

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GEOSSIT PARA VALORAÇÃO DA GEODIVERSIDADE EM ÁREAS PERPASSADAS POR UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

APPLICATION OF THE GEOSSIT METHODOLOGY TO ASSESS GEODIVERSITY IN AREAS CROSSED BY CONSERVATION UNITS, IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO, BRAZIL

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GEOSSIT PARA EVALUAR LA GEODIVERSIDAD EN ÁREAS ATRAVESADAS POR UNIDADES DE CONSERVACIÓN, EN EL ESTADO DE ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Edimundo Almeida da Cruz¹

 0009-0001-3831-4844

edimundo.almeida.cruz@gmail.com

Ana Christina Wigneron Gimenes²

 0000-0001-5145-9602

acw.gimenes@gmail.com

Adilson Rodrigues Camacho³

 0009-0000-1377-8493

arocamacho@gmail.com

1 Doutorando do curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Estado do Espírito Santo – UFES. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9755557977562100>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3831-4844>. E-mail: edimundo.almeida.cruz@gmail.com.

2 Professora de Pedologia e Solos do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Estado do Espírito Santo. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2664745473478081>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5145-9602>. E-mail: acw.gimenes@gmail.com.

3 Professor no curso de Arquitetura e Urbanismo e de Design na Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), São Paulo, SP, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2830092452340152>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1377-8493>. E-mail: arocamacho@gmail.com.

Artigo recebido em novembro de 2025 e aceito para publicação em dezembro de 2025.

RESUMO: A geodiversidade vem primeiro e antecede, estrutura, abriga, fundamenta e possibilita o desenvolvimento da socio-biodiversidade em todas as suas formas, *habitats* e épocas. Não obstante, no Estado do Espírito Santo, a conservação da natureza abiótica tem sido insuficiente e periférica. Esse trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação da geodiversidade nas áreas perpassadas por unidades de conservação capixabas com vistas a contribuir com ações e estratégias de geoconservação dos sítios geológicos e geomorfológicos, estabelecendo prioridades de proteção para conservação e gestão sustentável dos mesmos. A valoração da geodiversidade das áreas continentais perpassadas por unidades de conservação administradas em nível de governo federal e estadual foi realizada com base na metodologia Geossit. O ranqueamento dos locais avaliados com maior pontuação e prioridade de proteção global indicou áreas com atributos abióticos de destaque, as quais podem ser priorizadas em função de sua relevância, à implementação de ações e estratégias de geoconservação.

Palavras-chave: Quantificação. Geoconservação. Geopatrimônio. Geoparques. Geoturismo.

ABSTRACT: Geodiversity comes first and precedes, structures, shelters, grounds, and enables the development of socio-biodiversity in all its forms, habitats, and eras. However, in the state of Espírito Santo, the conservation of abiotic nature has been insufficient and peripheral. This work aims to evaluate the geodiversity in areas traversed by conservation units in Espírito Santo, with a view to contributing to actions and strategies for geoconservation of geological and geomorphological sites, establishing protection priorities for their conservation and sustainable management. The valuation of the geodiversity of continental areas traversed by conservation units administered at the federal and state government levels was carried out based on the Geossit methodology. The ranking of the evaluated sites with the highest scores and overall protection priority indicated areas with outstanding abiotic attributes, which can be prioritized due to their relevance for the implementation of geoconservation actions and strategies.

Keywords: Quantification. Geoconservation. Geoheritage. Geoparks. Geotourism.

RESUMEN: La geodiversidad es primordial y precede, estructura, alberga, sustenta y posibilita el desarrollo de la sociobiodiversidad en todas sus formas, hábitats y épocas. Sin embargo, en el estado de Espírito Santo, la conservación de la naturaleza abiótica ha sido insuficiente y periférica. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la geodiversidad en áreas atravesadas por unidades de conservación en Espírito Santo, con miras a contribuir a las acciones y estrategias para la geoconservación de sitios geológicos y geomorfológicos, estableciendo prioridades de protección para su conservación y gestión sostenible. La valoración de la geodiversidad de áreas continentales atravesadas por unidades de conservación administradas a nivel federal y estatal se realizó con base en la metodología Geossit. La clasificación de los sitios evaluados con las puntuaciones más altas y la prioridad general de protección indicó áreas con atributos abióticos sobresalientes, que pueden priorizarse debido a su relevancia para la implementación de acciones y estrategias de geoconservación.

Palabras clave: Cuantificación. Geoconservación. Geopatrimonio. Geoparques. Geoturismo.

INTRODUÇÃO

A geodiversidade vem primeiro e antecede, estrutura, abriga, fundamenta e possibilita o desenvolvimento da socio-biodiversidade em todos os ambientes e épocas. Todavia, no Estado do Espírito Santo, ao que sabe, a conservação da geodiversidade não tem como pressuposto de base seus atributos abióticos, cênicos e paisagísticos. Em território capixaba, prioriza-se, preferencialmente, a biosfera e se incluem atributos abióticos, cênicos e paisagísticos quase sempre por derivação, excetuada a categoria Monumento Natural do SNUC (Brasil, 2000), cuja proteção tem sido restrita a uma fração do território insuficiente para a compreensão sistêmica das estruturas, formas, processos e funções que produziram determinada paisagem.

Nesse sentido, as unidades de conservação (UC's) se apresentam como espaços territoriais privilegiados (Oliveira de Sá; Carvalho, 2024). Estas são áreas de importância ambiental grafadas em caráter de perpetuidade (Brasil, 2000; IEMA, 2025), nas quais há a possibilidade de permanência e de continuidade de pesquisas no interior do perímetro delimitador das mesmas, possibilitando o monitoramento comparativo ao longo do tempo (Oliveira de Sá; Carvalho, 2024).

No Brasil, desde o início dos anos 2000 tem sido realizado trabalhos chamando a atenção para a necessidade de melhorar a conservação da natureza abiótica, entendido como equivalente a geodiversidade, por meio de estratégias e ações de geoconservação (Claudino-Sales, 2024; Romão; Garcia, 2021; Beil, 2020). A geoconservação destina-se, prioritariamente, aos locais de interesse que são representativos de processos, feições, estruturas e formas singulares da geodiversidade (Nascimento *et al.*, 2021).

O processo de valoração da geodiversidade não é uma técnica precisa, uma ciência exata, que seja imune a subjetividade inerente ao método e ao pesquisador. É subjetivo na medida que trata de uma noção iminentemente antrópica, logo comporta muitas possibilidades de atribuição de valores, conforme sociedades, povos, culturas e inclusive, indivíduos. É preciso melhorar a conservação da geodiversidade em complemento ao aumento de consciência observada com relação a conservação da biodiversidade, com vistas a proteção do meio ambiente natural por inteiro.

Conforme literatura, a biodiversidade alcançou um nível de proteção maior que a geodiversidade (Oliveira de Sá; Carvalho, 2024; Meira; Nascimento; Silva, 2018). Assim, a conservação da natureza abiótica é necessária para que se tenha a proteção do meio ambiente por inteiro, ao invés de apenas metade, fato que justifica esse estudo.

O patrimônio geológico, isto é, o geopatrimônio, é uma amostra da geodiversidade que apresenta características singulares (Nascimento *et al.*, 2021). Conforme Autores:

A geoconservação deve ser voltada para aqueles exemplares mais importantes, mais significativos, que tenham relação com a ciência ou com a cultura humana, ou ainda que sejam locais e elementos fundamentais para a estabilidade das condições naturais do ecossistema (Nascimento *et al.*, 2021, p. 21).

Conforme destacado por Nascimento *et al.*, 2021, “é possível estabelecer uma relação entre a biodiversidade e a geodiversidade possibilitando que se entenda a unidade destes elementos como fundamentais para o estabelecimento do que se comprehende por diversidade natural”. Para Nascimento *et al.*:

a diversidade biótica hoje conhecida na Terra só foi possível porque processos geológicos, tipicamente abióticos, criaram ambiente favorável para que as espécies evoluíssem e se expandissem. Disto, evidencia-se a necessidade de proteção do meio ambiente completo, representado tanto pela biodiversidade como pela geodiversidade (Nascimento *et al.*, 2021, p. 9).

Nesse trabalho foi adotada a metodologia Geossit do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2025), a qual tem sido uma das mais utilizadas em pesquisas de valoração no Brasil (Matias; Silva, 2024; Pigão, 2024; Higa, 2019; Moura, 2018). Essa metodologia visa contribuir para a construção do inventário nacional da geodiversidade, com vistas a promoção da ciência, educação e desenvolvimento sócio econômico, pela perspectiva da geoconservação, em convergência com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com as metas da Agenda 2030 da ONU - Organização das Nações Unidas.

A metodologia Geossit foi utilizada para inventariar 52 sítios geológicos representativos da evolução geodinâmica do Domínio Ceará Central (Província Borborema), com o objetivo de identificar geossítios prioritários para fins de gestão, pela perspectiva da geoconservação (Moura; Garcia; Brilha, 2018). Nessa pesquisa, os autores citados identificaram e delimitaram quatro territórios estratégicos para a geoconservação e três listas de sítios prioritários para proteção (geossítios).

Matias e Silva (2024, p. 301) destacam o aspecto temporário da valoração do sítio, a qual pode mudar conforme ocorram mudanças nas condições dos locais avaliados. Afirmam que:

É importante ressaltar, neste sentido, que as pontuações obtidas se baseiam nas características atuais dos locais avaliados, e as modificações estruturais de qualquer um dos parâmetros avaliativos implica na necessidade de atualização dos resultados a partir dos procedimentos metodológicos adotados (Matias; Silva, 2024, p. 301).

Conforme os autores citados, o Geossit é passível de subjetividades e depende de atualizações e validações recorrentes, no entanto, “a metodologia se mostrou eficiente em demonstrar a relevância dos sítios avaliados e assim embasar uma ordenação dos locais de interesse geológico” (Matias; Silva, 2024, p. 301).

Brilha (2016) distingue geossítios e sítios de geodiversidade conforme o valor científico. De forma análoga, Moura-Fé (2024) propõem a distinção entre geomorfossítios e sítios geomorfológicos, sendo o primeiro conceito apropriado aos locais que possuem valor científico de destaque, e o segundo para as demais feições geomorfológicas.

Os autores deste trabalho entendem que adaptações na metodologia Geossit (CPRM, 2025) podem ser realizadas para que a mesma seja ajustada a situações específicas, de forma a produzir resultados mais precisos, reduzindo a subjetividade inerente ao ato de valorar. A valoração contribui para o planejamento e seleção dos locais com geodiversidade singular, pela perspectiva da geoconservação, com vistas a tomada de decisão para priorização de investimentos de recursos, melhorias na gestão, manejo e uso público de áreas geodiversas. Tem-se que a classificação do local de interesse baseia-se em um nível de conhecimento marcado no tempo e no espaço, que pode mudar com a ampliação das pesquisas na área de estudo.

Infere-se que UC's sejam áreas representativas de características e atributos singulares da geodiversidade, para fins de conservação da natureza abiótica e também biótica, daí a opção metodológica por esse recorte espacial. A avaliação quantitativa da geodiversidade nas áreas

perpassadas por unidades de conservação do Estado do Espírito Santo visa contribuir com ações e estratégias de geoconservação dos sítios geológicos e geomorfológicos inventariados, estabelecendo prioridades de proteção para conservação e gestão sustentável dos mesmos.

Esse estudo visa contribuir para o debate quanto a importância das metodologias de valoração da geodiversidade e para orientar ações e estratégias de geoconservação por pesquisadores e gestores de forma mais assertiva, reduzindo a subjetividade inerente ao ato de valorar. O trabalho tem como objetivo aplicar e avaliar a metodologia Geossit para valoração da geodiversidade em áreas perpassadas por unidades de conservação continentais, no Estado do Espírito Santo, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse trabalho foi utilizada a metodologia Geossit (CPRM, 2025) para valoração da geodiversidade em unidades de conservação continentais administradas em nível de governo federal e estadual, que tenham sido instituídas até 2024. O critério de seleção das UC's considerou a porção continental das áreas protegidas e o nível de governo do órgão gestor.

Para compartimentação das áreas pesquisadas foi considerado um polígono no entorno do perímetro dos limites oficiais das UC's, acrescido de um *buffer* de 100 metros. Esse procedimento teve como objetivo uniformizar a geometria das áreas pesquisadas para realização de operações cartográficas em sistemas de informações geográficas (SIG's).

Inicialmente, fez-se a seleção de um (1) local representativo da geodiversidade para cada unidade de conservação ($n=30$), priorizando o atributo abiótico (local) avaliado como mais representativo da área compartimentada. O atributo da geodiversidade singular representativo da área perpassada por cada UC avaliada foi representado por coordenadas de pontos (Quadro 4). No Quadro 4 também é apresentado os critérios para classificação da geodiversidade singular e categoria/tipo de enquadramento do local de interesse, isto é, da área avaliada.

Os locais de interesse para avaliação e valoração da geodiversidade foram selecionados a partir da literatura (técnica e científica), mapeamentos cartográficos, fotografias aéreas, imagens de sensoriamento remoto e fotografias de viagem a algumas das UC's avaliadas. No processo de avaliação das bases cartográficas priorizou-se os mapas em melhor escala espacial disponível, bem como a *expertise* das instituições responsáveis pela elaboração e divulgação dos mesmos.

A seleção dos atributos relevantes da geodiversidade considerou 6 (seis) características do meio abiótico: geologia, geomorfologia, geodiversidade, solos, curvas de nível e hidrografia. As bases cartográficas e mapeamentos utilizados para obtenção de dados e informações constam no Quadro 1.

Quadro 1. Bases cartográficas avaliadas para diagnóstico da geodiversidade representativa das UC's.

Temática/Escala	Nome e Classificação	Referências
Geologia 1:400.000	Mapa geológico do Estado do Espírito Santo.	CPRM, 2015.
Geomorfologia 1:250.000	Mapa geomorfológico do Estado do Espírito Santo.	Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN, 2012.
Solos 1:400.000	Mapa de reconhecimento de solos do Estado do Espírito Santo: uma atualização da legenda.	Cunha <i>et al.</i> , 2016.
Hidrografia 1:15.000	Mapeamento dos cursos de água do Estado do Espírito Santo.	IEMA, 2015.
Geodiversidade 1:400.000	Mapa de geodiversidade do Estado do Espírito Santo.	CPRM, 2014.
Curvas de nível 1:15.000	Mapeamento das curvas de nível do Estado do Espírito Santo.	IEMA, 2015.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A elaboração dos mapas, análises espaciais e procedimentos operacionais foram realizados no *software* livre Q-GIS, versão 3.38 (*Grenoble*), Sistema de Coordenadas Geográficas (Latitude/Longitude), *Datum* de referência SIRGAS-2000.

Valoração e quantificação

Entre as várias propostas metodológicas para quantificação e valoração dos atributos da geodiversidade (Moura-Fé, 2024; Pereira, 2010; Garcia-Cortéz; Carcavilla, 2009; Brilha, 2005; Gray, 2004), optou-se por utilizar os parâmetros e métricas da metodologia Geossit (CPRM, 2025). No Brasil essa metodologia tem sido uma das mais utilizadas em pesquisas para fins de avaliação do patrimônio geológico e geomorfológico (Pigão, 2024; Higa, 2019; Moura, 2018).

A metodologia Geossit (CPRM, 2025) consiste em um banco de dados disponível na internet (<https://www.sgb.gov.br/geossit/geossitos>), integrado a um aplicativo *online* para cadastro de geossítios e sítios de geodiversidade, a qual conta com a colaboração voluntária de pesquisadores e especialistas. Resulta de uma adaptação metodológica realizada por Rocha, Lima e Schobbenhaus (2016), com base nas propostas de valoração sugeridas por Brilha (2016) e Garcia-Cortés e Urquí (2009).

A escolha metodológica leva em consideração que a CPRM é a instituição responsável para avaliar e homologar as propostas de geossítios de importância inter-e-nacional e que a mesma detém notório saber em relação ao domínio da metodologia adotada nesse trabalho. Além disso, compete a CPRM a gestão do banco de dados disponível na plataforma Geossit, o qual, está sendo constantemente ampliado pela comunidade de geocientistas e *experts*, inclusive com possibilidade de subscrição de propostas de novos sítios por pesquisadores que interessar possa.

Na plataforma web o aplicativo Geossit efetua a soma dos pontos para cada critério avaliado e retorna o valor da quantificação por grupo, bem como, o enquadramento do local em função de sua relevância, classificando-o como sendo de importância internacional, nacional ou local.

Os critérios são subdivididos em 4 (quatro) grupos, sendo estes: a) valor científico (7 critérios), b) risco de degradação (5 critérios), c) valor educativo (12 critérios) e, d) valor turístico (13 critérios). Nesse trabalho, foram utilizadas as siglas: VUC - Valor de Uso Científico, VRD - Valor do Risco de Degradação, VUE - Valor de Uso Educativo e VUT - Valor de Uso Turístico (Quadro 2).

Quadro 2. Critérios de avaliação e classificação por grupos, descrição e respectivos pesos.

Siglas	Valor de Uso Científico	VUC	Siglas	Uso Educativo e Turístico	VUE	VUT
A1	Representatividade	30%	C1	Vulnerabilidade	10%	10%
A2	Local-tipo	20%	C2	Acesso rodoviário	10%	10%
A3	Conhecimento científico	5%	C3	Caracterização do acesso ao sítio	5%	5%
A4	Integridade	15%	C4	Segurança	10%	10%
A5	Diversidade geológica	5%	C5	Logística	5%	5%
A6	Raridade	15%	C6	Densidade populacional	5%	5%
A7	Limitações ao uso	10%	C7	Associação com outros valores	5%	5%
Total no grupo A		100%	C8	Beleza cênica	5%	15%
			C9	Singularidade	5%	10%
	Valor do Risco de Degradação	VRD	C10	Condições de observação	10%	5%
B1	Deterioração de elementos geológicos	35%	C11	Potencial didático	20%	*
B2	Suscetibilidade à degradação	20%	C12	Diversidade geológica	10%	*
B3	Proteção legal	20%	C13	Potencial para divulgação	*	10%
B4	Acessibilidade	15%	C14	Nível econômico	*	5%
B5	Densidade populacional	10%	C15	Proximidade a zonas recreativas	*	5%
	Total no grupo B	100%		Total no grupo C e D	100%	100%

Legenda: *Não se aplica. Fonte: CPRM (2025). Elaborado pelos autores (2025).

Cada grupo em avaliação apresenta um número específico de critérios com pesos percentuais diferentes. Para efetuar a quantificação, seleciona-se o parâmetro mais próximo à realidade do local em avaliação, os quais são valorados em escalas entre 1, 2, 3 ou 4 pontos. Em relação aos critérios do grupo científico (VUC), codificados com a sequência de caracteres de A1 até A7, são atribuídos valores entre 1, 2 ou 4 pontos, excetuado o valor 3. Para os demais grupos e critérios poderá ser atribuído o valor 3. Para os casos onde nenhum dos parâmetros se mostrou adequado ou não se aplica, é atribuída a pontuação zero. A soma possível em cada grupo é de até 400 pontos.

Os critérios dos grupos de uso educativo e de uso turístico são, em parte, coincidentes, todavia, os pesos atribuídos aos mesmos variam conforme o item em avaliação. Nesse trabalho, para fins didáticos, denominou-se o grupo turístico como “D”, embora essa designação não seja usual na metodologia Geossit (CPRM, 2025).

Os locais de interesse geológico com valor científico menor que 200 pontos são denominados sítios da geodiversidade. Sítios da geodiversidade são locais de importância geológica que não possuem relevância científica de destaque, mas que são importantes recursos para uso educativo, turístico ou cultural. Os locais com pontuação maior que 200 pontos até 300 pontos são denominados geossítios de importância nacional. Quando maior que 300 pontos são denominados geossítios de importância internacional (CPRM, 2025).

O risco de degradação (VRD), conforme quantitativo de pontos somado no grupo, é classificado em três níveis: Baixo (≤ 200), Médio (≥ 201 até 300), ou Alto (≥ 301 até 400). A Prioridade de Proteção (PP) por grupo de interesse é dada pela soma de um dos grupos de critérios (VUC, VUE,

VUT), com o valor calculado para o grupo de risco de degradação (VRD), o qual resulta em uma soma com até 800 pontos (Quadro 3).

Quadro 3. Critério de pontuação para definição do prazo de Prioridade de Proteção (PP), por grupo de interesse.

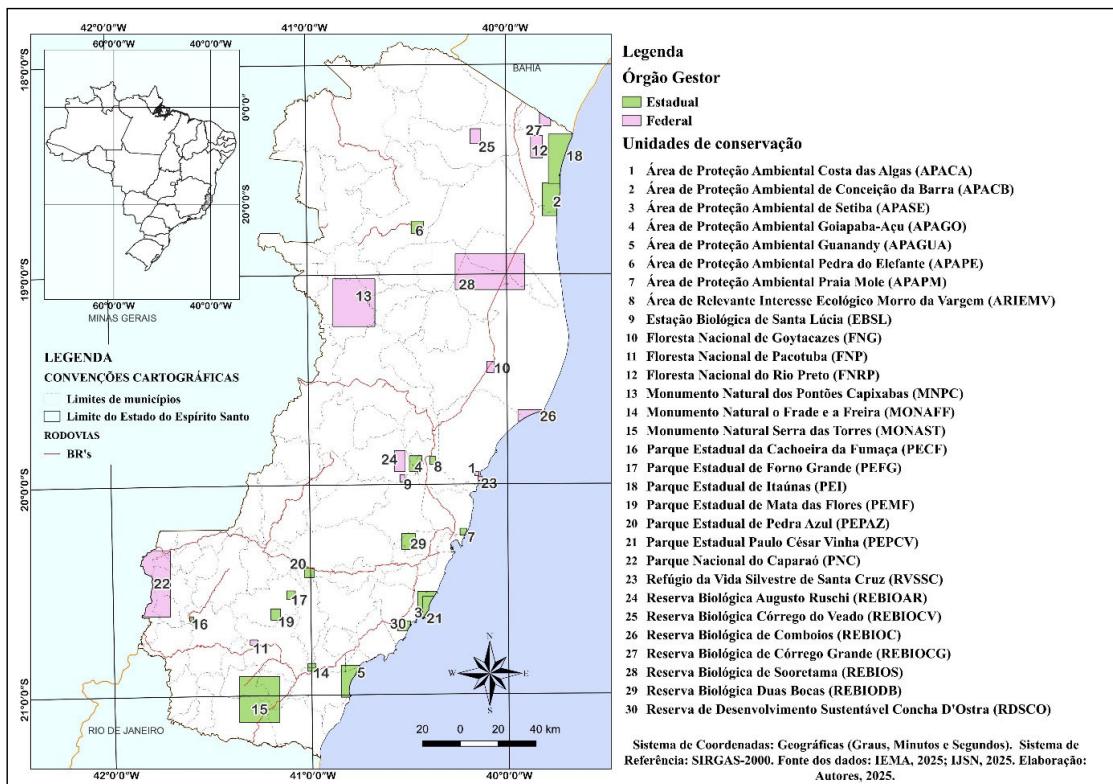
Soma	Prioridade de Proteção (PP)
0<= Soma <= 300	A longo prazo
300< Soma <= 550	A médio prazo
550< Soma <= 750	A curto prazo
750< Soma <=800	Urgente

Fonte: CPRM (2025). Elaborado pelos autores (2025).

O Índice Global (Ig), que é a Prioridade de Proteção Global (PPG), resulta da soma do Índice científico (Ic) + Índice educativo (Ie) + Índice turístico (It), dividido por 3.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o Estado do Espírito Santo, em sua porção continental, excetuado as unidades de conservação localizadas em áreas marinhas e oceânicas. Fica na Região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 17°30'S e 21°30'S e meridianos 39°30'W e 42°00'W. Possui uma área de 46.095 km², tendo como limite Leste o Oceano Atlântico Sul, Oeste o Estado de Minas Gerais, Norte o Estado da Bahia e Sul o Estado do Rio de Janeiro (Figura 1).



Fontes: IEMA (2025); IJSN, (2025). Elaborado pelos autores (2025).

Figura 1. Área de estudo e unidades de conservação avaliadas.

As UC's selecionadas somam 30 unidades e se encontram bem distribuídas ao longo do Estado (Figura 1), sendo, portanto, áreas representativas da integridade da geodiversidade capixaba. A compartimentação desse recorte espacial, com relação à geodiversidade de áreas perpassadas por UC's, tem como pressuposto que há relação entre atributos de destaque da geodiversidade e da biodiversidade, vínculo antes inferido por outros teóricos (Pescatore; Bentivenga; Giano, 2023; Nascimento *et al.*, 2021; Moreira; Vale, 2018; Nascimento *et al.*, 2008; Sharples, 1993) e recepcionado pelos autores deste trabalho.

Geologia, geodiversidade e geomorfologia

O Estado do Espírito Santo se encontra no setor Norte da Província Mantiqueira, na borda meridional da faixa móvel Araçuaí, em contato com a Faixa Ribeira Norte, sobre embasamento do Complexo Paraíba do Sul, apresentando idade variável entre o Proterozóico e o Pré-Cambriano. A origem da Placa Tectônica Sul Americana sobre a qual a área se encontra, seria resultado daquebra do supercontinente Gondwana, fragmentação essa que teria iniciado há cerca de 200 milhões de anos (Período Jurássico) e que continua a ocorrer ainda hoje (CPRM, 2015; Pedrosa-Soares *et al.*, 2007; Heilbron, 2004; Wiedemann-Leonardos *et al.*, 2000).

A faixa Araçuaí começa no paralelo 21° S e se estende para Norte, seguindo o *trend* geral NW-SE, ocupando territórios do norte do Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia. A faixa móvel Neoproterozóica que começa no paralelo 21° S e se estende para o Sul, seguindo o *trend* NE-SW até 25° S, é chamada de Faixa Ribeira. O Orógeno Araçuaí faz parte do sistema orogênico brasileiro-pan-africano, cuja evolução teria se dado entre o Neoproterozóico e o Cambriano, o qual é denominado setor setentrional da Província Mantiqueira (CPRM, 2015; Pedrosa-Soares *et al.*, 2007; Heilbron, 2004; Wiedemann-Leonardos *et al.*, 2000).

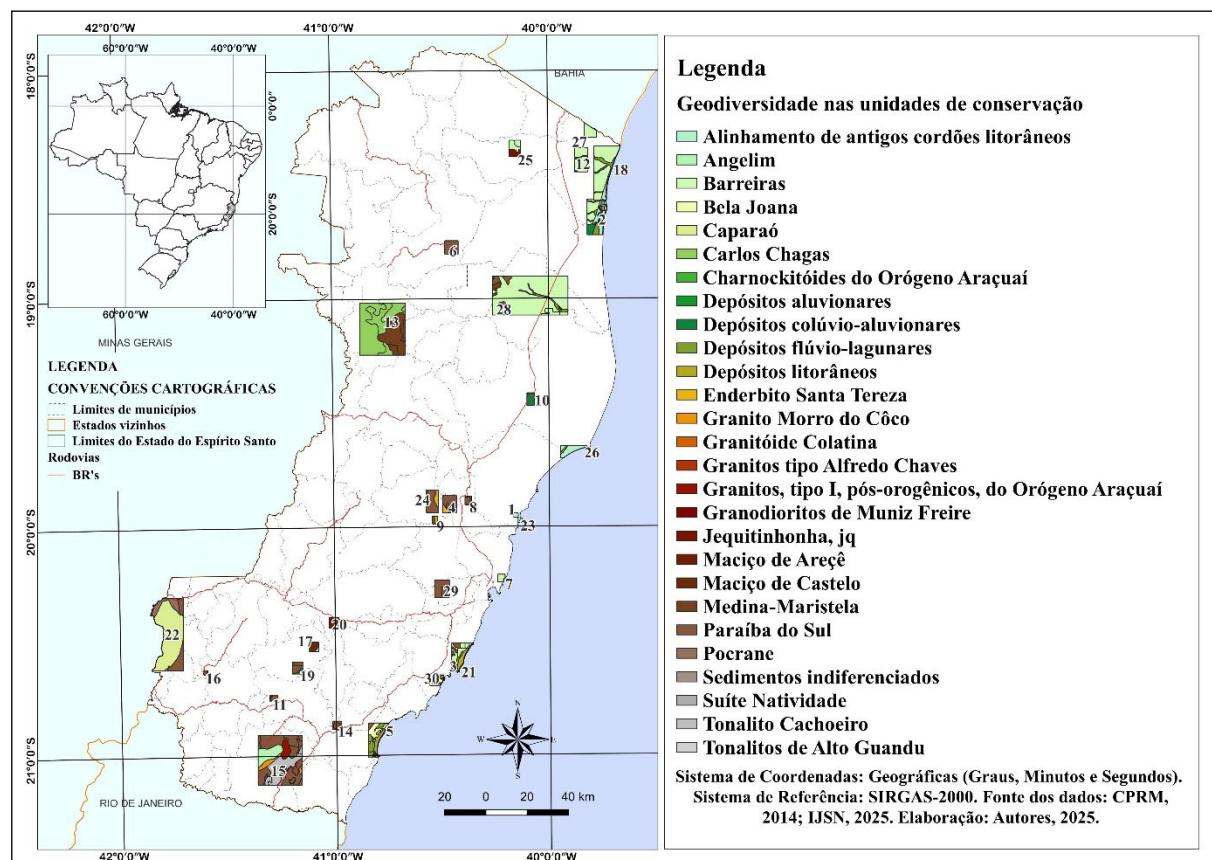
Na porção capixaba da faixa Araçuaí, estruturas de intrusão a exemplo do plúton zonado da Pedra Azul (PEPAZ) teria sua origem condicionada por zonas de fraqueza regionais como foliação, zonas de cisalhamento e eixos de dobras, em período no qual a crosta teria permanecido quente por um longo período (Wiedemann-Leonardos *et al.*, 2000, p. 36).

As rochas do embasamento regional são constituídas predominantemente por gnaisses de alto grau metamórfico pertencente ao embasamento retrabalhado, paragnaisse de alto grau com intercalações de quartzito, calcissilicáticas, mármore e rochas granítoides relacionadas a ambientes geotectônicos antigos, tais como arco magmático continental das fases sin-colisional, transpressional e pós-colisional (CPRM, 2015; Pedrosa-Soares *et al.*, 2007; Heilbron, 2004; Wiedemann-Leonardos *et al.*, 2000).

A geodiversidade da área apresenta uma ampla variedade de feições geomorfológicas e paisagens em decorrência da diversidade litológica, características estruturais das rochas, das mudanças climáticas e eustáticas, incluindo-se ainda, em tempos mais recentes, as interações bióticas com a flora e agentes antrópicos. São paisagens de grande beleza cênica e favoráveis à prática de esportes ao ar livre como caminhadas em trilhas, por exemplo, possibilidade que converge com os objetivos de gestão de territórios pela perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Embora movimentos tectônicos, neotectônicos e isostáticos contribuam para a evolução morfológica da região costeira do Espírito Santo, pressupõe-se que o padrão atual da rede de drenagem observada nas litologias capixabas seja principalmente resultante dos processos de erosão diferencial

sobre diferentes litologias e estruturas comandadas por mecanismos diagenéticos climáticos e eustáticos (Figura 2).



Fontes: CPRM (2014); IJSN (2025). Elaborado pelos autores (2025).

Figura 2. Unidades de geodiversidade nas áreas perpassadas pelas UC's avaliadas.

Observa-se na Figura 2 ampla diversidade de rochas que compõem o substrato das áreas perpassadas pelas UC's avaliadas (CPRM, 2014).

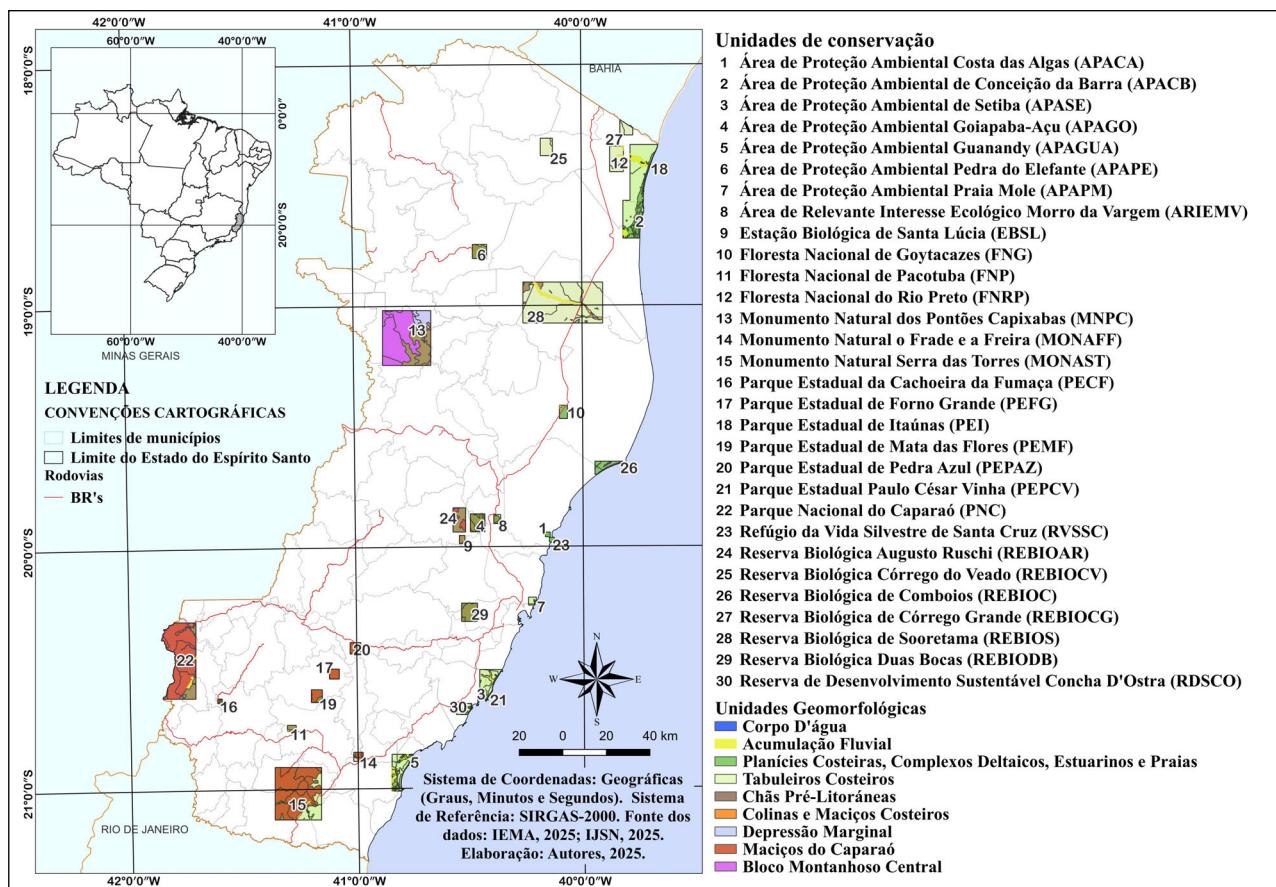
A Geomorfologia capixaba tem como trabalho em melhor escala o mapeamento realizado pelo Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN, em parceria com a Universidade Federal do Estado do Espírito Santo-UFES (IJSN, 2012). Com base nesse trabalho, a geomorfologia da área pode ser subdividida em domínios morfoestruturais, regiões geomorfológicas e unidades geomorfológicas (IJSN, 2012), (Tabela 1).

Tabela 1. Características geomorfológicas do Estado do Espírito Santo, em nível de Domínios Morfoestruturais, Regiões e Unidades Geomorfológicas.

Domínios Morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
1. Depósitos Sedimentares	1.1 Planícies Costeiras	1.1.1. Planícies Costeiras, Complexos Deltaicos, Estuarinos e Praias
	1.2 Piemontes Inumados	1.2.1. Tabuleiros Costeiros
2. Faixa de Dobramentos Remobilizados	2.1. Piemontes Orientais	2.1.1. Colinas e Maciços Costeiros
	2.2. Planaltos da Mantiqueira Setentrional	2.2.2. Chás Pré-Litorâneas 2.2.1. Maciços do Caparaó I 2.2.2. Maciços do Caparaó II 2.2.3. Patamares Escalonados do Sul Capixaba
3. Maciços Plutônicos	3.1. Compartimentos Deprimidos	3.1.1. Depressão Marginal
	3.2. Planaltos Soerguidos	3.2.1. Bloco Montanhoso Central

Fonte: IJSN (2012). Elaborado pelos autores (2025).

Em linhas gerais, o relevo apresenta-se escalonado, em patamares topográficos, apresentando aclive para oeste e declives, em sentido leste, diminuindo as cotas altimétricas em direção ao Oceano Atlântico Sul (Figura 3).



Fontes: IEMA (2025); IJSN (2012). Elaborado pelos autores (2025).

Figura 3. Unidades geomorfológicas nas unidades de conservação avaliadas.

Conforme IJSN (2012), a morfoestrutura da área de estudo é fruto de sucessivos eventos deformacionais relacionados à formação das faixas Ribeira-Araçuaí durante o Ciclo Brasiliano e posteriormente à distensão crustal responsável pela abertura do Oceano Atlântico Sul. Os processos morfoestruturais e morfoesculturais seriam os responsáveis pela formação das paisagens geodiversas que emolduram algumas unidades de conservação do Estado do Espírito Santo, como se observa na Figura 4.



Legenda: 4: (A) - Cachoeira da Fumaça, Alegre/Ibitirama – ES. (B) - Plútón zonado da Pedra Azul, Domingos Martins - ES. (C) - Pico do Forno Grande, Castelo - ES. (D) - Parque Estadual de Itaúnas (Dunas de Itaúnas), Conceição da Barra - ES. Fonte: Acervo dos autores (2025).

Figura 4. Fotografias de paisagens representativas da geodiversidade capixaba, com registros realizados em parques estaduais entre 2024 e 2025.

Conforme se vê na Figura 4, encontram-se nas UC's pesquisadas paisagens geodiversas e singulares. Essas paisagens resultam da posição geográfica (latitude) do Estado capixaba, em interação com controles litoestruturais, tectônicos, climáticos, eustáticos, entre outros. Esses processos endógenos e exógenos, por sua vez, produzem diferentes tipos de modelados de dissecação ou deposição, como colinas (arredondadas, côncavas ou convexas), serras e maciços costeiros (IJSN, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as 30 UC's avaliadas, as áreas com geodiversidade singular classificada como estrutural somam 9 áreas, o que corresponde a 30% do montante, as quais estão associadas a afloramentos, topos de morros e lineamentos. Os locais com atributos sedimentológico somam 10 áreas (33%) e estão associados a planícies costeiras, depressões ou baixadas. Os relevos plutônicos somam 5 áreas (17%) e estão associados a picos e pontões com destaque cênico na paisagem. Os locais classificados como tipo geomorfológico somam 3 áreas (10%) e correspondem a afloramentos rochosos com atributos cênicos paisagísticos e cachoeiras. As áreas classificadas como de tipo marinho somam 2 locais (7%) e estão associados à ambiente marinho. Há 1 área classificada como de tipo metamórfico (3%) a qual está associada a afloramento rochoso (Quadro 4).

Quadro 4. UC's avaliadas, coordenadas da geodiversidade representativa da área, critério para classificação da geodiversidade singular e categoria de enquadramento (tipo geológico).

Nome e Sigla	Geodiversidade singular	Tipo Geológico / Geomorfológico	Latitude	Longitude
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (APACA)	Estuário do rio Piraqueá junto a Foz	Sedimentológico	379061	7793496
Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB)	Paleoterraços sobre cordões arenosos Pleistocênicos de Cairu	Sedimentológico	418921	7939691
Área de Proteção Ambiental de Setiba (APASE)	Promontório de Setiba (Pedra do Cruzeiro de Setiba - Pedra do Meio)	Geomorfológico	350673	7717300
Área de Proteção Ambiental Goiapaba-Açu (APAGO)	Drenagem em lineamento estrutural tipo Norte-Sul	Estrutural	345870	7799750
Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA)	Lineamento Estrutural no Monte Aghá - Itaoca	Estrutural	315634	7691172
Área de Proteção Ambiental Pedra do Elefante (APAPE)	Cume do maciço da Pedra do Elefante (Porção Noroeste do Complexo NV.)	Plutônico	346355	7924338
Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM)	Cordões arenosos próximo ao estuário do rio que perpassa a Lagoa de Carapebus	Sedimentológico	373610	7762689
Área de Relevante Interesse Ecológico Morro da Vargem (ARIEMV)	Cume no afloramento do Morro da Vargem	Plutônico	356179	7799894
Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL)	Cachoeira no Ribeirão Sauanha, porção SE, em zona de cisalhamento/lineamento	Estrutural	340241	7790578
Floresta Nacional de Goytacazes (FNG)	Paleocanal do Rio Doce	Sedimentológico	387810	7851877
Floresta Nacional de Pacotuba (FNP)	Talvegue em lineamento estrutural em sentido NE-SW	Estrutural	260511	7703975
Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP)	Confluência do rio Itauninhas, localidade de Barraca, limite Oeste da UC	Sedimentológico	407630	7966648
Monumento Natural dos Pontões Capixabas (MNPC)	Lineamento nos Pontões de Pancas	Estrutural	314671	7889827
Monumento Natural o Frade e a Freira (MONAFF)	Cume da Pedra do Frade e da Freira	Geomorfológico	292303	7690966
Monumento Natural Serra das Torres (MONAST)	Lineamento estrutural NE-SW de Mimosa Sede até Fortaleza	Estrutural	259728	7671798
Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (PECF)	Cachoeira da Fumaça	Geomorfológico	228160	7716688
Parque Estadual de Forno Grande (PEFG)	Cume do Pico do Forno Grande	Plutônico	280634	7729476
Parque Estadual de Itaúnas (PEI)	Dunas de Itaúnas	Sedimentológico	425994	7963881
Parque Estadual de Mata das Flores (PEMF)	Contato de lineamento NE-SW com lineamento NO-S	Estrutural	273813	7717968
Parque Estadual de Pedra Azul (PEPAZ)	Marmitas do alto da Pedra Azul - Erosão diferencial do Plutôn Maciço de Aracê	Plutônico	289329	7742912

continua

continuação

Nome e Sigla	Geodiversidade singular	Tipo Geológico / Geomorfológico	Latitude	Longitude
Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV)	Afloramento junto a Lagoa de Caraí	Metamórfico	352231	7719848
Parque Nacional do Caparaó (PNC)	Pico da Bandeira	Plutônico	208180	7738026
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC)	Arrecifes na Praia da Biologia (Ou das Baleias)	Marinho	380920	7791099
Reserva Biológica Augusto Ruschi (REBIOAR)	Lineamento em zona de cisalhamento sentido N-S e LO	Estrutural	337532	7798047
Reserva Biológica Córrego do Veado (REBIOCV)	Vale inciso em depósitos Neógenos (Barreiras)	Sedimentológico	379694	7968618
Reserva Biológica de Comboios (REBIOC)	Cordões arenosos Pleistocênicos e Holocênicos	Sedimentológico	412047	7826528
Reserva Biológica de Córrego Grande (REBIOCG)	Vale inciso em depósitos Neógenos (Barreiras)	Sedimentológico	413757	7977401
Reserva Biológica de Sooretama (REBIOS)	Tabuleiros Costeiros	Sedimentológico	369217	7896015
Reserva Biológica Duas Bocas (REBIODB)	Lineamento estrutural NE-SW no Barramento da Represa Velha	Estrutural	343558	7759157
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Osma (RDSCO)	Orla da Praia do Riacho, Bairro Lameirão	Marinho	342129	7711353

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O enquadramento foi realizado com base na tipologia principal da geodiversidade do local avaliado. As tipologias secundárias e terciárias não foram contabilizadas nesta classificação. A classificação da geodiversidade singular em tipo geológico principal considera o prefixo “geo” como referência a “Terra” e não apenas como “geo” de geologia ou de geomorfologia.

O valor científico (VUC) variou entre 105 e 340 pontos, para um valor máximo de até 400 pontos. Entre as menores pontuações avaliadas encontram-se a Área de Proteção Ambiental Goiapaba-Açu (APAGO), a Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB), e a Floresta Nacional de Goytacazes (FNG), com 105, 115 e 115 pontos, respectivamente (Quadro 5).

Quadro 5. Valor científico da geodiversidade nas unidades de conservação avaliadas.

Nome e Sigla da UC	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	VUC
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (APACA)	30	0	5	30	10	30	20	125
Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB)	30	0	5	15	10	15	40	115
Área de Proteção Ambiental de Setiba (APASE)	60	0	5	30	5	15	20	135
Área de Proteção Ambiental Goiapaba-Açu (APAGO)	30	0	5	30	5	15	20	105
Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA)	30	0	5	30	10	60	20	155
Área de Proteção Ambiental Pedra do Elefante (APAPE)	60	0	20	60	20	30	20	210
Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM)	30	0	10	30	10	15	40	135
Área de Relevante Interesse Ecológico Morro da Vargem (ARIEMV)	30	0	10	60	10	15	20	145
Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL)	30	0	5	60	20	15	20	150
Floresta Nacional de Goytacazes (FNG)	30	0	10	30	10	15	20	115

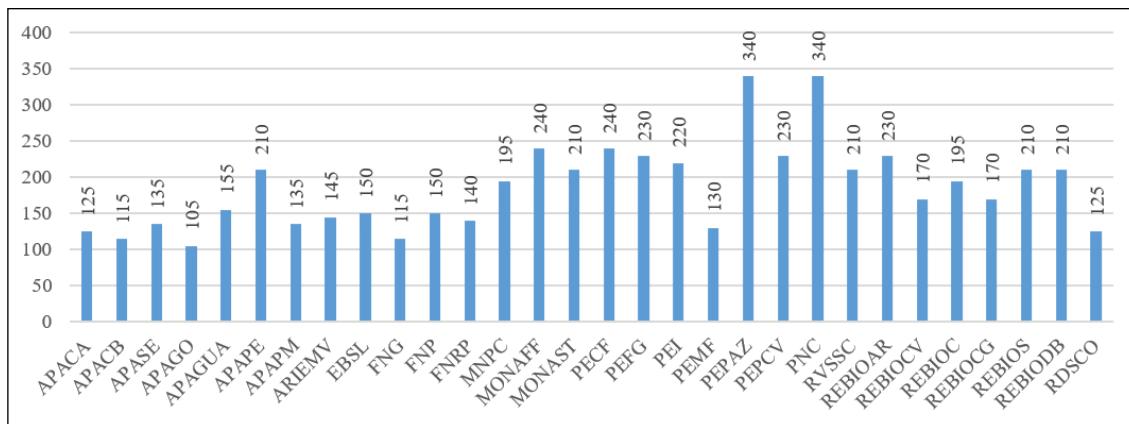
continua

continuação

Nome e Sigla da UC	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	VUC
Floresta Nacional de Pacotuba (FNP)	30	0	5	60	20	15	20	150
Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP)	30	0	5	60	10	15	20	140
Monumento Natural dos Pontões Capixabas (MNPC)	60	0	20	60	20	15	20	195
Monumento Natural o Frade e a Freira (MONAFF)	60	0	20	60	20	60	20	240
Monumento Natural Serra das Torres (MONAST)	30	0	20	60	20	60	20	210
Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (PECF)	60	0	20	60	20	60	20	240
Parque Estadual de Forno Grande (PEFG)	60	0	20	60	20	60	10	230
Parque Estadual de Itaúnas (PEI)	60	0	20	60	10	60	10	220
Parque Estadual de Mata das Flores (PEMF)	30	0	5	60	10	15	10	130
Parque Estadual de Pedra Azul (PEPAZ)	120	40	20	60	20	60	20	340
Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV)	60	0	10	60	20	60	20	230
Parque Nacional do Caparaó (PNC)	120	40	20	60	20	60	20	340
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC)	60	0	20	60	20	30	20	210
Reserva Biológica Augusto Ruschi (REBIOAR)	60	0	10	60	20	60	20	230
Reserva Biológica Córrego do Veado (REBIOCV)	30	0	10	60	20	30	20	170
Reserva Biológica de Comboios (REBIOC)	60	0	20	60	20	15	20	195
Reserva Biológica de Córrego Grande (REBIOCG)	30	0	10	60	20	30	20	170
Reserva Biológica de Sooretama (REBIOS)	60	0	20	60	20	30	20	210
Reserva Biológica Duas Bocas (REBIODB)	60	0	20	60	20	30	20	210
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra (RDSCO)	60	0	5	15	10	15	20	125

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Conforme Quadro 5, tem-se 11 áreas com pontuação no grupo de valor científico (VUC) igual ou maior que 200 pontos e menor que 300 pontos, as quais, são classificadas como geossítios com relevância nacional. 18 áreas obtiveram pontuações menores que 200 pontos e são classificadas como sítios de geodiversidade. Entre as maiores pontuações encontram-se o Parque Estadual de Pedra Azul (PEPAZ), o Parque Nacional do Caparaó (PNC), e o Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (PECF), com 340, 340 e 240 pontos, respectivamente (Figura 5).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 5. Valor científico nas unidades de conservação avaliadas.

Os locais com geodiversidade singular que obtiveram as duas maiores pontuações foram o Pico da Bandeira, situado no Parque Nacional do Caparaó (PNC), na Região homônima; e o Plúton da Pedra Azul, na localidade de Pedra Azul, no município de Domingos Martins. Para essas duas áreas, foram calculados valor de uso científico superior a 300 pontos, o que as qualificam como sendo geossítios com relevância internacional, conforme preconizado pela metodologia Geossit (CPRM, 2025) e corroborado por Pigão (2024), Higa (2019) e Moura (2018).

O critério da representatividade (A1), que no processo de quantificação possui maior peso relativo ao grupo científico, avalia se determinado local ilustra bem elementos ou processos relacionados com a área temática em questão, porém, os locais avaliados, tiveram pontuação baixa nesse item, excetuados o Plúton da Pedra Azul e o Pico da Bandeira que obtiveram 120 pontos nesse critério.

O segundo critério com maior peso relativo avalia se o local constitui um local-tipo (A2), mas só duas áreas pontuaram nesse item (Plúton da Pedra Azul e Pico da Bandeira). Estas áreas encontram-se no Parque Estadual da Pedra Azul (PEPAZ) e no Parque Nacional do Caparaó (PNC) e obtiveram 40 pontos, cada.

Nos critérios do grupo científico (VUC), em linhas gerais, as áreas obtiveram pontuação entre média e baixa, o que classifica o maior quantitativo das UC's avaliadas como sendo locais com relevância nacional ou regional/local. Reitera-se que a classificação de um elemento da geodiversidade como patrimônio geológico ou geomorfológico, considera, prioritariamente o valor científico (Nascimento *et al.*, 2021, p. 21).

O **valor do risco de degradação (VRD)** variou entre 85 e 280 pontos, para um valor máximo de até 400 pontos. As áreas avaliadas com menores risco de degradação foi a Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL), o Parque Estadual de Forno Grande (PEFG), e o Parque Nacional do Caparaó (PNC), todas essas UC's com 85 pontos.

Os locais avaliados com maiores riscos de degradação foram a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra (RDSCO), a Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB), e a Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM), com 240, 245 e 280 pontos, respectivamente. Essas UC's são classificadas como de uso sustentável pelo SNUC (Brasil, 2000), portanto, admitem o uso direto dos recursos naturais em seu interior, mediante condições estabelecidas nos respectivos planos de manejo.

Em linhas gerais, os locais de interesse avaliados apresentam baixo risco de degradação devido a se encontrarem no interior ou em zona de amortecimento de unidades de conservação instituídas nos termos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Brasil, 2000), conforme Quadro 6.

Quadro 6. Risco de degradação da geodiversidade nas unidades de conservação avaliadas.

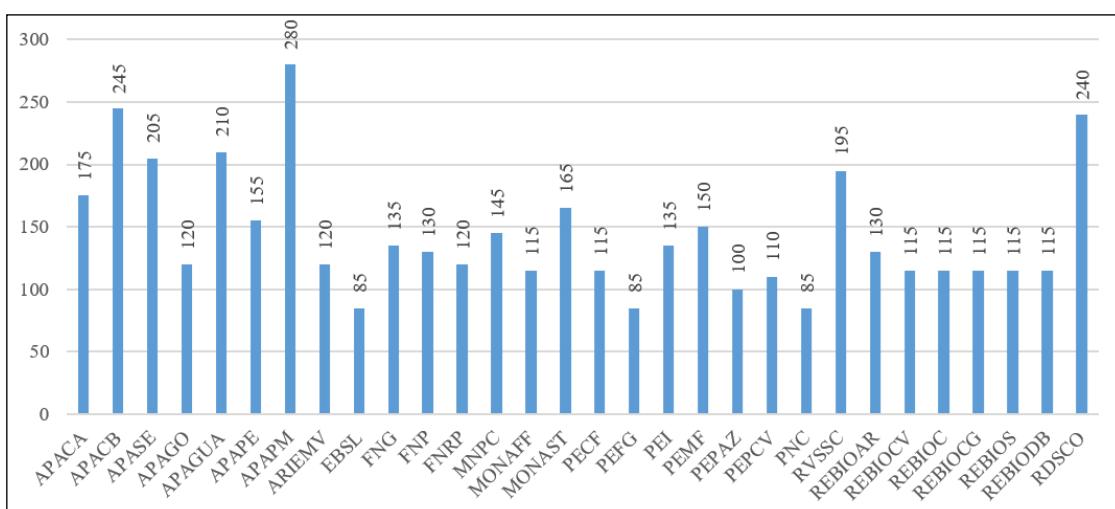
Nome e sigla da UC	B1	B2	B3	B4	B5	VRD
Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (APACA)	70	20	40	15	30	175
Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB)	105	60	40	30	10	245
Área de Proteção Ambiental de Setiba (APASE)	70	60	40	15	20	205
Área de Proteção Ambiental Goiapaba-Açu (APAGO)	35	20	40	15	10	120
Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA)	105	20	40	15	30	210
Área de Proteção Ambiental Pedra do Elefante (APAPE)	70	20	40	15	10	155
Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM)	70	80	40	60	30	280
Área de Relevante Interesse Ecológico Morro da Vargem (ARIEMV)	35	20	40	15	10	120
Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL)	35	20	20	0	10	85
Floresta Nacional de Goytacazes (FNG)	35	20	40	30	10	135
Floresta Nacional de Pacotuba (FNP)	35	20	40	15	20	130
Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP)	35	20	40	15	10	120
Monumento Natural o Frade e a Freira (MONAFF)	35	20	40	0	20	115
Monumento Natural Serra das Torres (MONAST)	35	20	40	60	10	165
Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (PECF)	35	20	20	30	10	115
Parque Estadual de Forno Grande (PEFG)	35	20	20	0	10	85
Parque Estadual de Itaúnas (PEI)	70	20	20	15	10	135
Parque Estadual de Mata das Flores (PEMF)	70	20	20	30	10	150
Parque Estadual de Pedra Azul (PEPAZ)	35	20	20	15	10	100
Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV)	35	20	20	15	20	110
Parque Nacional do Caparaó (PNC)	35	20	20	0	10	85
Monumento Natural dos Pontões Capixabas (MNPC)	35	20	20	60	10	145
Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC)	35	40	20	60	40	195
Reserva Biológica Augusto Ruschi (REBIOAR)	35	20	20	45	10	130
Reserva Biológica Córrego do Veado (REBIOCV)	35	20	20	30	10	115
Reserva Biológica de Comboios (REBIOC)	35	20	20	30	10	115
Reserva Biológica de Córrego Grande (REBIOCG)	35	20	20	30	10	115
Reserva Biológica de Sooretama (REBIOS)	35	20	20	30	10	115
Reserva Biológica Duas Bocas (REBIODB)	35	20	20	0	40	115
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra (RDSCO)	105	80	20	15	20	240

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O critério de Deterioração de Elementos Geológicos (B1), com peso de 35% do quantitativo de pontos do grupo, avalia se no local de interesse há possibilidade de deterioração dos elementos geológicos e geomorfológicos. As maiores pontuações no critério B1 foram para a Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA), a APA de Conceição da Barra (APACB), e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D’Ostra (RDSCO), todas com 105 pontos.

O segundo critério com maior peso no grupo (Susceptibilidade à degradação – B2), avalia se há proximidade de fonte potencial de degradação devido a atividades antrópicas ou áreas fontes (natural ou não), e considera mais vulneráveis os locais de interesse situados a distâncias menores que 100 metros. Nesse critério, as maiores pontuações foram para a Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM), a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D’Ostra (RDSCO), e a Área de Proteção Ambiental de Setiba (APASE), com 80, 80 e 60 pontos, respectivamente.

O critério da proteção legal (B3) avalia-se o local de interesse está situado numa área sem proteção legal e sem controle de acesso, situação mais preocupante com relação ao risco de degradação. As maiores pontuações foram para a Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (APACB), a Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA), e a Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM), todos com 40 pontos (Figura 6).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 6. Risco de degradação da geodiversidade nas unidades de conservação avaliadas.

Conforme Figura 6, em linhas gerais, o VRD foi classificado como baixo ou médio, com valores menores que 300, o que classifica o risco de degradação como baixo (menor que 200 pontos) ou médio (entre 200 e 300 pontos).

Com relação a proteção legal (B3), por vezes a proteção atribuída a determinado local não é efetiva, restringindo-se a publicação de alguma normativa governamental, sem, contudo, instituir uma estrutura de governança e um sistema de gestão que produza eficácia a medida. Por outro lado, o controle de acesso a um local de interesse pode contribuir para a efetiva conservação do mesmo, desde que a gestão ocorra de maneira sustentável e em convergência com ações de educação patrimonial e geoeducação. Ambas as alternativas são válidas para propiciar proteção a determinado local de interesse, contanto que as ações sejam efetivas e resultem em conservação da geodiversidade que se deseja proteger.

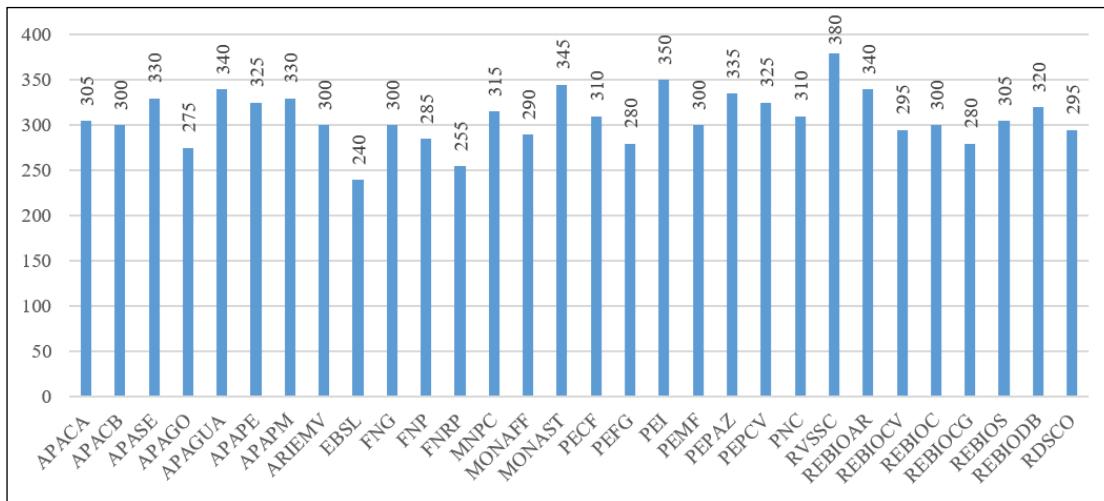
Em relação aos **valores de uso educativo (VUE)**, as menores pontuações foram para a Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL), a Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP), e a APA de Goiapaba-Açu (APAGO), com respectivamente, 240, 255 e 275 pontos, respectivamente. As maiores pontuações foram para o Monumento Natural de Serra das Torres (MONAST), o Parque Estadual de Itaúnas (PEI), e a Reserva da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC), com 345, 350 e 380 pontos, respectivamente (Quadro 7 e Figura 7).

Quadro 7. Valoração no grupo de uso educativo por critérios e total.

Siglas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	VUE
APACA	40	10	10	30	20	15	20	5	15	20	80	40	305
APACB	20	20	20	30	15	5	20	5	5	40	80	40	300
APASE	40	10	20	40	20	10	20	5	5	40	80	40	330
APAGO	20	10	20	20	15	5	15	5	5	40	80	40	275
APAGUA	40	10	20	40	20	15	20	10	5	40	80	40	340
APAPE	40	10	10	40	20	5	15	10	15	40	80	40	325
APAPM	20	40	20	40	20	15	20	0	5	40	80	30	330
ARIEMV	40	10	10	20	20	5	20	10	5	40	80	40	300
EBSL	40	0	10	20	20	5	20	0	5	30	80	10	240
FNG	20	20	10	40	20	5	20	0	5	40	80	40	300
FNP	40	10	10	20	15	10	15	0	5	40	80	40	285
FNRP	20	10	10	20	20	5	15	0	5	30	80	40	255
MNPC	40	40	10	20	15	5	15	5	5	40	80	40	315
MONAFF	40	0	10	20	20	10	15	10	15	30	80	40	290
MONAST	30	40	20	40	20	5	20	5	5	40	80	40	345
PECF	40	20	10	20	15	5	15	10	15	40	80	40	310
PEFG	40	0	10	20	15	5	15	10	15	30	80	40	280
PEI	40	10	20	40	20	5	20	20	15	40	80	40	350
PEMF	20	20	10	40	20	5	20	0	5	40	80	40	300
PEPAZ	40	10	10	40	20	5	20	20	20	30	80	40	335
PEPCV	40	10	10	40	20	10	20	10	5	40	80	40	325
PNC	40	0	10	30	20	5	15	20	20	30	80	40	310
RVSSC	40	40	20	40	20	20	20	5	15	40	80	40	380
REBIOAR	40	30	20	40	20	5	20	10	5	30	80	40	340
REBIOCV	40	20	20	30	20	5	15	0	5	30	80	30	295
REBIOC	40	20	20	20	20	5	15	5	5	40	80	30	300
REBIOCG	40	20	10	20	15	5	15	0	5	40	80	30	280
REBIOS	40	20	20	20	20	5	20	5	5	40	80	30	305
REBIODB	40	0	10	40	20	20	20	5	5	40	80	40	320
RDSCO	20	10	20	40	20	10	20	0	5	40	80	30	295

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Devido a se tratar de unidades de conservação, as áreas avaliadas obtiveram boa pontuação para uso educativo, fato motivado, em parte, pela própria significância ambiental das mesmas, em sua maioria voltadas para usos sustentáveis como pesquisa e educação, além da proteção da natureza (Figura 7).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 7. Valor de uso educativo nas unidades de conservação avaliadas.

O potencial de uso educativo das UC's deve ser estimulado em atividades de interpretação ambiental, e incluído nos programa de manejo e gestão das mesmas. A geodiversidade pode ser melhor utilizada como recurso didático em atividades de geoeducação e interpretação ambiental como destacado por Moreira (2008, p. 251).

Em relação ao **valor de uso turístico (VUT)** as menores pontuações foram para a Floresta Nacional do Rio Preto (FNRP), a Floresta Nacional de Pacotuba (FNP), e a Estação Biológica de Santa Lúcia (EBSL), com respectivamente, 175, 185 e 185 pontos, respectivamente. As maiores pontuações foram para o Parque Estadual da Pedra Azul (PEPAZ), o Parque Estadual de Itaúnas (PEI), e o Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC), com 315, 320 e 330 pontos respectivamente (Quadro 8).

Quadro 8. Valoração no grupo de uso turístico por critérios e total.

Siglas	D1	D2	D3	D40	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D13	D14	D15	VUT
APACA	40	10	10	30	20	15	20	15	30	10	30	15	20	265
APACB	20	20	20	30	15	5	20	15	10	20	30	5	15	225
APASE	40	10	20	40	20	10	20	15	10	20	40	5	20	270
APAGO	20	10	20	20	15	5	15	15	10	20	20	5	15	190
APAGUA	40	10	20	40	20	15	20	30	10	20	30	5	20	280
APAPE	40	10	10	40	20	5	15	30	30	20	30	5	15	270
APAPM	20	40	20	40	20	15	20	0	10	20	40	5	20	270
ARIEMV	40	10	10	20	20	5	20	30	10	20	40	5	15	245
EBSL	40	0	10	20	20	5	20	0	10	15	20	5	20	185
FNG	20	20	10	40	20	5	20	0	10	20	20	5	20	210

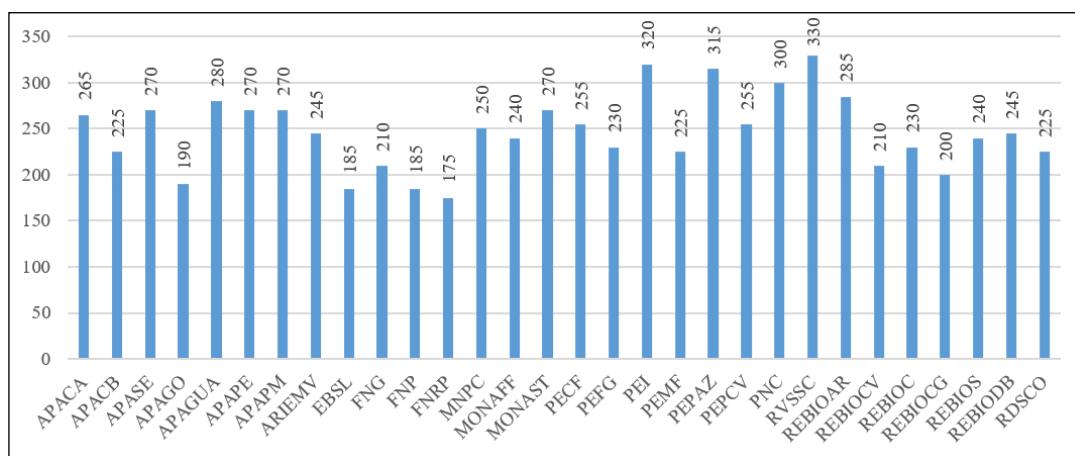
continua

continuação

Siglas	D1	D2	D3	D40	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D13	D14	D15	VUT
FNP	40	10	10	20	15	10	15	0	10	20	20	5	10	185
FNRP	20	10	10	20	20	5	15	0	10	15	40	5	5	175
MNPC	40	40	10	20	15	5	15	15	10	20	40	5	15	250
MONAFF	40	0	10	20	20	10	15	30	30	15	30	5	15	240
MONAST	30	40	20	40	20	5	20	15	10	20	30	5	15	270
PECF	40	20	10	20	15	5	15	30	30	20	30	5	15	255
PEFG	40	0	10	20	15	5	15	30	30	15	30	5	15	230
PEI	40	10	20	40	20	5	20	60	30	20	30	5	20	320
PEMF	20	20	10	40	20	5	20	0	10	20	40	5	15	225
PEPAZ	40	10	10	40	20	5	20	60	40	15	30	5	20	315
PEPCV	40	10	10	40	20	10	20	30	10	20	20	5	20	255
PNC	40	0	10	30	20	5	15	60	40	15	40	5	20	300
RVSSC	40	40	20	40	20	20	20	15	30	20	40	5	20	330
REBIOAR	40	30	20	40	20	5	20	30	10	15	30	5	20	285
REBIOCV	40	20	20	30	20	5	15	0	10	15	20	5	10	210
REBIOC	40	20	20	20	20	5	15	15	10	20	20	5	20	230
REBIOCG	40	20	10	20	15	5	15	0	10	20	30	5	10	200
REBIOS	40	20	20	20	20	5	20	15	10	20	30	5	15	240
REBIODB	40	0	10	40	20	20	20	15	10	20	30	5	15	245
RDSCO	20	10	20	40	20	10	20	0	10	20	30	5	20	225

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para fins turísticos, de maneira geral, os locais avaliados com maiores pontuações apresentam atributos cênicos e paisagísticos com destaque na paisagem, a exemplo do Plúton da Pedra Azul, o Pico da Bandeira e as Dunas de Itaúnas (Figura 8).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 8. Valor de uso turístico nas unidades de conservação avaliadas.

A valoração do potencial de uso turístico possibilita avaliar quais locais são mais promissores para integrar um roteiro geoturístico. Também possibilita planejar e implementar um plano de ações e estratégias para interpretação ambiental nas UC's avaliadas e região de entorno das mesmas.

A pontuação na avaliação da **Prioridade de Proteção** (PP) em função do valor científico (PP-Ic), variou entre 225 (APAGO) e 440 pontos (PEPAZ). Em relação ao valor educativo (PP-Ie) variou entre 325 (EBSL) e 610 (APAPM). Já com relação ao valor turístico (PP-It) as áreas avaliadas obtiveram pontuação variável entre 270 (EBSL) e 550 pontos (APAPM). Com relação ao PP-Ic, as três UC's prioritárias são Parque Estadual de Pedra Azul (PEPAZ), o Parque Nacional do Caparaó (PNC), e a Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM), com 440, 425 e 415 pontos, respectivamente.

Com relação **Prioridade de Proteção Global** (PPG), às áreas prioritárias foram a Área de Proteção Ambiental Praia Mole (APAPM), o Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz (RVSSC), e a Área de Proteção Ambiental Guanandy (APAGUA), com 525, 502 e 468 pontos, respectivamente. A PPG variou entre 277 pontos (EBSL) e 525 pontos (APAPM), o que classifica as áreas avaliadas com necessidade de proteção a longo prazo (≤ 300 pontos) ou a médio prazo (> 300 e ≤ 550 pontos), respectivamente (Quadro 9).

Quadro 9. Prioridade de proteção por grupos de interesse e global.

SIGLA	VRD	VUC	VUE	VUT	PP-Ic	PP-Ie	PP-It	PPG
APACA	175	125	305	265	300	480	440	407
APACB	245	115	300	225	360	545	470	458
APASE)	205	135	330	270	340	535	475	450
APAGO	120	105	275	190	225	395	310	310
APAGUA	210	155	340	280	365	550	490	468
APAPE	155	210	325	270	365	480	425	423
APAPM	280	135	330	270	415	610	550	525
ARIEMV	120	145	300	245	265	420	365	350
EBSL	85	150	240	185	235	325	270	277
FNG	135	115	300	210	250	435	345	343
FNP	130	150	285	185	280	415	315	337
FNRP	120	140	255	175	260	375	295	310
MNPC	145	195	315	250	340	460	395	398
MONAFF	115	240	290	240	355	405	355	372
MONAST	165	210	345	270	375	510	435	440
PECF	115	240	310	255	355	425	370	383
PEFG	85	230	280	230	315	365	315	332
PEI	135	220	350	320	355	485	455	432
PEMF	150	130	300	225	280	450	375	368
PEPAZ	100	340	335	315	440	435	415	430
PEPCV	110	230	325	255	340	435	365	380
PNC	85	340	310	300	425	395	385	402

continua

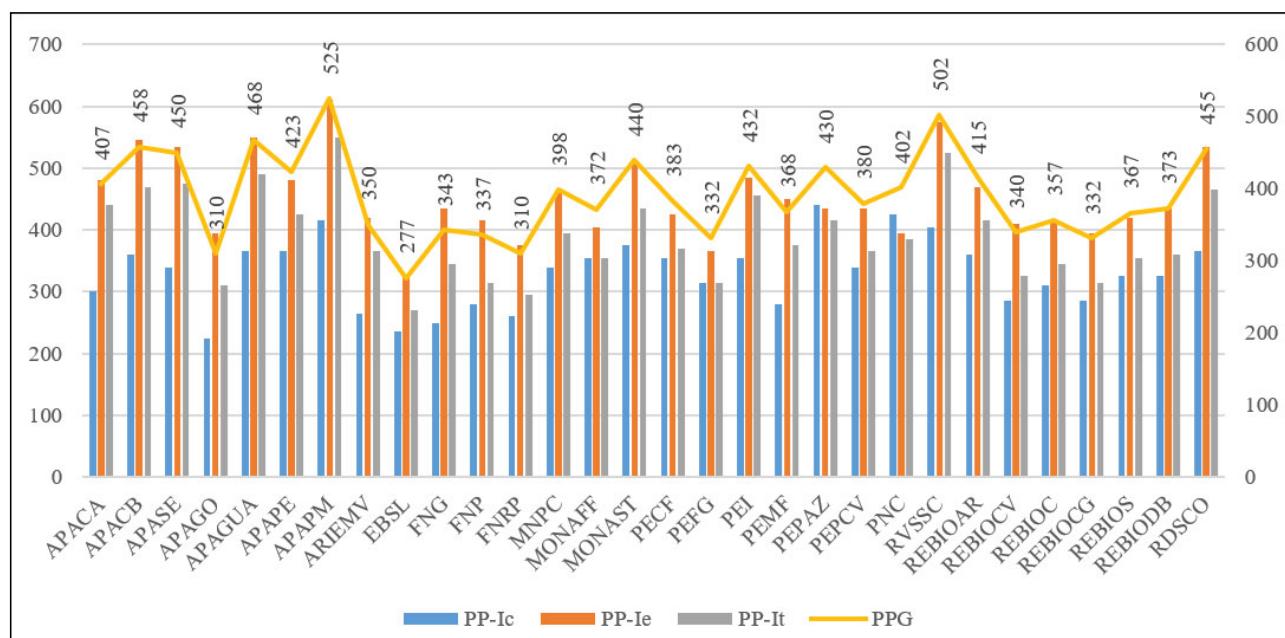
continuação

RVSSC	195	210	380	330	405	575	525	502
REBIOAR	130	230	340	285	360	470	415	415
REBIOCV	115	170	295	210	285	410	325	340
REBIOC	115	195	300	230	310	415	345	357
REBIOCG	115	170	280	200	285	395	315	332
REBIOS	115	210	305	240	325	420	355	367
REBIODB	115	210	320	245	325	435	360	373
RDSCO	240	125	295	225	365	535	465	455

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A classificação da necessidade de proteção em período de tempo variável entre longo prazo ou médio prazos, conforme Quadro 9, deve se a que os locais avaliados se encontram no interior de UC's ou em respectivas zonas de amortecimento. Esse aspecto contribui para reduzir o risco de degradação da geodiversidade, especialmente nas UC's do grupo de proteção integral (Brasil, 2000). A prioridade de proteção visa identificar quais locais devem receber as primeiras ações e recursos para sua conservação, tendo em vista seus valores, usos potenciais e riscos de degradação.

A avaliação das áreas mostrou uma diversidade de categorias de enquadramento e uma pluralidade de ambientes abióticos, o que evidencia a amplitude da geodiversidade capixaba e torna premente a necessidade de implementar ações estratégicas de geoconservação (Figura 9).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 9. Prioridade de proteção nas unidades de conservação avaliadas, por grupos de critérios e global (PPG).

A prioridade de proteção global (PPG) indica as áreas prioritárias para implementação de ações e estratégias de geoconservação (Figura 9). O risco de degradação é o critério com maior

peso para definição da prioridade de proteção, tanto por grupos (PP-Ic, PP-Ie, PP-It), quanto global (PPG), todavia, conforme destacado por Moura (2018, p. 263), “a metodologia Geossit aponta para a necessidade de garantir maior importância ao interesse do lugar do que ao seu risco de degradação”. Por outro lado, a destinação de recursos para conservação de um local em função do seu valor educativo ou valor turístico só se justifica se o mesmo efetivamente estiver sendo utilizado com essa finalidade (Brilha, 2016).

CONCLUSÕES

O trabalho aplicou a metodologia Geossit para valoração da geodiversidade em áreas perpassadas por unidades de conservação continentais administradas em nível de governo federal e estadual. Com base nos critérios de valor científico, obteve-se maior quantitativo de pontos as áreas localizadas no Parque Estadual da Pedra Azul (PEPAZ) e no Parque Nacional do Caparaó (PNC).

Foram encontradas prioridades de proteção para os locais avaliados (n=30), considerando o valor científico (PP-Ic), o valor educativo (PP-Ie), o valor turístico (PP-It) e também a prioridade de proteção global (PPG). Com base nesses índices, foi possível estabelecer quais locais devem receber as primeiras ações e recursos para a conservação, tendo em vista seus valores, usos potenciais e riscos de degradação (Quadro 9 / Figura 9). Quanto maior o valor da prioridade de proteção por grupo de interesse ou global, em mais curto prazo devem ser iniciadas as ações e intervenções para conservação do local avaliado.

A hipótese que as UC's avaliadas sejam áreas representativas de características singulares da geodiversidade para ações e estratégias de geoconservação, foi corroborada pela valoração realizada. Todavia, é bom que se tenha mais pesquisas, com um quantitativo maior de UC's, incluindo outras categorias de gestão para aprofundar o diagnóstico realizado nesse trabalho.

O inventário e caracterização da geodiversidade é o primeiro passo para o desenvolvimento de ações e estratégias de geoconservação. Após a realização da valoração há como prosseguir em outras estratégias de desenvolvimento sustentável, como a ampliação do inventário geológico nacional e seleção de áreas para criação de geoparques da Unesco, por exemplo.

Esse estudo contribui para implementação de ações e estratégias de geoconservação, pela perspectiva do desenvolvimento sustentável. Contribui para o planejamento e seleção dos locais com geodiversidade singular para tomada de decisão com relação a priorização de investimentos de recursos. Pode ser aplicado em projetos de gestão e uso público de unidades de conservação, inclusão nos planos municipais de meio ambiente e de adaptação às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

BEIL, Isabella Maria. Patrimônio, turismo e desenvolvimento sustentável: uma análise crítica sobre a criação de geoparques no Brasil. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - Departamento de Geografia. São Paulo, 2020, 272 f. DOI:10.11606/D.8.2020.tde-20042021-153449.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 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. Brasília, DF: Presidência da República, 2000.
- BRILHA, J.B.R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. *Geoheritage*, v.8, n.2, p.119-134, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>.
- BRILHA, J.B.R. **Património geológico, geoconservação:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.
- CLAUDINO-SALES, Vanda de. Geodiversidade e Geopatrimônio em uma leitura geográfica. *Revista de Geografia*, 41(5), 2024. 159–171. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2024.261941>.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo:** texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais. Belo Horizonte: CPRM, 2015.
- COMPANHIA DE PESQUISA EM RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Geodiversidade do estado do Espírito Santo.** Organização: Sandra Fernandes da Silva/Marcely Ferreira Machado. Belo Horizonte/MG: CPRM, 2014.
- COMPANHIA DE PESQUISA EM RECURSOS MINERAIS - CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Geossit:** cadastro de sítios geológicos. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/geossit/>. Acesso em: 26 maio 2025.
- CUNHA, Alexson de Mello; FEITOZA, Hideko Nagatani; FEITOZA, Leandro Roberto; OLIVEIRA, Fernando Soares de; LANI, João Luiz John; CARDOSO, Kennedy Ferreira; TRINDADE, Filipe Silveira. Atualização da legenda do mapa de reconhecimento de solos do Espírito Santo e implementação de interface no Geobases para uso dos dados em SIG. *Geografafares*, Vitória, Brasil, v. 2, n. 22, p. 32–65, 2016. DOI: 10.47456/geo.v2i22.30205.
- 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.
- GRAY, Murray. **Geodiversity:** valuing and conserving abiotic nature. 1. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.
- HEILBRON, M. et al. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (org.). **Geologia do Continente Sul-Americano:** evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca: São Paulo, Cap. XIII, p. 203-235, 2004.
- HIGA, Karina Kawai. **Geoconservação no estado de São Paulo:** panorama geral e diagnóstico de uso e proteção dos geossítios do inventário do patrimônio geológico. 2019. Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. DOI:10.11606/D.44.2019.tde-04072022-094013.
- IEMA - INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Geoema.** Arquivos shapes e imagens disponibilizadas em meio digital (vários). Cariacica, ES, 2025.
- IEMA - INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Unidades de Conservação.** Disponível em: <www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso: 13 maio 2025.
- IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Arquivos shapes disponibilizados em meio digital** (vários). Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br>> Acesso em 20 Set. 2025.
- IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo**, Vitória, ES, 2012, Nota Técnica nº 28. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/notatecnica/1310_ijsn_nt28-pdf>. Acesso: 15 set. 2025.

- MATIAS, Larissa Daniele; SILVA, Julio Manoel França da. Uso da Plataforma GEOSSIT para Avaliação de Valores da Geodiversidade de Afloramentos Rochosos do Grupo São Bento, município de Inácio Martins, Paraná. **Geografia** (Londrina) v. 33. n. 1, 2024.
- MEIRA, Suedio Alves; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; SILVA, Edson Vicente da. Unidades de Conservação e Geodiversidade: uma breve discussão. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.12, n.2, p. 166-187, maio/ago. 2018. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.12i2.0002.
- MOREIRA, J. C., VALE, T. F. Geoparks: Educação, Conservação e Sustentabilidade. In: GUERRA, A. T., JORGE, M. C. O. (orgs). **Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação:** abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. p. 81-110.
- MOREIRA, Jasmine Cardozo. **Patrimônio geológico em unidades de conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Geografia, 2008.
- MOURA, Pâmella. **Geoconservação no Domínio Ceará Central, Nordeste do Brasil:** Métodos para Seleção, Proteção e Uso dos Sítios Geológicos. 2018. 180 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- MOURA, Pâmella; GARCIA, Maria da Glória Motta; BRILHA, José. Identificação de Sítios Geológicos para Gestão Prioritária: Propostas para a Geoconservação no Domínio Ceará Central, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, BR., v. 41, n. 2, p. 252–267, 2018. DOI: 10.11137/2018_2_252_267. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/28431>. Acesso em: 15 oct. 2025.
- MOURA-FÉ, M. M. de. Inventário do Patrimônio Geomorfológico: método de seleção, avaliação e classificação de geomorfossítios e sítios geomorfológicos. **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, Guimarães, Portugal, v. 6, n. 1, p. 1–23, 2024. DOI: 10.21814/physisterrae.5938.
- NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo:** trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.
- NASCIMENTO, M. A. L.; TAVEIRA, M. S. ; SILVA, M. L. N. ; MEDEIROS, J. L. **Geoparques:** Contexto, origem e perspectivas no Brasil. Ministério do Turismo, 2021 (Documento Técnico).
- OLIVEIRA DE SÁ, A. C.; SILVA CARVALHO, M. E. Reflexões sobre a geodiversidade e a biodiversidade nas unidades de conservação em Sergipe. **Geographia Meridionalis**, v. 7, p. e0240006, 2 nov. 2024. DOI: <https://doi.org/10.15210/gm.v7i.27393>.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; ALKMIM, F. F.; SILVA, L. C.; BABINSKI, M.; CORDANI, U.; CASTAÑEDA, C. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. **Geonomos**, Belo horizonte, v.15, n.1, p.1-16, 2007.
- PEREIRA, Ricardo Galeno Fraga de Araújo. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil).** Braga (Portugal): UMINHO. Tese (Doutorado em Geologia), Escola de Ciências, Universidade do Minho, 2010.
- PESCATORE, E., BENTIVENGA, M.; GIANO, S. I. Geoheritage and Geoconservation: Some Remarks and Considerations, **Sustainability** 15, no. 7: 5823. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15075823>.
- PIGÃO, Stefany Guerra. **O uso dos métodos UNIL e GEOSSIT na avaliação dos geomorfossítios**

de Urubici, Santa Catarina, Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Florianópolis, 2024. ROCHA, Antônio José Dourado; LIMA, Eder, SCHOBENHAUS, Carlos. Aplicativo GEOSSIT – nova versão. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 48, 2016, Porto Alegre, *Anais*[...] - SBG, p.1813. ROMÃO, R. M. M.; GARCIA, M. da G. M. Estratégias interpretativas para o patrimônio geológico do município de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo. *Pesquisas em Geociências*, 48(1), (2021) e104114. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.104114>.

SHARPLES, Chris. A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purpose. Tasmania: Forestry Commission. 1993. 31 p.

WIEDEMANN-LEONARDOS, C. M; LUDKA, I. P.; MEDEIROS, S. R.; MENDES, J. C.; MOURA, J. C. Arquitetura de Plútôns Zonados na Faixa Araçuaí-Ribeira. *Revista Geonomos*, Belo Horizonte, vol. 8, nº 1, 2000, p. 25-38.