Potencial Didático	4	4	4	Elementos geológicos ensinados em todos os níveis de ensino
B12) Diversidade Geológica	2	2	2	Elementos mineralógicos, geomorfológicos e geológicos presentes nos três locais

Adaptação: Geossit/Brilha (2016). **Fonte:** Organizado pelos autores. (2024).

Após a análise e avaliação dos geossítios com base nos critérios estabelecidos, observa-se que, embora os três locais apresentem características de relevância geológica e potencial educativo, há diferenças significativas em alguns aspectos, como vulnerabilidade, acesso e associação com outros valores. O Geossítio Escarpas do Rio da Areia se destaca, especialmente em critérios relacionados à integridade e condições de observação, enquanto os Geossítios Complexo Ruiniforme e Estruturas Alveolares da Serra do Cabral mostram pontos fortes em relação à vulnerabilidade e menor impacto das atividades antrópicas.

Apesar das semelhanças nas orientações gerais, as variações nos critérios individuais indicam que cada geossítio possui particularidades que podem influenciar sua utilização e preservação, sendo esforços necessários direcionados para potencializar seu valor educativo e científico.

Considerações Finais

- O presente trabalho buscou a interpretação da Geodiversidade na região da Serra do Cabral em Minas Gerais, por meio de uma abordagem quantitativa.
- O mapeamento geomorfológico, baseado na metodologia proposta pelo IBGE, foi fundamental para a compreensão da diversidade das formas de relevo da região,

revelando uma variedade de domínios morfoestruturais, regiões geomorfológicas e unidades geomorfológicas na área de estudo.

- Além disso, a identificação e caracterização de potenciais geossítios na área da Serra do Cabral com base na Plataforma *Geossit* destacaram a importância científica e principalmente educativa desses locais. Nesse sentido, fica evidente a potencialidade da região enquanto área de estudos no âmbito da geografia e da geodiversidade. A conexão entre os elementos da geodiversidade e sua aplicabilidade na educação e na ciência, contribui para um conhecimento amplo entre os aspectos físicos e humanos.
- Este trabalho foi derivado de um trabalho de conclusão de curso e preenche uma lacuna significativa de estudos sobre a Geodiversidade da Serra do Cabral, mesmo que, de forma ainda introdutória.

Referências

- Brilha, J. (2005). *Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. (1a ed.) Braga: Palimage Editores.
- Brilha, J. B. R. (2016). Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*, 8 (2), 119-134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Bento, L. C. M., Farias M. F. & Nascimento M. A. L. (2020). Geoturismo: Um segmento turístico?. *Revista Turismo Estudos e Práticas*. 9 (1), 1-23. <https://geplat.com/rtep/index.php/tourism/article/view/612>
- CPRM. (2018). *Mapa geológico de Minas Gerais*. Mapa, <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21828>
- Figueiró, A. S. & Von Ahn, M. M. (2024). Proposta de classificação de geossítios para o Quarta Colônia Geoparque Mundial da Unesco (Brasil). *Revista Equador*. 12 (2), 293-323. <https://doi.org/10.26694/equador.v1>
- Gray, M. (2004). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1. ed.: 1-434. John Wiley & Sons, Chichester.
- Gray, M. (2013). *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2. ed.: 1-495. John Wiley & Sons, Chichester.
- Gomes, M. R. M., Sobrinho, J. F. & Vital, S. R. O. (2023). Mapeamento Taxonômico e a relação entre o relevo e os processos erosivos na Sub- Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras, Ceará,

- Guedes, E., Oliveira, F. M., Matos, S., Quadros, P. & Mayato, B. (2023). Fotografias como instrumento motivador de divulgação das geociências: a experiência da oficina “Mapa Geológico do estado do Rio de Janeiro”. *Geologia USP. Série Científica*, 23(2), 117-126. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v23-204670>
- Hose, T. A. (2000). European Geotourism – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. In: Barrentino, W. A. P.; Wimbledon, E. G. (ed.). *Geological Heritage: its conservation and management*. (pp. 127-146). Inove.
- IBGE. (2009). *Manual Técnico de Geomorfologia*. (2 ed.) Rio de Janeiro: Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais.
- Lopes, T. C. (2012). O Supergrupo Espinhaço na Serra do Cabral, Minas Gerais: contribuição ao estudo de proveniência sedimentar. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- Miazaki, A. S. (2016). *Geoprocessamento aplicado nos campos rupestres do Parque Estadual da Serra do Cabral*. Frutal: Editora Prospectiva.
- Nascimento, M. A. L., Azevedo, U. R. & Mantesso-Neto, V. (2008). *Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: Trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico*. (1a ed.) São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia.
- Pangaio, L. & Seda, P. (2016, outubro) Serra do Cabral, Minas Gerais: um patrimônio arqueológico e ambiental ainda em busca de preservação. In: *Anais do IV Seminário de Preservação de Patrimônio Arqueológico*. Rio de Janeiro, RJ.
- Romeiro, C. M. & Gontijo, B. M. (2019). A aplicação da metodologia GTP (geossistema, território e paisagem) como subsídio à compreensão dos conflitos socioambientais na região da Serra do Cabral (MG). *Geografia Em Atos*, 3(10), 113–146. <https://doi.org/10.35416/geoatos.v3i10.6099>
- Saadi, A. (1991). Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- Silva, B. R. V., & Baptista, E. M. C. (2023). Ensinar pelas pedras, aprender pelas areias: atividades geoeducativas para valorização da geodiversidade da praia de Pedra do Sal, Parnaíba-PI. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 27, 1-32, <https://doi.org/10.5902/2236499471142>

- Silva, E. D. (2005). A subfamília Papilionoideae (Leguminosae Adans.) na Serra do Cabral, Minas Gerais. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Campinas, Campinas, SP.
- Silva, J. F. A., Araújo, G. L. & Figueiró, A. S. (2023). Avaliação de geossítios no Vale do Guaribas, Piauí, como subsídio para o inventário do geopatrimônio piauiense e fomento do desenvolvimento sustentável. *Revista Physis Terrae*, 5(2-3), 219-245. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.5568>
- Silva, M. & Nascimento, M. A. (2018). O sistema de valoração da geodiversidade com enfoque nos serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais*, 14(1), 79-90. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v14i1.142>
- Silva, T. C. L., Ferreira, B., Diniz, M. T. M., & Silva, A. L. L. (2023). Avaliação Quantitativa do Valor Educativo da Geodiversidade do município de Maceió, Alagoas. *Revista Contexto Geográfico*, 7(15), 60–72. <https://doi.org/10.28998/contegeo.7i15.14546>
- Souza, D. H. B. (2016). Geodiversidade e Patrimônio Geológico: Uma proposta para implantação de geossítios no município de Picuí – PB (Monografia de Conclusão de Curso). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
- Souza, S. D. G., Souza, A. C. N., & Sousa, M. L. M. de. (2022). Geodiversidade, Geoparques e Semiárido brasileiro: a valorização do ambiente para o desenvolvimento territorial. *PerCursos*, 23(52), 251–281. <https://doi.org/10.5965/198472462352251>
- Zanetti, L. Z., Silva, G.C.F., Garcia, A.M., Martins, J.D & Valore, L.A. (2017, junho). Caracterização da Formação Galho do Miguel da RPPN Fazenda Serra do Cabral e Lazão, Buenópolis - MG. In: *Anais do 10º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Curitiba, PR.

Publisher: Universidade Federal de Jataí. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFJ. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuições dos autores: Gabriela Amorim de Macedo: Conceituação, Tratamento de dados e Investigação; Luis Ricardo Fernandes da Costa: Análise formal de dados, revisão crítica escrita e conteúdo. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais da Geoambiente On-line.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não possuem interesses financeiros ou não financeiros relevantes relacionados a este trabalho.