

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À AVALIAÇÃO GEOESPACIAL DOS GEOSSÍTIOS DO GEOPARQUE SERRA DO SINCORÁ (PROPOSTO), CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRASIL

Daniel Oliveira Santos¹ 

Sanmy Silveira Lima² 

Artur José Pires Veiga³ 

Eduardo Silveira Bernardes⁴ 

Daniela Andrade Monteiro Veiga⁵ 

Fernanda da Silva Almeida⁶ 

Welison Nascimento Meira⁷ 

RESUMO: O estudo aborda a aplicação de geotecnologias na avaliação geoambiental dos geossítios do Geoparque Serra do Sincorá, situado na Chapada Diamantina (Bahia). Fundamentado nos conceitos de geopatrimônio, geoconservação e análise ambiental, utiliza uma abordagem quali-quantitativa baseada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com sobreposição de camadas. Foram empregados dados de sensoriamento remoto, como imagens orbitais, modelo digital de elevação, bases vetoriais geológicas, geomorfológicas e ambientais, além dos registros da plataforma GEOSIT. A análise contemplou 32 geossítios, organizados por classes temáticas e avaliados segundo critérios de litologia, relevo, declividade, enquadramento em unidades de conservação, cobertura vegetal e pelo Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI). Os resultados evidenciam o papel da litologia na distribuição dos geossítios, com destaque para terrenos mesoproterozoicos do Supergrupo Espinhaço, especialmente da Formação Tombador. Os arenitos dessa formação, de alta competência, sustentam escarpas, vales encaixados e mirantes de grande valor cênico. Do ponto de vista ambiental, predomina vegetação arbustiva associada aos campos rupestres e à sazonalidade climática, o que implica sensibilidade ao uso público. Observou-se que mais de 80% dos geossítios estão inseridos em unidades de conservação, embora persistam pressões antrópicas e lacunas nos instrumentos de proteção. Conclui-se que o uso de geotecnologias fornece subsídios técnicos relevantes para a elaboração de mapas temáticos, que se configuram como ferramentas estratégicas para orientar diretrizes de uso dos geossítios e apoiar o planejamento territorial no contexto do Geoparque Serra do Sincorá.

Palavras-chave: Geoparque Serra do Sincorá; Chapada Diamantina; Patrimônio geológico; Geossítio.

GEOTECHNOLOGIES APPLIED TO THE GEOSPATIAL ASSESSMENT OF GEOSITES OF THE PROPOSED SERRA DO SINCORÁ GEOPARK, CHAPADA DIAMANTINA, BAHIA, BRAZIL

ABSTRACT: The study addresses the application of geotechnologies in the geoenvironmental assessment of geosites within the Serra do Sincorá Geopark, located in the Chapada Diamantina region (Bahia, Brazil). Grounded in the concepts of geoheritage, geoconservation, and environmental analysis, it adopts a qualitative-quantitative approach based on Geographic Information Systems (GIS), through

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – danoliveira.geo@gmail.com

² Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – sanmy_lima@hotmail.com

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – veiga@uesb.edu.br

⁴ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – eduardo.silveira@uesb.edu.br

⁵ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – dveiga@uesb.edu.br

⁶ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – fefagsn@gmail.com

⁷ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil – meirawelison123@gmail.com

the overlay of spatial layers. Remote sensing data were employed, including orbital images, digital elevation models, geological, geomorphological, and environmental vector bases, as well as geosite records provided by the GEOSIT platform. The analysis encompassed 32 geosites, organized into thematic classes and evaluated according to criteria such as lithology, landform compartmentalization, slope, inclusion within conservation units, and vegetation cover, estimated using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Results highlight the lithological control in the distribution of geosites, with predominance of Mesoproterozoic terrains from the Espinhaço Supergroup, particularly the Tombador Formation. The highly competent sandstones of this formation sustain escarpments, incised valleys, and scenic viewpoints of high aesthetic value. From an environmental perspective, shrub vegetation associated with rupestrian fields and climatic seasonality predominates, implying sensitivity to public use. It was observed that more than 80% of the geosites are located within conservation units, although anthropogenic pressures and gaps in protection instruments persist. It is concluded that the use of geotechnologies provides relevant technical support for the development of thematic maps, which serve as strategic tools for defining guidelines for geosite use and for territorial planning within the Serra do Sincorá Geopark.

Keywords: Serra do Sincorá Geopark; Chapada Diamantina; Geological heritage; Geosite.

GEOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA EVALUACIÓN GEOESPACIAL DE LOS GEOSITOS DEL GEOPARQUE SERRA DO SINCORÁ (PROPUESTO), CHAPADA DIAMANTINA, BAHÍA, BRASIL

RESUMEN: El estudio aborda la aplicación de geotecnologías en la evaluación geoambiental de los geositos del Geoparque Serra do Sincorá, situado en la Chapada Diamantina (Bahía, Brasil). Fundamentado en los conceptos de geopatrimonio, geoconservación y análisis ambiental, adopta un enfoque cuali-cuantitativo basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante la superposición de capas. Se emplearon datos de teledetección, como imágenes orbitales, modelo digital de elevación, bases vectoriales geológicas, geomorfológicas y ambientales, además de los registros de geositos disponibles en la plataforma GEOSIT. El análisis contempló 32 geositos, organizados en clases temáticas y evaluados según criterios de litología, compartimentación del relieve, pendiente, inclusión en unidades de conservación y cobertura vegetal, estimada mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Los resultados evidencian el papel de la litología en la distribución de los geositos, con predominio de terrenos mesoproterozoicos del Supergupo Espinhaço, especialmente de la Formación Tombador. Los areniscas de esta formación, de alta competencia, sostienen escarpas, valles encajados y miradores de gran valor escénico. Desde el punto de vista ambiental, predomina la vegetación arbustiva asociada a los campos rupestres y a la estacionalidad climática, lo que implica sensibilidad al uso público. Se observó que más del 80% de los geositos se encuentran dentro de unidades de conservación, aunque persisten presiones antrópicas y vacíos en los instrumentos de protección. Se concluye que el uso de geotecnologías aporta insumos técnicos relevantes para la elaboración de mapas temáticos, los cuales se configuran como herramientas estratégicas para orientar directrices de uso de los geositos y apoyar la planificación territorial en el ámbito del Geoparque Serra do Sincorá.

Palabras clave: Geoparque Serra do Sincorá; Chapada Diamantina; Patrimonio geológico; Geossitio.

Introdução

O conceito de geossítio insere-se no de geopatrimônio e designa locais de interesse geológico e geomorfológico cujo valor científico, educativo, cultural e turístico os singulariza no território, configurando elementos estratégicos para a conservação e a comunicação das geociências (Brilha, 2005; Peixoto, 2015). Por sua vez, o patrimônio geológico, ou geopatrimônio, corresponde ao conjunto de recursos naturais de valor imaterial, científico, educacional e cultural que permitem conhecer, estudar e interpretar a história geológica da Terra e os processos que a moldaram (Carcavilla *et al.*, 2007; Zeimann *et al.*, 2017). Nessa perspectiva, os geossítios caracterizados e inventariados em uma região, constituem a expressão territorial do geopatrimônio que se busca conservar e valorizar.

A efetividade da proteção desses bens depende das práticas de geoconservação, que segundo Brilha (2005), a gestão do geopatrimônio envolve um ciclo integrado das seguintes

etapas: inventariação, caracterização e quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitoramento, cuja aplicação sistemática fundamenta decisões e prioridades sobre esse patrimônio natural. Nesse ciclo, o inventário de geossítios é uma etapa fundamental, pois, registra as características essenciais dos locais, viabilizando análises comparativas, avaliações de valor e o planejamento de ações (Gary, 2004; Gouveia e Figueiredo, 2011).

No âmbito dos geoparques, a Rede Global de Geoparques (Global Geoparks Network - GGN), formalizada em 2004, estabelece que um geoparque deve proteger o patrimônio geológico, promover educação e comunicação pública das geociências e fomentar o desenvolvimento territorial por meio do geoturismo, com envolvimento direto das comunidades locais (Nascimento *et al.*, 2015).

No Brasil, a atuação do então Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM) foi e continua sendo decisiva para a criação de geoparques. Em 2006, foi lançado o Projeto Geoparques, com o objetivo de identificar, classificar, descrever, catalogar, georreferenciar e divulgar áreas com potencial para geoparque, além de propor diretrizes para seu uso sustentável (Schobbenhaus; Silva, 2012). Em paralelo, a plataforma GEOSSIT, mantida pelo SGB/CPRM, consolidou-se como base pública para cadastro e quantificação de geossítios, reunindo centenas de registros nacionais (Schobbenhaus e Silva, 2012).

Sob essa ótica, persiste o desafio de converter inventários descritivos em análise espacial integrada que relacione os geossítios às condições do meio físico (litologia e estrutura; compartimentação do relevo e declividade; cobertura vegetal e proteção formal), gerando evidências mensuráveis e interpretativas, bem como, critérios de priorização de pontos para a geoconservação que serão utilizados por gestores territoriais. Este artigo buscou suprir essa lacuna ao aplicar uma abordagem quali-quantitativa e geoespacial aos geossítios da área proposta para a criação do Geoparque Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina (Bahia), integrando geotecnologias (sensoriamento remoto e SIG) a bases geológicas e geomorfológicas, bem como a dados de conservação ambiental fornecendo um quadro analítico capaz de subsidiar decisões de gestão, educação e geoturismo em escala regional.

Metodologia

Área de estudo

A área de estudo no qual esta pesquisa foi realizada, situa-se na região central do Estado da Bahia, no centro-sudeste da Chapada Diamantina (figura 01). O acesso às sedes municipais ocorre pelas rodovias BR-242, BR-330, BA-245.

As coordenadas geográficas da área estão entre 13°26'00" - 12°08'35" de latitude Sul e entre 41°43'00" - 40°57'00" de longitude Oeste, cuja poligonal foi definida pelos limites dos municípios de Mucugê, Lençóis, Andaraí e Palmeiras, situados no Estado da Bahia e que envolve toda a extensão do Parque Nacional da Chapada Diamantina.

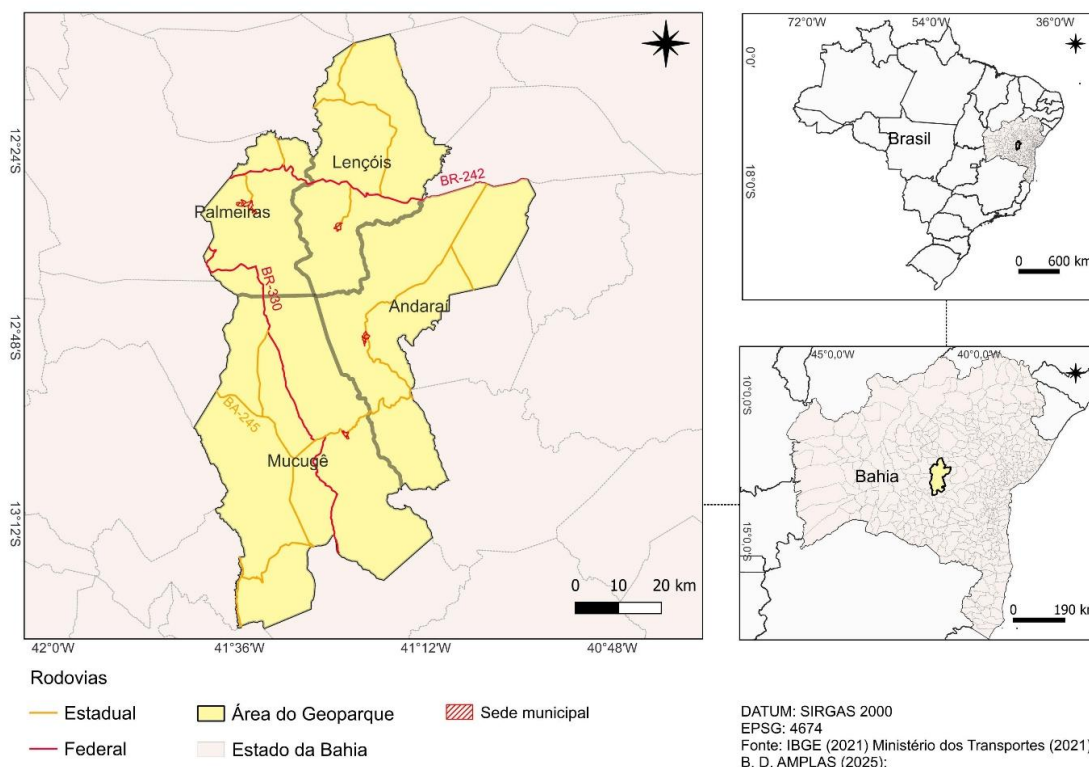
Procedimento metodológico

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Desenho Técnico e no Laboratório de Climatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), com uso de geotecnologias. Por conta da especificidade desta produção, foi essencial o uso de técnicas de sensoriamento remoto em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) dispostas em quatro etapas metodológicas e uma etapa final de síntese conforme a figura 2.

Adotou-se uma abordagem quali-quantitativa na análise geoambiental e descritiva dos geossítios, situados no Geoparque Serra do Sincorá. A metodologia adotada foi de sobreposição de camadas, conforme Braga *et al.* (2005), com correlações entre dados vetoriais, obtidos em órgãos e institutos oficiais, assim como, de dados digitais processados em ambiente SIG pelo Grupo de Pesquisa AMPLAS (Ambiente, Planejamento e Sustentabilidade/UESB), os quais

foram integrados e validados por observações de campo e com técnicas de fotointerpretação. A aplicação dessa técnica metodológica possibilitou uma avaliação das potencialidades ambientais da região, fornecendo informações que sustentam a importância da proposta de criação do geoparque na Chapada Diamantina.

Figura 1 – Localização do Geoparque Serra do Sincorá – 2025



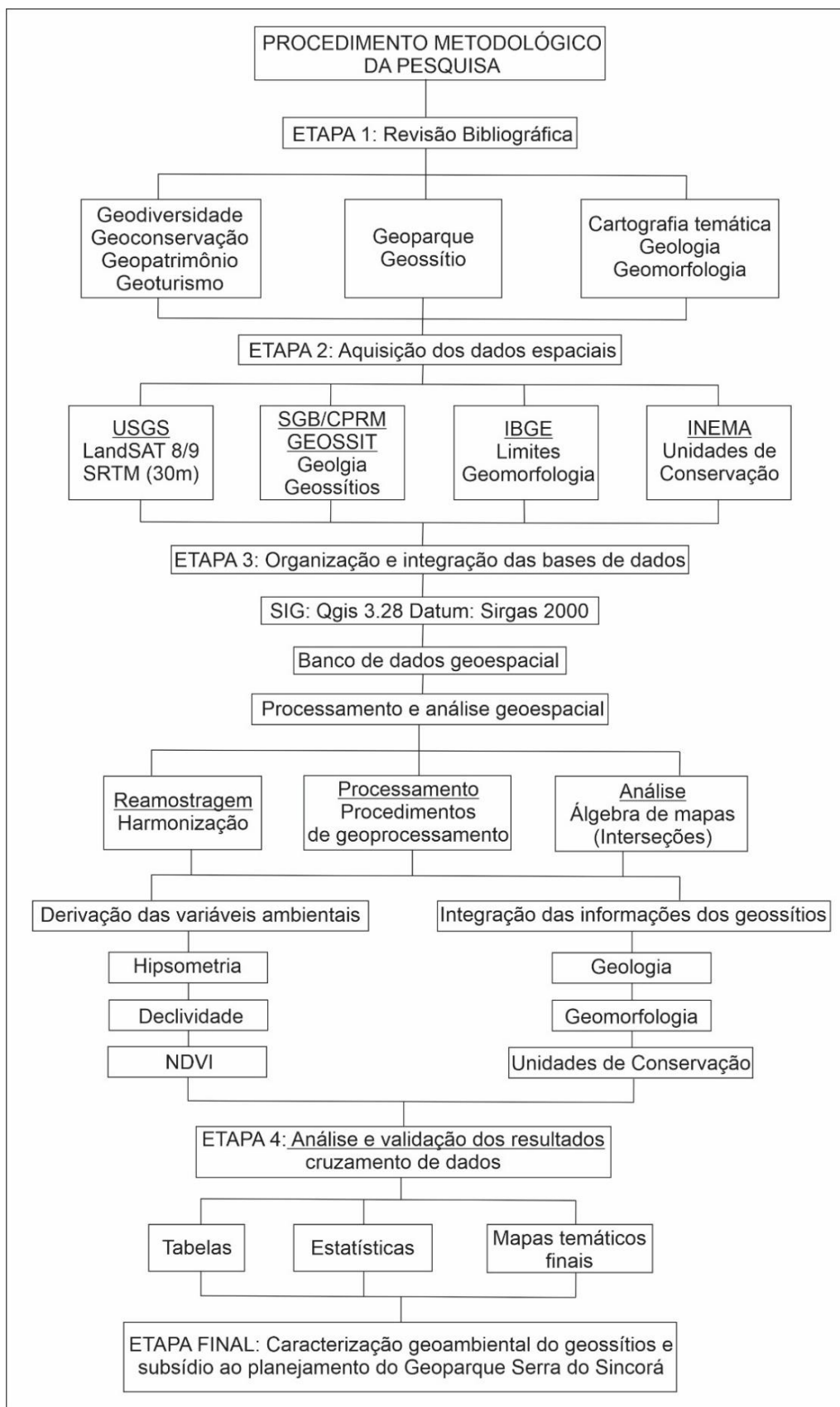
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A primeira etapa (figura 02) constituiu-se na busca por material bibliográfico com o objeto de aprofundar o conhecimento sobre a temática e estabelecer as bases para a análise científica. As produções acadêmicas utilizadas, abordam temáticas relacionadas a geodiversidade, geoconservação, geopatrimônio, geoturismo, geologia e geomorfologia do Brasil, bem como, do inventário dos geossítios e a viabilidade dos geoparques.

Na segunda e terceira etapas (Figura 2), a análise geoespacial foi realizada mediante integração de imagens de sensores orbitais e bases cartográficas vetoriais. Foram utilizadas imagens disponibilizadas pelo United States Geological Survey (USGS, 2020), além de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019, 2021, 2022), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2003, 2024) e do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA, 2019).

As bases geológicas e geomorfológicas correspondem ao mapeamento regional na escala 1:250.000, enquanto o Modelo Digital de Elevação (MDE) foi obtido a partir da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de aproximadamente 30 m (1 arco de segundo). Sobre o MDE foram executadas operações de modelagem digital do terreno, geração de relevo sombreado, fatiamentos hipsométricos e derivação das variáveis morfométricas, especialmente declividade e hipsometria. As imagens Landsat 8/9 OLI (Collection 2, Level-2 Surface Reflectance), também com resolução espacial de 30 m, foram empregadas na análise da cobertura vegetal, utilizando-se as bandas 5 (infravermelho próximo) e 4 (vermelho), necessárias ao cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Figura 2 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

As coordenadas e os metadados dos geossítios cadastrados na plataforma GEOSSIT (CPRM) foram organizados em planilha eletrônica e posteriormente integrados ao ambiente SIG (QGIS 3.28). Considerando que parte das coordenadas originais se encontrava referenciada ao DATUM Córrego Alegre, procedeu-se à correção planimétrica utilizando o aplicativo UTM GEO MAP, com ajuste baseado em pontos de controle obtidos em campo (banco de dados AMPLAS). Posteriormente, todas as informações cartográficas foram convertidas para o sistema geodésico SIRGAS 2000, fuso 24S, seguido da harmonização das diferentes bases cartográficas e do recorte pelo limite oficial do geoparque (figura 02, etapa 03).

No ambiente SIG foram executadas operações de recorte, interseção espacial, extração de atributos por localização e álgebra de mapas para integrar os dados geológicos, geomorfológicos, morfométricos e do índice de vegetação (NDVI), como descrito por Tomazoni e Guimarães (2024). A derivação de variáveis morfométricas (declividade e hipsometria) foi elaborada a partir do MDE do sensor SRTM, obtido no USGS (2020), seguindo a metodologia empregada por Lima *et al.*, (2017), Lima (2020) e Veiga *et al.*, (2021).

Para o componente espectral, foram priorizadas imagens Landsat com cobertura de nuvens inferior a 20%. O NDVI foi calculado pela relação $(NIR - RED)/(NIR + RED)$, conforme Rouse *et al.* (1973), sendo posteriormente reescalado para fins cartográficos e de estatística espacial. A classificação temática adotou intervalos compatíveis com estudos regionais, permitindo distinguir vegetação arbustiva rala, vegetação arbustiva densa, cobertura arbórea, solo exposto/afloramentos rochosos e corpos d'água (Pereira *et al.*, 2017; Veiga *et al.*, 2021; Almeida *et al.*, 2025).

Na etapa quatro procedeu-se à sobreposição das camadas temáticas, realizando-se a interseção espacial entre os geossítios e as informações geológicas, geomorfológicas, morfométricas, cobertura vegetal e Unidades de Conservação (UCs). Os resultados foram consolidados em tabelas, matrizes de atributos e estatísticas descritivas, incluindo frequências absolutas, proporções por classe temática, distribuição municipal e situação de proteção legal. A consistência interna do banco de dados foi verificada mediante conferência cruzada entre tabelas, atributos espaciais e produtos cartográficos. A

Por fim, considerando as escalas cartográficas (1:250.000 e 1:100.000) e a resolução espacial das imagens utilizadas (30 m), os resultados obtidos (etapa final ou de síntese) representam o contexto geoambiental dos geossítios em escala regional, sendo adequados para subsidiar análises de planejamento territorial, geoconservação e gestão do Geoparque Serra do Sincorá, não substituindo levantamentos de detalhe destinados à conservação pontual de afloramentos ou intervenções locais.

Características físicas e ambientais

Contexto Geológico

A área proposta para o Geoparque Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina (Bahia), está inserida no Cráton do São Francisco, unidade tectônica amplamente exposta e estudada, cuja evolução remonta ao Ciclo Transamazônico (~3,2 Ga). Esse cráton é cortado por um rift abortado de direção N–S que controlou a deposição dos protólitos dos Supergrupos Espinhaço (Paleo–Mesoproterozoico) e São Francisco (Neoproterozoico) (Almeida, 1969, 1977; Barbosa *et al.*, 2003, Barbosa *et al.*, 2013). Na Bahia, destacam-se o Bloco Gavião, a sequência Contendas–Mirante e unidades adjacentes (Umburanas, Mundo Novo), compondo o embasamento arqueano-paleoproterozoico (Barbosa *et al.*, 2003).

Estratigraficamente, o Supergrupo Espinhaço subdivide-se nos Grupos Chapada Diamantina, do período Mesoproterozoico (~1416±28–934±14 Ma) (Guadagnin *et al.*, 2015; Loureiro *et al.*, 2008); Paraguaçu do período Mesoproterozoico (~1514±22–1501±9 Ma) (Silveira *et al.*, 2013; Salminen *et al.*, 2016), Rio dos Remédios do período Paleoproterozoico (~1752±4–1748±4 Ma); indiviso e ausente na área do geoparque (Schobbenhaus *et al.*, 1994).

Na área de estudo, os dois primeiros reúnem as formações Morro do Chapéu, Caboclo e Tombador (Grupo Chapada Diamantina) e Guiné, Mangabeira, Açuruá e Ouricuri do Ouro (Grupo Paraguaçu) (Andrade Filho *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 2017).

Do ponto de vista paleoambiental, a Formação Morro do Chapéu registra deposição após rebaixamento do nível do mar, com incisão de vales fluviais e alternância de sistemas fluviais e marinho-rasos (Pereira *et al.*, 2017). A Formação Caboclo reúne laminitos algais e calcários silicificados de planície de maré, sobrepostos por arenitos e argilitos retrabalhados por ondas em plataforma dominada por tempestades, culminando com depósitos plataformais e de maré (Pereira *et al.*, 2017). Por sua vez, a Formação Tombador apresenta conglomerados e arenitos associados ao preenchimento/abandono de canais e barras subaquosas, com fácies eólicas e fluviais típicas de rios entrelaçados; estudos detalhados reconheceram ainda sistemas deltaicos, planícies de maré e ambientes litorâneos (Andrade Filho *et al.*, 1999; Castro, 2003; Pereira *et al.*, 2017). No Grupo Paraguaçu, a Formação Guiné sobrepõe-se à Mangabeira por contato interdigitado, evoluindo de argilitos basais para intercalações turbidíticas (prodelta e frente deltaica) e, ao topo, siltitos em lobos/barras de desembocadura e arenitos eólicos; a Mangabeira é dominada por arenitos feldspáticos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas e níveis superiores com depósitos de dunas e interdunas úmidas (Andrade Filho *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 2017). A Formação Açuruá registra dois ciclos granocrescentes em ambiente marinho raso/litorâneo, com evolução transgressiva a mar alto; a Formação Ouricuri do Ouro inclui conglomerados polimíticos e arenitos seixosos com marcas onduladas/arcóseos, interpretados como leques e planícies aluviais com rios entrelaçados (Barbosa, 2012; Santos, 2017; Pereira *et al.*, 2017).

No Neoproterozoico, por volta de 1,0 Ga, uma glaciação afetou amplamente o Cráton do São Francisco, com avanço de geleiras de W para E na borda sudoeste e, na Província da Chapada Diamantina, de NE para SW. O recuo glacial foi seguido por expressiva elevação do nível do mar e pela instalação de plataformas carbonáticas que compõem o Supergrupo São Francisco, notadamente o Grupo Una (~774±20 Ma a 667±30 Ma), subdividido nas Formações Salitre e Bebedouro (Barbosa *et al.*, 2003; Bomfim *et al.*, 1985; Pereira *et al.*, 2017). A Formação Salitre encerra a deposição proterozóica na área e inclui pelitos carbonáticos, calcarenitos e dolomitos com brechas, com as Unidades Nova América (pelitos carbonáticos, siltitos e laminitos algais) e Jussara (Inferior e Superior: calcarenitos retrabalhados por ondas, estromatólitos colunares, níveis de oólitos/oncólitos) e a Fácies Lapão (dolomitos brechados) (Bomfim *et al.*, 1985; Pereira *et al.*, 2017). Por sua vez, a Formação Bebedouro registra sedimentação glaciogênica com diamictitos ocre, arenitos plano-paralelos e siltitos/argilitos retrabalhados por ondas, interpretados como depósitos de detritos, originados do retrabalhamento de tilitos e da sedimentação de fragmentos desprendidos da fusão de icebergs (Andrade Filho *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 2017).

Logo, a sucessão Espinhaço-São Francisco preservada na Serra do Sincorá, documenta a passagem de sistemas fluviais de alta energia, planícies de maré e plataformas tempestíticas para ambientes deltaicos, eólicos e marinho-rasos, culminando com sedimentação glaciogênica e ampla transgressão neoproterozoica. Essa arquitetura estratigráfica, depositada e retrabalhada no contexto do rift abortado do São Francisco e de reativações proterozoicas, constitui a base para compreender a distribuição dos geossítios e sua relação com o relevo, e o registro paleoambiental na área do geoparque (Almeida 1977; Barbosa *et al.*, 2003; Andrade Filho *et al.*, 1999; Pereira *et al.*, 2017).

Contexto Geomorfológico

O relevo da Serra do Sincorá é essencialmente estrutural, com cristas quartzíticas alinhadas N-S, patamares dissecados e escarpas assimétricas que emolduram planaltos elevados. A vertente ocidental forma uma escarpa quase contínua, com ~300 m de desnível ao longo de aproximadamente 80 km, enquanto a oriental domina o vale do Paraguaçu (~400 m) e atinge rapidamente cotas em torno de 1.200 m nas primeiras cristas; picos locais superam

1.600–1.700 m, configurando topos amplos e mirantes naturais (Vale *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2017). Esses contrastes hipsométricos e o padrão de cristas/platôs refletem o controle litoestrutural dos arenitos e conglomerados da Formação Tombador, além da densa rede de fraturas que condiciona a dissecação e a abertura de vales profundos gargantas e mirantes ao longo dos flancos da serra (Vale *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2017).

Com base em Pereira *et al.* (2017), a compartimentação geomorfológica organiza-se em quatro unidades com assinatura altimétrica, litológica e morfodinâmica distintas. O Pediplano cárstico (~360–700 m), sobre diamictitos da Formação Bebedouro e carbonatos da Formação Salitre (bacia sedimentar Una–Utinga), apresenta relevo plano a suavemente ondulado, recoberto por detritos e/ou cobertura residual argilosa avermelhada, com cavidades naturais e dolinas predominantemente de subsidência. O Planalto de Mucugê (~850–1.000 m), sobre rochas argilosas a areno-argilosas do Grupo Paraguaçu, exibe modelado plano e monótono, poucos afloramentos e manto areno-argiloso em tons ocre–bege–rosados–esbranquiçados; interflúvios amplos e convexos sustentam o uso agrícola em áreas planas. A Serra do Sincorá (~500–1.200 m) reúne paredões escarpados sustentados por arenitos/quartzitos da Tombador, com vales encaixados e alveolares controlados por fraturas e falhas; ao longo do anticlinal do Pai Inácio até o Vale do Capão, o entalhe vertical, ao interceptar níveis argilosos da Formação Guiné (subjacente), evolui para alargamento lateral, preservando morros-testemunho como Pai Inácio, Morrão e Camelo. As Serras da Borda Ocidental formam um compartimento serrano menor, com marcas tectônicas evidentes, incluindo cadeias como a Serra do Barbado (ponto culminante do Nordeste), situada fora dos limites proposto do Geoparque Serra do Sincorá (Pereira *et al.*, 2017).

Processos quaternários reorganizaram a rede de drenagem e intensificaram o entalhe de cabeceiras, sobretudo no setor oriental, com evidências de capturas fluviais — cotovelos de captura, vales superdimensionados e trechos de drenagem pirata — que redistribuíram gradientes e aceleraram a dissecação de superfícies prévias; esse pulso erosivo ajuda a interpretar as gargantas associadas ao eixo Pai Inácio–Capão e a hierarquia atual dos tributários do alto Paraguaçu (Cordeiro, 2019).

O sistema morfológico integra ainda carstificação em dois contextos: carste carbonático (Formação Salitre, Grupo Una) e carste siliciclástico em arenitos Tombador. Cavernas como Lapão e Castelo exibem condutos, sumidouros e espeleotemas em arenitos, afetando a conectividade entre escoamentos superficiais e subterrâneos, gerando assimetrias locais de vertente com trechos de drenagem intermitente em planaltos e encostas (Parra; Pereira; Purificação, 2023). Nos platôs cimeiros, superfícies aplainadas antigas retrabalhadas sob clima tropical resultam em mantos rasos sobre quartzitos/arenitos e mosaicos de campo rupestre; a delgada cobertura pedológica, combinada ao fraturamento do substrato, favorece escoamento concentrado, ravinamento de cabeceira e deposição coluvial em talvegues (Schaefer, 2002; Vale *et al.*, 2008).

Ainda vale ressaltar que a morfologia do Sincorá resulta da interação entre litologia, estrutura, rearranjos de drenagem e carstificação, sendo que a compartimentação realizada por Pereira *et al.* (2017) oferece a chave para interpretar a distribuição dos geossítios, seus condicionantes de acessibilidade e suas vulnerabilidades.

Aspectos ambientais

A área proposta está no domínio da Caatinga com forte expressão de campos rupestres nos topos e cristas quartzíticas da Serra do Sincorá (Espinhaço setentrional). Esses campos rupestres sustentam altos níveis de endemismo vegetal e mosaicos florísticos muito heterogêneos, condição já reconhecida para a Chapada Diamantina por levantamentos florísticos e análises biogeográficas (Zappi *et al.*, 2017; Gonçalves e Gonçalves, 2023). No recorte do geoparque, essa singularidade biológica é um ativo ambiental estratégico porque associa valor científico (endemismos e raridades) e serviços ecossistêmicos (proteção de nascentes, regulação microclimática, manutenção de solos rasos) sob clima sazonal do semiárido.

O clima regional é sazonal, com estação chuvosa na primavera-verão e seca no inverno; as normais do INMET para a estação de Lençóis (cód. 83242) evidenciam precipitação anual concentrada entre outubro e março com temperaturas amenas em altitude - padrão que modula a fenologia da vegetação rupestre e a hidrologia de cabeceiras. Em escala interanual, estudos recentes apontam variabilidade pluviométrica relevante na Chapada, com anos secos e úmidos, influenciando diretamente a resposta hidrológica local. Para fins de diagnóstico ambiental e de risco, esse regime impõe atenção a eventos extremos (chuvas intensas no início da estação úmida e estiagens prolongadas na seca).

Um mosaico de unidades de conservação organiza o território ambiental do geoparque nas diferentes esferas do poder público: no nível federal, o Parque Nacional da Chapada Diamantina (Decreto 91.655/1985; 152.141,87 ha) protege ecossistemas da Serra do Sincorá com plano de manejo, zoneamento e visitação controlada; no nível estadual, a APA Marimbus-Iraquara (Decreto 2.216/1993; ZEE/Plano de Manejo, 1997; INEMA, 2011) atua como zona tampão e corredor de conectividade, ordenando usos no entorno do vale do Paraguaçu e dos ambientes úmidos dos Marimbus; no nível municipal, o Parque Natural Municipal de Mucugê (Projeto Sempre-Viva, 1999) prioriza a conservação de campos rupestres e endemismos, enquanto o Parque Natural Municipal da Muritiba (Lençóis, 1986; ~60-66 ha) protege nascentes e atrativos urbanos com regras de acesso e cobrança de visitação. Esse gradiente - de proteção integral (parque nacional) a uso sustentável (APA) e proteção local voltada ao uso público ordenado (parques municipais) - já organiza a gestão ambiental do território e dá suporte direto à conservação, monitoramento e visitação qualificada dos geossítios.

Os Geossítios

A Chapada Diamantina preserva importantes registros da geologia e da trajetória da mineração no Brasil, tornando-se um verdadeiro patrimônio geológico e histórico (Pereira *et al.*, 2017). Ademais, essa área configura-se como um dos principais destinos brasileiros de turismo de natureza e aventura (Severo; Souza, 2010). Nesse espaço com amplo potencial socioeconômico, está localizada a área proposta para criação do Geoparque Serra do Sincorá.

Para esta pesquisa, foram considerados 32 geossítios registrados no GEOSSIT/CPRM. Os sítios foram organizados por classe temática (geomorfologia, sedimentologia, história da mineração, espeleologia, paleoambiental, geominação, tectônica, estratigrafia e petrologia) e receberam abreviações padronizadas utilizadas nos mapas temáticos, de modo a simplificar a leitura cartográfica (Tabela 01).

A distribuição por município é assimétrica (Tabela 02): Lençóis concentra 12 dos 32 geossítios (37,5%), seguida por Andaraí com 8 (25,0%) e por Palmeiras e Mucugê, ambos com 6 (18,75%), totalizando 32 (100%). Esse arranjo acompanha a lógica do uso público regional, tendo Lençóis como polo turístico consolidado e Mucugê combinando atrativos naturais e base agrícola (Pereira *et al.*, 2017). Do ponto de vista de gestão, a desagregação municipal dos registros viabiliza acordos intermunicipais de governança, o planejamento da visitação com base em capacidade de carga e sazonalidade, a priorização de investimentos em infraestrutura e fiscalização.

No recorte temático, geomorfologia é a classe mais representada (14 dos 32), refletindo a forte expressão de escarpas, cânions, morros-testemunho e grandes desníveis altimétricos na Serra do Sincorá. A lista inclui, entre outros, quedas d'água de alto apelo cênico (Cachoeira da Fumaça, Andorinhas, Riachinho), mirantes estruturais (Morro do Pai Inácio, Morro do Capão) e sistemas fluviais emblemáticos (Mucugezinho, Balneário do Paraguaçu). A classe espeleológica (Gruta do Lapão, Gruta do Castelo) registra tanto o carste carbonático (Grupo Una) quanto o carste em arenitos, enquanto os temas paleoambientais e estratigráficos (diamictitos da Formação Bebedouro; estratos cruzados de grande porte no rio Lençóis) ancoram interpretações paleoambientais regionais. Também vale ressaltar os geossítios que tratam da história da mineração e geominação, que preserva a memória material do ciclo diamantífero e sua relação com os sistemas fluviais.

Tabela 01 – Geossítios que integram a área do Geoparque Serra do Sincorá, 2024

NOME	CLASSES	ALT. (m)	LEG.
Cachoeira das Andorinhas	Geomorfologia	1100 - 900	CaAn
Mucugezinho	Sedimentologia	900 - 900	Mcgh
Cachoeira do Ramalho	Geomorfologia	900 - 700	CaRa
Cachoeira do Riachinho	Sedimentologia	1100 - 900	CaRi
Bairro Luís Santos	História da mineração	700 - 500	BaLS
Caverna Torras	Espeleologia	700 - 500	CaTo
Gruta da Paixão	Espeleologia	700 - 500	GrPa
Cachoeira das Três Barras	Geomorfologia	1100 - 900	CaTB
Rio Paraguaçu Balneário de Mucugê	Geomorfologia	1100 - 900	RPB
Sibéria	Geomorfologia	900 - 700	Sib
Serrano	Geomorfologia	500 - 300	Serr
Morro do Capão	Geomorfologia	1500 - 1300	MoCa
Morro do Cruzeiro	Geomorfologia	1300 - 1100	MoCu
Cachoeira da Donana	Geomorfologia	500 - 300	CaDo
Marimbus Sul	Geomorfologia	500 - 300	MaSu
Rampa do Caim	Geomorfologia	1100 - 900	RaCa
Diamicititos da Formação Bebedouro	Paleoambiental	900 - 700	DiFB
Cachoeira da Fumaça	Geomorfologia	1300 - 1100	CaFu
Pedreira de Ardósias Vermelhas	Geomineração	1100 - 900	PeAV
Cachoeira do Tiburtino	Sedimentologia	1100 - 900	CaTi
Sistema Garimpeiro de Drenagem	História da mineração	700 - 500	SGDr
Toca do Garimpeiro	História da mineração	700 - 500	ToGa
Mirante do Rio Capivari com Rio Capivara	Geomorfologia	700 - 500	MRCR
Dobra de arrasto na Trilha do Michila	Tectônica	900 - 700	DATM
Cachoeira do Poção	Tectônica	900 - 700	CaPo
Cachoeira do Capivari	Estratigrafia	700 - 500	CaCa
Cachoeira do Michila	Tectônica	1100 - 900	CaMi
Estratos Cruzados de grande porte no Rio Lençóis	Paleoambiental	700 - 500	ECRL
Dique ígneo no poço Halley	Petrologia	700 - 500	DIPH
Gruta do Castelo	Espeleologia	1300 - 1100	GrCa
Gruta do Lapão	Espeleologia	700 - 500	GrLa
Morro do Pai Inácio	Geomorfologia	1300 - 1100	MOPi

Fonte: CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

Tabela 02 – Distribuição dos Geossítios por município, 2024

MUNICÍPIO	Nº	%
Lençóis	12	37,5
Palmeiras	6	18,75
Andarí	8	25
Mucugê	6	18,75
Total	32	100

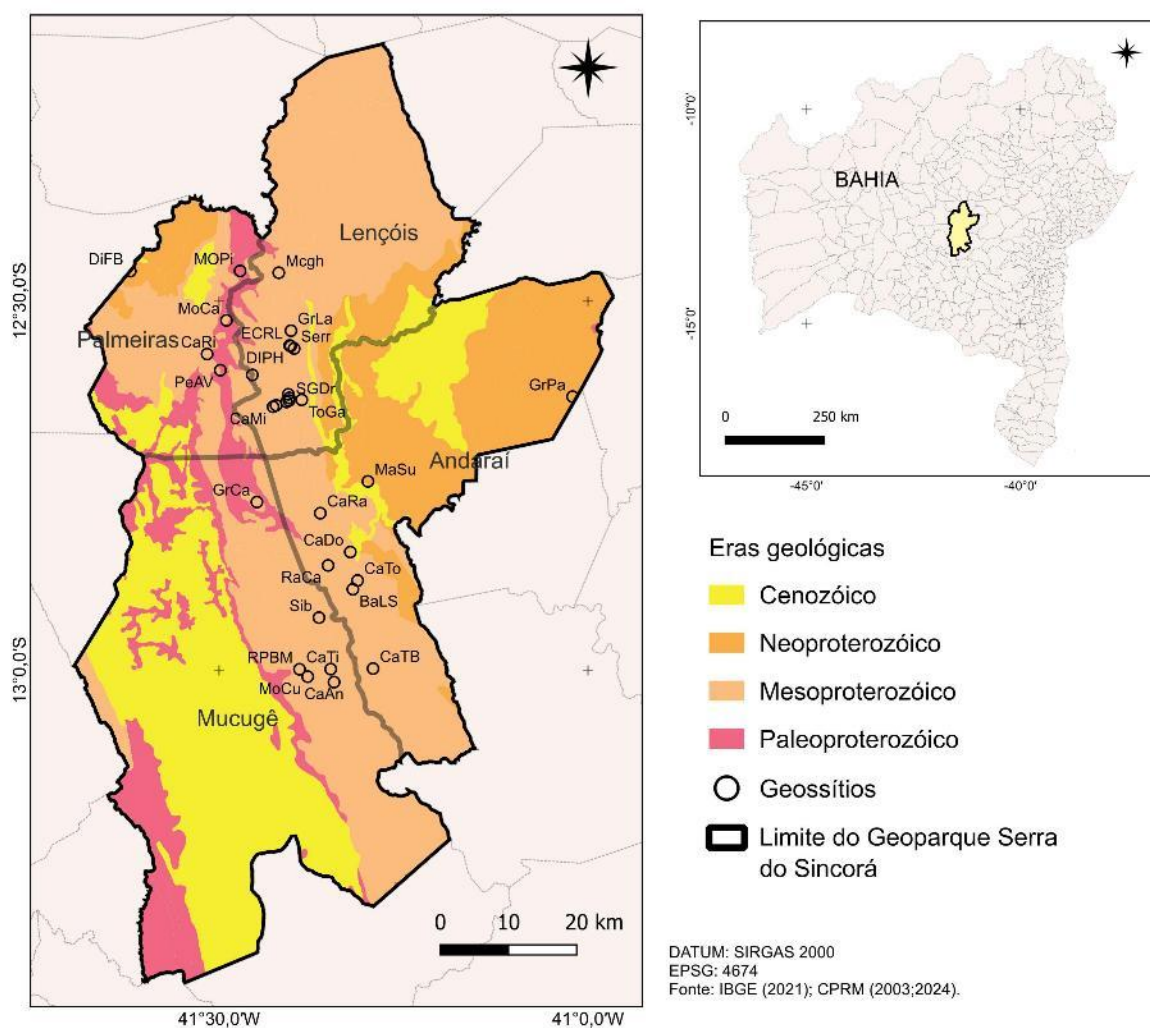
Fonte: IBGE (2021); CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

Resultados e discussões

Aspectos geológicos das áreas de ocorrência dos geossítios

A área proposta para o Geoparque Serra do Sincorá abrange sucessões dos Supergrupos Espinhaço e São Francisco, que constituem um patrimônio geológico representativo de diferentes etapas da evolução pré-cambriana do Cráton do São Francisco. Os geossítios inventariados distribuem-se entre terrenos do Paleoproterozoico, Mesoproterozoico e Neoproterozoico, com predomínio do Mesoproterozoico, que reúne 27 dos 32 geossítios (Figura 03; Tabela 03) e corresponde ao intervalo de deposição dos protólitos do Supergrupo Espinhaço no contexto de um rifte abortado associado ao Cráton do São Francisco. O Neoproterozoico compreende 3 geossítios associados ao Supergrupo São Francisco, enquanto o Paleoproterozoico reúne 2 registros vinculados às unidades basais do Supergrupo Espinhaço. Embora ocorram litologias cenozoicas na área, não foram cadastrados geossítios nessas unidades até 2024. O predomínio dos registros mesoproterozoicos decorre do controle litoestrutural exercido pelos arenitos de alta competência, que condiciona a erosão diferencial e a expressão do relevo. Essas características favorecem a exposição dos afloramentos e a formação de escarpas e cristas, ampliando a atratividade cênica dos locais inventariados.

Figura 3 – Geoparque Serra do Sincorá – BA: Geossítios por Era geológica, 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 03 – Distribuição dos geossítios por eras geológicas, 2024

ERA MÁXIMA	Nº	%
Paleoproterozóico	2	6,25
Mesoproterozóico	27	84,38
Neoproterozóico	3	9,38
Total	32	100

Fonte: CPRM (2003; 2024); Banco de Dados AMPLAS/UESB (2024).

Agrupados por Unidades Geológicas com suas respectivas litologias (Tabela 04; Figura 04), os geossítios distribuem-se em sete unidades, com nítida predominância das três fácies da Formação Tombador (fácies 1, 2 e 3), que somam 26 geossítios. As demais unidades (Açuruá, Bebedouro, Caboclo fácies 4, Gabriel e Nova América) totalizam 6 geossítios. Esse padrão é coerente com a geomorfologia estrutural da Serra do Sincorá: os arenitos e conglomerados da Formação Tombador sustentam escarpas, cristas e morros-testemunho, e concentra mirantes, quedas d'água e vales encaixados de alto valor cênico.

Tabela 04 – distribuição dos geossítios por unidades litoestratigráficas

UNIDADE	LITOLOGIA	Nº	%
Tombador - facie 1	Ortoconglomerado, Paraconglomerado, Arenito conglomerático, Conglomerado polimítico	6	18,75
Tombador - facie 2	Arenito conglomerático, Arenito	18	56,25
Tombador - facie 3	Arenito, Rocha pelítica, Arenito conglomerático	2	6,25
Açuruá	Metasiltito, Ardósia, Conglomerado, Folhelho, Siltito, Metarenito	2	6,25
Bebedouro	Diamictito, Arenito, Grauvaca, Rocha pelítica	2	6,25
Cabloclo	Argilito, Siltito, Calcarenito, Arenito, Ritmito, calcário estromatolítico, Arenito conglomerático, Lamito	1	3,13
Gabriel e Nova América	Calcilutito, Calcarenito	1	3,13
Total	Total	32	100

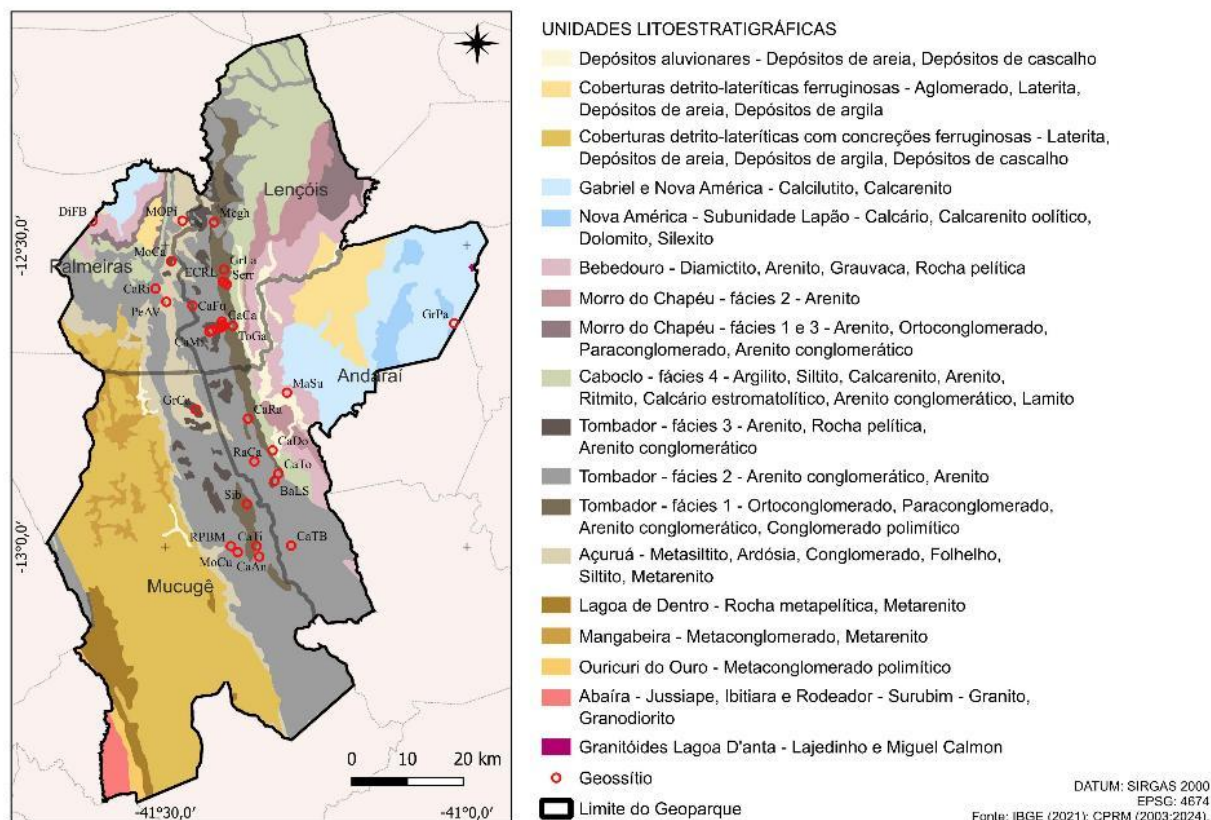
Fonte: CPRM (2003; 2024); IBGE (2021); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

A Formação Tombador fácies 2 (Mesoproterozoico), composta principalmente por arenitos e arenitos conglomeráticos, concentra 18 geossítios (56,3% do total), evidenciando o papel desses estratos resistentes na geração de formas verticalizadas e atrativos associados à dissecação fluvial. A Tombador fácies 1, com ortoconglomerados, paraconglomerados, arenitos conglomeráticos e conglomerados polimíticos, abriga 6 geossítios (18,8%), geralmente associados a paleocanais, barras e feições de alto gradiente. Por sua vez, a Formação Tombador fácies 3 cuja litologia apresenta arenitos, níveis pelíticos e arenitos conglomeráticos, reúne 2 geossítios (6,3%). Em conjunto, as três fácies representam rochas sedimentares, pouco metamorfizadas, de alta competência mecânica, diretamente ligadas à concentração de geossítios geomorfológicos.

Entre as unidades restantes, a Açuruá (Paleoproterozoico) reúne 2 geossítios (6,3%) em litologias metassedimentares, com metassiltitos, ardósias, folhelhos, siltitos, metarenitos e conglomerados, com registros de ambientes de plataforma rasa a litoral em ciclos granocrescentes. A Formação Bebedouro (Neoproterozoico) também reúne 2 geossítios (6,3%) em diamictitos, arenitos, grauvacas e rochas pelíticas, material tipicamente glaciogênico, que permite discutir processos de transporte por gelo e retrabalhamento por ondas em contexto pós-glacial. A Formação Caboclo fácies 4 (Mesoproterozoico) conta com 1 geossítio (3,1%) em argilitos, siltitos, laminitos e calcários estromatolíticos associados a planícies de maré e

plataformas dominadas por tempestades, abrindo espaço para interpretações paleoambientais. Por fim, Gabriel e Nova América (Neoproterozoico) somam 1 geossítio (3,1%) em calcilutitos e calcarenitos, rochas carbonáticas de plataforma que ampliam o espectro de ambientes representados no conjunto.

Figura 4 – Geoparque Serra do Sincorá - BA: geossítios por unidades litoestratigráficas, 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

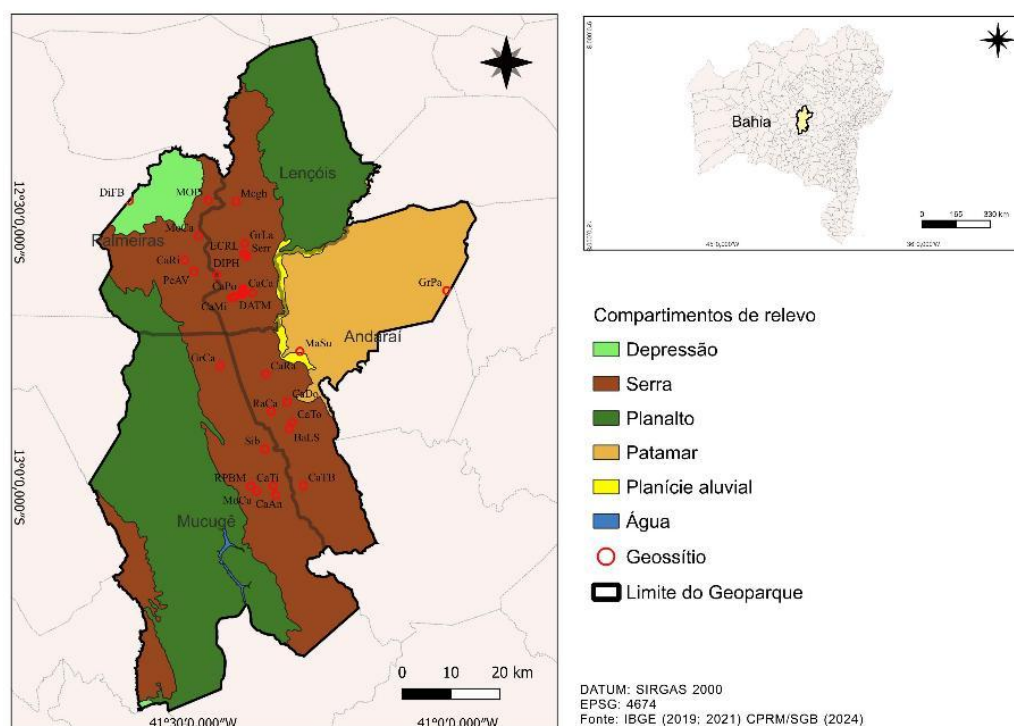
Aspectos geomorfológicos dos locais onde se situam os geossítios

Do ponto de vista interpretativo, destacam-se dois controles principais. Em primeiro, a elevada competência mecânica dos arenitos e conglomerados da Formação Tombador, associada a anisotropias estruturais (dobras e fraturas), que explica a predominância de geossítios de caráter geomorfológico, uma vez que a erosão diferencial sobre estratos sustenta escarpas, cristas e morros testemunhos, intensifica a dissecação fluvial e maximiza a exposição de afloramentos, o que eleva a detectabilidade e o uso público. Em segundo lugar, as unidades de fácies finas do Mesoproterozoico, como Caboclo fácies 4, e as unidades carbonáticas ou glaciogênicas do Neoproterozoico, como Bebedouro, Gabriel e Nova América concentram atributos paleoambientais e estratigráficos, incluindo diamictitos com assinatura glaciogênica, estromatólitos e ritmitos de maré e de tempestade, cujo reconhecimento depende de leitura de fácies e de análise sedimentológica e paleobiológica em campo. Essa assimetria entre valor científico e apelo visual exige instrumentos de geoconservação e comunicação estruturada, por exemplo, sinalização orientada a processos e trilhas com pontos de interpretação, com o objetivo de converter a visitação generalista em geoturismo baseado em evidências científica e com ganho cognitivo mensurável.

A classificação geomorfológica adotada segue a compartimentação de Pereira *et al.*, (2017) para o Geoparque Serra do Sincorá, complementada pela tipologia de Unidades de

Paisagem (UPs) de Veiga *et al.*, (2023), baseada em processamento digital do MDE, com geração da imagem sombreada. No recorte do geoparque (Figura 05), consideram-se como compartimentos de relevo a Serra do Sincorá, o Planalto de Mucugê, o Pediplano Cárstico e as Serras da Borda Ocidental; para fins operacionais da análise espacial, incorporam-se ainda os subcompartimentos Patamar e Depressão, derivados da setorização morfoaltimétrica e do padrão de declividades. Apenas três compartimentos apresentam geossítios cadastrados: Serra, Patamar e Depressão (Tabela 05).

Figura 5 – Geoparque Serra do Sincorá – BA: geossítos por compartimento de relevo, 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 05– Distribuição dos geossítios por compartimento de relevo x Unidades de Paisagem (UP), 2024

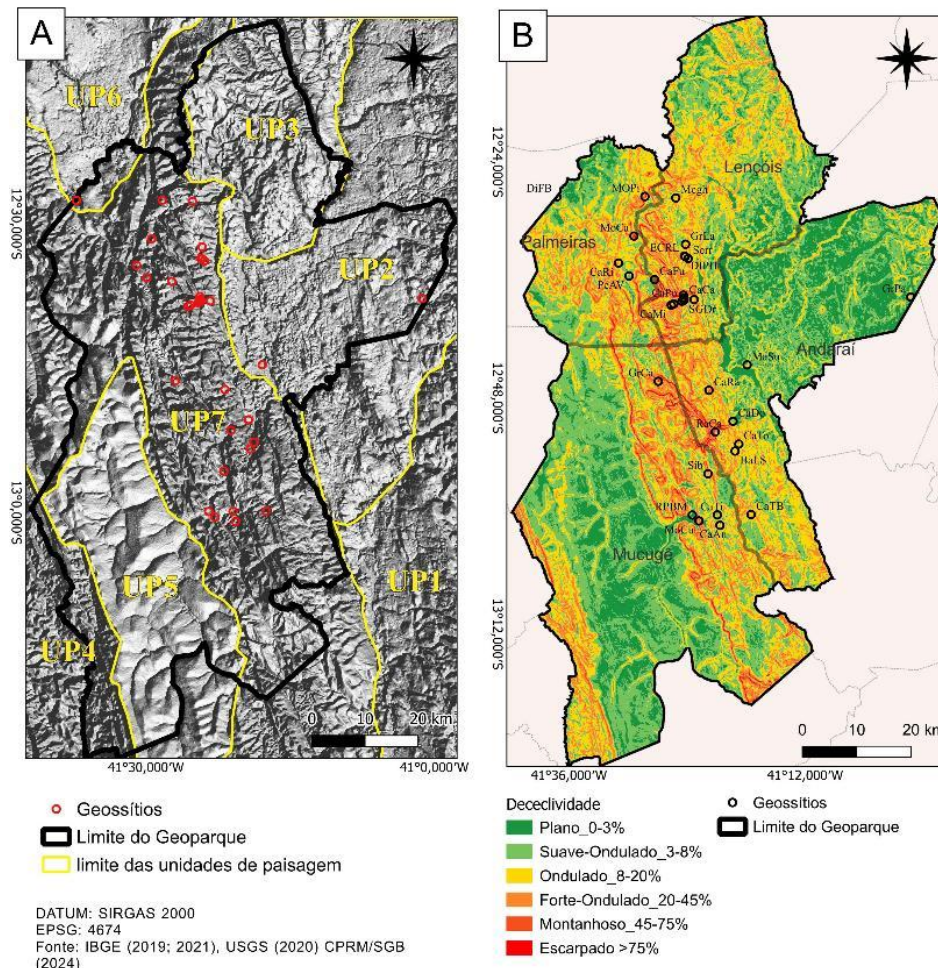
COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO	UNIDADES DE PAISAGEM	Nº	%
Depressão	UP6; UP7	1	3,13
Patamar	UP2	2	6,25
Planalto	UP3; UP5	0	0
Planície	UP2	0	0
Serra	UP7; UP3; UP2; UP4	29	90,63
Total		32	100

Fonte: IBGE (2019); CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

O compartimento Depressão abriga um geossítio (DiFB), em relevo plano (declividade 0- 3%), com altitude entre 900 e 700 m (Figuras 05 e 06B; Tabelas 01 e 05). A morfologia local é controlada por litologias da Formação Bebedouro (Neoproterozoico), com destaque para diamictitos de origem glaciogênica. O sítio documenta o contato entre os sedimentos mesoproterozoicos do Grupo Chapada Diamantina e os neoproterozoicos do Grupo Una, configurando um ponto de alto valor didático e científico por representar registros do Criogeniano (Pereira *et al.*, 2017). Em razão da baixa declividade e da proximidade de áreas

cultivadas, a degradação é acelerada por intemperismo físico-químico e pressões antrópicas, conforme discutido por Veiga *et al.*, (2023).

Figura 6 – Geoparque Serra do Sincorá – BA: (A) Distribuição dos geossítios por unidade de paisagem (B) Declividade da área de estudo e os geossítios



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Serra do Sincorá (compartimento serra, em específico localizada no centro do Geoparque) concentra 29 dos 32 geossítios (90,63%), distribuídos sobre as formações Morro do Chapéu, Tombador, Açuruá, Bebedouro e Caboclo (Figuras 04 e 05; Tabelas 04 e 05). Predominam rochas sedimentares e metassedimentares, que, aliadas à estrutura, explicam o relevo de linhas de quebra abruptas, vales profundamente encaixados e setores amplamente dissecados. A serra estende-se por cerca de 140 km no sentido N/S, com aproximadamente 20 km de largura e altitudes entre 300 e 1.700 m; a drenagem é controlada por feições tectônicas associadas ao Ciclo Brasileiro e a reativações neotectônicas quaternárias (Trompette *et al.*, 1992). O perfil E/W evidencia a serra encaixada entre uma depressão e um planalto, coerente com a organização estrutural do Espinhaço na Chapada (Silva, 1994; Veiga *et al.*, 2021).

No compartimento Patamar ocorrem dois geossítios. O primeiro, Gruta da Paixão (GrPa), desenvolveu-se por dissolução e colapso associados à percolação de água em carbonatos das unidades Gabriel e Nova América (Grupo Una), expressando carste de plataforma (Figuras 04 e 05; Tabelas 04 e 05). O segundo, Marimbus Sul (MaSu), corresponde a depósitos aluvionares quaternários formados a jusante da confluência dos rios Santo Antônio e São José, quando estes deixam a Serra do Sincorá e adentram o planalto carbonático da bacia sedimentar Una-Utinga. O geossítio situa-se na zona de contato geológico entre o Grupo Una

e o Grupo Chapada Diamantina, o que reforça seu interesse estratigráfico e geomorfológico (CPRM, 2003; 2024).

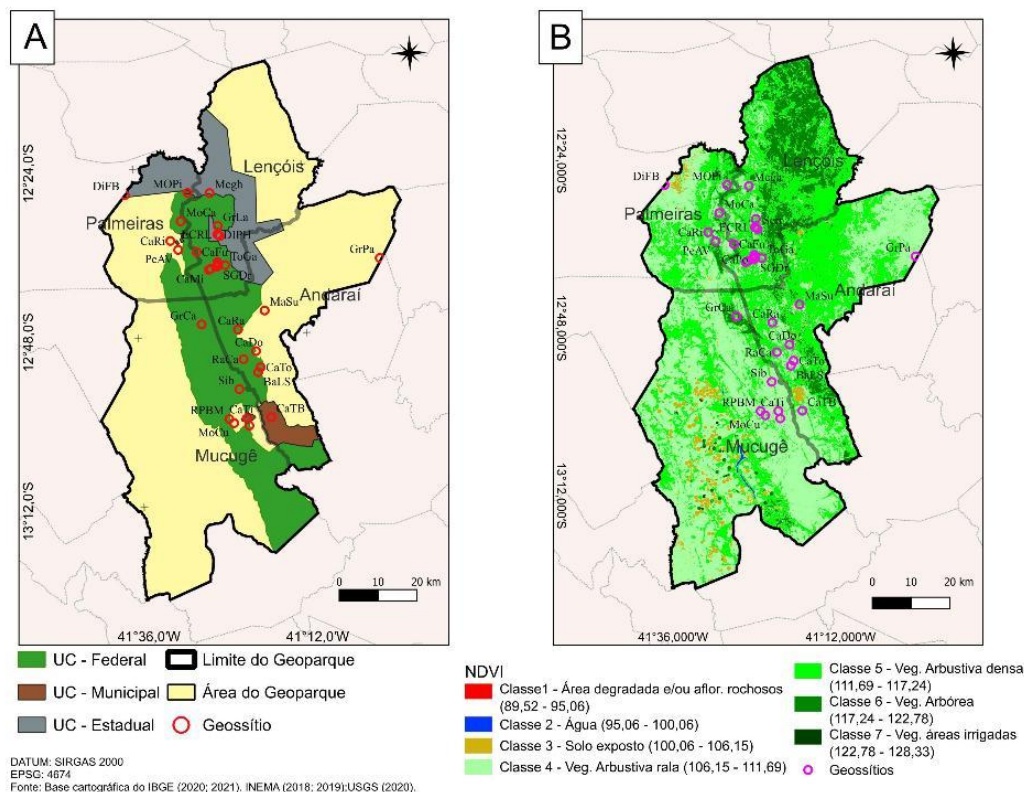
A integração com as Unidades de Paisagem de Veiga *et al.*, (2023), com os dados morfométricos (figura 06A, figura 05B, e Tabela 05) evidenciam que a classe Suave-ondulado (3–8%) é a mais extensa na área estudada, com 4.333,9 km², seguida do Ondulado (8–20%) com 3.276,9 km², Plano (0–3%) com 2.934,7 km² e Forte-ondulado (20–45%) com 1.269,4 km². De acordo com a Figura 06 (B) as classes Montanhoso (45–75%) e a Escarpado (>75%) perfazem áreas menores.

Por sua vez, a Figura 06 (A) evidencia que a UP7 responde pela maior fração de áreas suave-onduladas (1.205,1 km²) e onduladas (1.602,5 km²), seguida pela UP2 em suave-ondulado (1.031,4 km²). Na Serra do Sincorá, os geossítios distribuem-se por seis classes de declividade, com predominância de suave-ondulado e ondulado, padrão compatível com a presença de superfícies aplainadas por desnudação hidrogeoquímica intercaladas com escarpas estruturais (Silva, 1994). As Serras da Borda Ocidental situam-se majoritariamente na UP4, onde as classes de ondulado (363,6 km²) e forte-ondulado (273,7 km²) dominam no setor sudoeste. Os compartimentos Planalto e Planície ocorrem principalmente na UP2 e, embora relevantes para a conectividade ambiental, não apresentam geossítios cadastrados, por isso, não foram discutidos em detalhe.

Diagnóstico geoambiental de onde se situam os geossítios e as unidades de conservação

As unidades de conservação da área proposta inserem-se no arcabouço do SNUC (Lei 9.985/2000) e formam um mosaico municipal, estadual e federal que totaliza aproximadamente 2.800 km² (Pereira *et al.*, 2017; Almeida *et al.*, 2025). Nesse contexto, 26 dos 32 geossítios mapeados estão no interior de UCs (81,25%), distribuídos principalmente no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PARNA: 18 registros, 56,25%), seguidos pela APA Marimbus–Iraquara (5 registros, 15,63%) e por parques municipais (3 registros, 9,38%) conforme a Figura 07(A) e as Tabelas 06 e 07. Os seis geossítios remanescentes situam-se fora de UCs (18,75%) e constituem o núcleo crítico para priorização de geoconservação por estarem desprovidos de instrumentos legais de proteção e gestão.

Figura 7 – Geoparque Serra do Sincorá – BA: (A) distribuição por tipo de UC, 2024; (B) NDVI e os geossítios, 2024



Fonte: Elaborados pelos autores (2025).

A concentração de geossítios no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PARNA) decorre do acoplamento entre litologias competentes do Espinhaço, relevo estrutural e atratividade cênica da Serra do Sincorá, o que aumenta detecção e uso público. Do ponto de vista ambiental, esse padrão produz um paradoxo de manejo: o enquadramento em proteção integral confere barreiras a usos incompatíveis, onde a alta visitação eleva a pressão sobre trilhas, bordas de mirantes, poços e áreas de corredeiras, com efeitos cumulativos de pisoteio, compactação e erosão em vertentes íngremes (ICMbio, s/d). Na APA Marimbus–Iraquara, que é de uso sustentável, os geossítios vinculados ao carste carbonático e drenagens de planície aluvial demandam filtros ambientais distintos, com ênfase em controle de poluição difusa, proteção de nascentes, perímetros de salvaguarda para cavernas e disciplina de usos rurais e turísticos. Em Parques municipais como o de Mucugê e o do Morro do Pai Inácio, a presença de infraestrutura e regras locais favorece ordenamento do fluxo, mas o baixo quadro de pessoal e a sazonalidade dos picos de demanda exigem protocolos de capacidade de carga e de fechamento temporário de trilhas sob condições de risco hidrometeorológico.

Tabela 06 – Distribuição dos Geossítios por tipo de UC, 2024

TIPO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	Nº	%
Municipal	3	9,38
Estadual	5	15,63
Federal	18	56,25
Fora do limite das UC	6	18,75
Total	32	100

Fonte: INEMA (2019); CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

Tabela 07 – Distribuição dos geossítios por Unidade de Conservação, 2024

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	Nº	%
Parque Natural Municipal do Morro do Pai Inácio	1	3,13
Parque Municipal de Mucugê	1	3,13
Parque Natural Municipal de Andaraí Rota das Cachoeiras	1	3,13
Marimbus/Iraquara	5	15,63
Parque Nacional da Chapada Diamantina	18	56,25
Sem UC	6	18,75
Total	32	100

Fonte: INEMA (2019); CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

A estrutura de vegetação identificada por NDVI (Figura 07B, Tabela 08 e 09) indica domínio de formações arbustivas nas faixas 106,15–117,24 (84,85% do território, cerca de 5.158,6 km²), com participação menor de coberturas arbóreas (~12%). Essa assinatura espectral é coerente com campos rupestres sobre quartzitos e arenitos do Espinhaço e, com a sazonalidade climática.

Quando os geossítios são estratificados por vegetação no local, observa-se que 50% dos sítios inseridos em UCs ocorrem sob vegetação arbustiva densa e 25% sob arbustiva rala, enquanto os seis geossítios fora do limite das UCs estão majoritariamente associados a vegetação rala (Tabela 09). Do ponto de vista funcional, essa configuração sugere maior resiliência microclimática e proteção do solo dentro das UCs, contrastando com maior exposição a processos erosivos, vandalismo e interferências antrópicas onde a vegetação é rala e não há governança ambiental consolidada.

Tabela 08 – Distribuição dos geossítios nas UCs por classe de vegetação, 2024

VEGETAÇÃO NAS ÁREAS DOS GEOSSÍTIOS	LOCAL	Nº	%
Vegetação arbustiva densa	UC	16	50
Vegetação arbustiva rala	UC	8	25,00
Vegetação arbórea	UC	1	3,13
Solo exposto	UC	1	3,13
Vegetação rala	Fora da UC	6	18,75
Total		32	100

Fonte: INEMA (2019); CPRM (2024); Banco de dados AMPLAS/UESB (2024).

Tabela 09 – Geoparque Serra do Sincorá: Índice de Vegetação em km², 2021

NDVI	CLASSES	GEOPARQUE (km ²)	(%)
89,52 - 95,06	1- Área degradada e ou aflor. rochosos	0,30	0,0004
95,06 - 100,06	2- Água	8,28	0,14
100,06 - 106,15	3 - Solo exposto	181,77	2,99
106,15 - 111,69	4 - Veg. arbustiva rala	2649,85	43,59
111,69 - 117,24	5 - Veg. arbustiva densa	2508,76	41,27
117,24 - 122,78	6 - Veg. arbórea	723,01	11,89
122,78 - 128,33	7 - Veg. Áreas irrigadas	7,90	0,13
Total	Total	608	100

Fonte: Adaptado de Veiga *et al.*, (2021).

A leitura conjunta dos compartimentos geomorfológicos com as UCs e o NDVI, indicam gradientes de vulnerabilidade específicos. Em vertentes escarpadas e gargantas do PARNA, a combinação de alta declividade, substrato fraturado e trilhas populares requer manejo de drenagem de trilha, contenções leves e delimitação de zonas de permanência em mirantes. Em setores cársticos da APA, a vulnerabilidade predominante é hidrogeoquímica, com ênfase na proteção de aquíferos e na prevenção de contaminação por escoamento superficial oriundo das atividades turísticas e rurais; nesses casos, perímetros de proteção de cavernas e planos de visitação com mediação técnica são prioritários. Em Parques municipais, onde o uso público é concentrado em poucos atrativos, o risco operacional é a superlotação episódica e a erosão por pisoteio, o que recomenda limite diário de visitantes, sinalização interpretativa orientada a processos, com rotas alternativas para diluir pressão. Em geossítios fora do limite das UCs, sobretudo, aqueles em vegetação rala, a prioridade é instituir medidas provisórias de salvaguarda, como servidões ambientais, acordos de cooperação e buffers mínimos, além de incluir esses sítios em circuitos interpretativos formais para reduzir o uso difuso.

Do ponto de vista institucional, a criação do Geoparque Serra do Sincorá não altera, por si, o status jurídico de proteção previsto no SNUC, no entanto, pode atuar como arranjo de governança integradora entre as Unidades de Conservação (PARNA, APA e Parques municipais). Em termos práticos, faz-se necessário articular planos de manejo existentes, estabelecer indicadores de qualidade ambiental por classe de geossítio e, operar um programa de monitoramento unificado para trilhas, corpos d'água e cavidades. A integração entre ciência e gestão de demanda, protocolos de inventário contínuo, auditoria de coordenadas e atributos no GEOSSIT, associados as avaliações periódicas de capacidade de suporte, com base em séries histórica das visitas, são ações necessárias para alinhar conservação do patrimônio geológico às dinâmicas sociais e econômicas da Chapada.

Possíveis diretrizes para o uso dos geossítios da proposta do Geoparque Serra do Sincorá

A gestão da conservação e dos riscos associados aos geossítios podem ser estruturadas a partir das camadas temáticas e das métricas já produzidas neste estudo, incluindo a localização dos 32 pontos inventariados e sua integração com diferentes bases de análise espacial. Entre essas bases destacam-se a sobreposição com os mapas geológicos, a compartimentação do relevo, os parâmetros morfométricos derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE), a cobertura vegetal estimada por meio do índice NDVI, bem como o enquadramento institucional dessas áreas no contexto das unidades de conservação. Essa síntese de informações permite visualizar, espacialmente, as zonas de maior prioridade para a geoconservação que combina três dimensões mensuráveis: exposição (proximidade de trilhas e vias, acessibilidade e inserção em roteiros de alto fluxo), sensibilidade (declividade, litologias friáveis, presença de carste, índice de vegetação, proximidade de nascentes e cavernas) e valor científico (singularidade e representatividade por classe, integridade do registro e potencial didático).

As diretrizes de manejo derivam do contexto físico e institucional (Gray, 2004). No Parque Nacional da Chapada Diamantina, onde se concentra a maioria dos geossítios, a combinação de arenitos competentes da Formação Tombador, alta declividade (Figura 03 e 05B) e forte visitação, requer manejo ativo de trilhas, delimitação de áreas de permanência em mirantes e protocolos de fechamento temporário sob risco hidrometeorológico como instruído por Brilha (2016, 2018). Na APA Marimbus-Iraquara, em que predominam carste e planícies aluviais, a ênfase recai sobre perímetros de proteção hidrogeoquímica para cavernas e sumidouros, controle de poluição difusa, regras de visitação mediada em ambientes espeleológicos e monitoramento de qualidade da água a jusante. Em Parques municipais, como o Parque Natural Municipal do Morro do Pai Inácio, onde o uso público se concentra em poucos atrativos, recomenda-se agendamento em feriados para grandes grupos, rotas alternativas para dispersar o fluxo e sinalização interpretativa. Para os geossítios fora de unidades de conservação (e.g.: Poço Azul, Poço Encantado), sobretudo, nos trechos desprovidos de vegetação, a prioridade é instituir salvaguardas provisórias como, servidões ambientais e

acordos de cooperação com proprietários e operadores locais, além de integrar esses pontos a circuitos oficiais.

A mediação educativa é parte indissociável do controle de risco e da conservação. Fichas interpretativas instaladas nas imediações dos geossítios, disponibilizadas por QR code devem explicar, de forma sintética, os processos geomorfológicos e paleoambientais, aumentando a compreensão do visitante e reduzindo comportamentos danosos. Em cavernas e em afloramentos sensíveis como diamictitos glaciogênicos e estromatólitos, a visitação deve ser mediada por guias credenciados.

Desse modo, o arranjo proposto permite alinhar o Parque Nacional, a APA e os Parques municipais a metas comuns a conservação dos geossítios. Logo, a gestão adaptativa das UCs se fortalece por meio das avaliações periódicas de capacidade de suporte baseadas em séries de visitação e em cenários sazonais de clima, monitoramento de integridade de trilhas e indicadores hidrológicos. Esse ciclo de diagnóstico, intervenção e revisão sustenta o uso público qualificado e a conservação efetiva dos geossítios, reduzindo riscos e ampliando o ganho cognitivo e social associado ao geopatrimônio.

Considerações finais

Os resultados obtidos com as análises integrada dos componentes do meio físico com o uso de geotecnologias, comprovam a riqueza geológica, geomorfológica e ecológica que compõem o patrimônio natural do Geoparque Serra do Sincorá. O procedimento metodológico de sobreposição de camadas juntamente com os procedimentos cartográficos gerou uma base consistente para análise quali-quantitativa e para a tomada de decisão em escala regional.

O controle litoestrutural ficou evidente sobre a distribuição dos 32 geossítios: 27 ocorrem em terrenos mesoproterozoicos, com forte predominância da Formação Tombador (especialmente a fácies 2), cujos arenitos e arenitos conglomeráticos, de alta competência, sustentam escarpas, cristas e morros-testemunho que concentram atrativos cênicos e facilitam a detecção de afloramentos. Unidades neoproterozoicas (Bebedouro; carbonatos do Grupo Una) e paleoproterozoicas (Açuruá) adicionam valor paleoambiental e estratigráfico (diamictitos glaciogênicos, estromatólitos, ritmitos), exigindo leitura de fácies e mediação interpretativa especializada.

Na camada geomorfológica, a Serra do Sincorá concentra 29 dos 32 registros, confirmando a importância de relevo estrutural com vales encaixados e linhas de quebra abruptas; o geossítio na Depressão documenta contatos-chave entre as rochas dos Grupos Espinhaço e Una (Criogeniano). O Patamar agrega evidências de carste e processos aluvionares quaternários. A análise ambiental indica domínio de formações arbustivas no NDVI, coerente com campos rupestres em topos quartzíticos e com o clima sazonal, o que implica sensibilidade ao pisoteio e necessidade de manejo de trilhas e mirantes.

Do ponto de vista da conservação, 26 geossítios já se situam em unidades de conservação (PARNA, APA Marimbus–Itaquara e parques municipais), cenário favorável à proteção, porém com pressões localizadas de uso público que demandam controle de capacidade de suporte e sinalização orientada. Os seis geossítios fora de UCs constituem a frente prioritária de salvaguarda e devem ser protegidos por instrumentos ágeis (servidões e acordos de cooperação) enquanto se avança em arranjos de gestão mais robustos. Em termos de governança, a articulação entre as unidades de conservação, com auditoria contínua dos registros no GEOSSIT e avaliações periódicas de capacidade de suporte, consolida uma gestão adaptativa que alinha geoconservação, educação e geoturismo.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de Iniciação Científica, bem como à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) pela concessão da bolsa de Pós-Doutorado.

Referências

- ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 23., Salvador, 1969. **Anais...** Salvador: SBG, 1969.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977. Disponível em: <https://scispace.com/papers/o-craton-do-sao-francisco-1me7rbhbfo>. Acesso em: 8 jul. 2025.
- ALMEIDA, F. S. *et al.* O uso da terra nas Unidades de Conservação inseridas na proposta do Geoparque Serra do Sincorá (Chapada Diamantina, Bahia, Brasil). **Cadernos Cajuína**, v. 10, n. 4, p. e1228, 2025. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/1228>. Acesso em: 5 nov. 2025.
- ANDRADE FILHO, E. L.; LOUREIRO, H. S. C.; PEDREIRA, A. J. **Seabra**, Folha SD.24-V- A: Estado da Bahia. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1999. 1 CD-Rom. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil–PLGB. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/5170?mode=full>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BAHIA. Conselho Estadual de Meio Ambiente (CEPRAM). Resolução nº 1.440, de 20 de junho de 1997. Aprova o Plano de Manejo e o Zoneamento Ecológico-Econômico da APA Marimbus–Iraquara. **Diário Oficial da União**, Salvador, 1997.
- BAHIA. Decreto Estadual nº 2.216, de 14 de junho de 1993. Cria a Área de Proteção Ambiental Marimbus–Iraquara. **Diário Oficial da União**, Salvador, 1993. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/83213/decreto-2216-93>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BARBOSA, J. S. F.; SABATÉ, P.; MARINHO, M. M. O Cráton do São Francisco na Bahia: uma síntese. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, p. 3-6, 2003. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-08/010045180.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.
- BARBOSA, N. S.; TEIXEIRA, W. L.; BASTOS LEAL, L. R.; MENEZES, A. B. Evolução crustal do setor ocidental do Bloco Arqueano Gavião, Cráton do São Francisco, com base em evidências U-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr. **Geologia USP: Série Científica**, p. 6-88, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/15919>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- BOMFIM, L. F. C.; PEDREIRA, A. J.; MORAIS FILHO, J. C. R. de; GUIMARÃES, J. T.; TESCH, N. A. **Projeto Bacia de Irecê: Relatório Final**. Salvador: CPRM, 1985. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br>. Acesso em: 8 jul. 2025.
- BRAGA JR., B. P. F. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p. Disponível em:

<https://archive.org/details/introducaoengenhariaambientalbeneditobragaeoutros>. Acesso em: 2 jul. 2025.

BRASIL. Decreto nº 91.655, de 17 de setembro de 1985. Cria o Parque Nacional da Chapada Diamantina. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 set. 1985.

BRILHA, J. Geoheritage and geoconservation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (org.). **Geoheritage: Assessment, protection, and management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 305–321.

BRILHA, J. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: A review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119–134, 2016.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235863684_Patrimonio_geologico_e_geoconservacao_a_conservacao_da_natureza_na_sua_vertente_geologica. Acesso em: 4 fev. 2025.

CARCAVILLA URQUÍ, L.; DURÁN VALSERO, J. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, Madrid, n. 10, p. 1299–1303, 2007. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8752716>. Acesso em: 02 jul. 2025.

CASTRO, M. R. **Estratigrafia de sequências na Formação Tombador, Grupo Chapada Diamantina, Estado da Bahia**. 2003. 122 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001302874>. Acesso em: 15 jul. 2025.

CORDEIRO, C. M. **Evolução da rede de drenagem na bacia do alto Rio Paraguaçu: capturas fluviais, drenagem transversa e pirataria de bacias**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte.

GONÇALVES, C. N; GONÇALVES, C. F. A. A preliminary checklist of vascular plants endemic to the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil, with comments on their extinction threats status. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 4, p. 1–23, 2023. Disponível em <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/2264>. Acesso em: 15 jul. 2025.

GRAY, M. **Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

GUADAGNIN, F. *et al.* Age constraints on crystal-tuff from the Espinhaço Supergroup—Insight into the Paleoproterozoic to Mesoproterozoic intracratonic basin cycles of the Congo–São Francisco Craton. **Gondwana Research**, v. 27, p. 363–376, 2015. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1342937X13003560>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional da Chapada Diamantina: ficha técnica**. Brasília: ICMBio, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/caatinga/lista-de-ucs/parna-da-chapada-da-diamantina>. Acesso em: 4 fev. 2025.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (BA). **APA Marimbus/Iraquara**: ficha técnica. Salvador: INEMA, 2011. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/inema/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-marimbus-iraquara>. Acesso em: 4 fev. 2025

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos climatológicos**: Estação Lençóis (83242). Brasília: INMET, [s.d.]. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/BA/83242>. Acesso em: 15 jul. 2025.

LENÇÓIS (BA). **Lei Municipal nº 353, de 1986**. Institui o Parque Natural Municipal da Muritiba. Lençóis: Prefeitura Municipal, 1986. (Comprovação em: LENÇÓIS (BA). Lei nº 802, de 2013, art. 31, III). Disponível em: <https://camaradelencois.ba.gov.br/wp-content/uploads/2022/08/LEI-802-2013.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2025.

LIMA, S. S.; ALMEIDA, J. A. P.; SIQUEIRA, J. B. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao estudo geológico-geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba, Sergipe - Brasil. **Revista Geonordeste**, v. 1, p. 203-214, 2017.

LIMA, S.S. Caracterização das inter-relações entre geologia e geomorfologia a partir de imagens LANDSAT e dados SRTM na Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba, Sergipe - Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal Of Development**, v. 6, p. 92010-92026, 2020.

LOUREIRO, H. S. C. et al. **Projeto Barra–Oliveira dos Brejinhos**: Geological map. Escala 1:200.000. [S. l.]: Serviço Geológico do Brasil – CPRM; Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM, 2008. 1 mapa.

NASCIMENTO, M. A. L.; GOMES, C. S. C. D.; BRITO, A. S. S. Geoparque como forma de gestão territorial interdisciplinar apoiada no geoturismo: o caso do Projeto Geoparque Seridó. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBecotur)**, v. 8, n. 2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6451>. Acesso em: 8 nov. 2024.

PARRA, R.; PEREIRA, R. G. F. A.; PURIFICAÇÃO, C. G. C. Caves, Karst Features and Speleological Heritage in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia, Brasília**, v. 24, n. 4, e2402, 2023. Disponível em <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2402>. Acesso em 2 jul. 2025.

PEIXOTO, C. A. B. **Caracterização ambiental dos geossítios da proposta**: Projeto Geoparque Guarita-Minas do Camaquã, RS. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/128898>. Acesso em: 20 ago. 2024.

PEREIRA, R. F. *et al.* **Geoparque Serra do Sincorá**, BA: proposta. Salvador: CPRM, 2017. 1 relatório técnico. Disponível em: sgb.gov.br. Acesso em: 17 jul. 2025.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington, DC. **Proceedings**. Washington, DC: NASA, 1973. p. 309-317.

SALMINEN, J. M. *et al.* Paleogeography of the Congo/São Francisco craton at 1.5 Ga: Expanding the core of Nuna supercontinent. **Precambrian Research**, v. 286, p. 195–212, 2016.

SANTOS, K. A. Uma análise do Parque Municipal de Mucugê – Bahia: Projeto Sempre-Viva. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. esp., p. 29–37, 2017. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/download/132761/129829/257819>. Acesso em: 4 fev. 2025.

SCHAEFER, C. E. G. R. *et al.* Pedogenesis on the uplands of the Diamantina Plateau, Minas Gerais, Brazil: a chemical and micropedological study. **Geoderma**, Amsterdam, v. 107, n. 3–4, p. 243–269, 2002.

SCHOBENHAUS, C. *et al.* Idade U/Pb do vulcanismo Rio dos Remédios, Chapada Diamantina, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: SBG, 1994. v. 2, p. 397–399.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. (orgs.). **Geoparques do Brasil**: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012, v. 1, 748 p. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/1209?mode=full>. Acesso em: 6 fev. 2025.

SEVERO GIUDICE, D.; MELO E SOUZA, R. Geologia e geoturismo na Chapada Diamantina. **Gestión Turística**, Valdivia, Chile, n. 14, p. 69–81, jul./dez. 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2233/223315356005.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SILVA, A. J. C. L. P. **O supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina centro-oriental, Bahia**: sedimentologia, estratigrafia e tectônica. 1994. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58134/tde-24072018-085058/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

SILVEIRA, E. M. *et al.* First precise U–Pb baddeleyite ages of 1500 Ma mafic dykes from the São Francisco Craton, Brazil, and tectonic implications. **Lithos**, v. 174, p. 144–156, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024493712002277>. Acesso em: 20 ago. 2024.

TOMAZONI, Julio Caetano; GUIMARÃES, Elisete. **Introdução ao QGIS: OSGEO4W-3.30.1**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2024.

TROMPETTE, R. R. *et al.* Geological evolution of the border zone between the São Francisco Craton and the Borborema Province (NE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, Amsterdam, v. 5, n. 2–4, p. 99–114, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/089598119290016R>. Acesso em: 30 jul. 2025.

VALE, R. C. M.; LOBÃO, J. S. B.; ROCHA, W. J. S. F.; NOLASCO, M. C. Contribuições das geotecnologias ao zoneamento ambiental do setor sul do Parque Nacional Chapada Diamantina/BA. **RA'E GA**, Curitiba, n. 16, p. 149–165, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/10887>. Acesso em: 30 jul. 2025.

VEIGA, A. J. P. *et al.* Análise das paisagens do Geoparque Serra do Sincorá, com uso de sensoriamento remoto e SIG. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 9, p. 14141–14162, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1246/1041>. Acesso em: 14 jul. 2025.

VEIGA, A. J. P. *et al.* Fitofisionomias na área de proposição do Geoparque Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina, com uso de sensoriamento remoto e SIG. In: CATAPAN, E. A. (org.). **Tecnologias aplicadas nas ciências agrárias**. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2021. Disponível em: brazilianjournals.com.br. Acesso em: 16 jul. 2025.

ZAPPI, D. C *et al.* Plant biodiversity drivers in Brazilian campos rupestres. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 8, e2141, 2017. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.02141/full>. Acesso em: 17 jul. 2025

Recebido em: 10/01/2026.
Aprovado para publicação em: 26/07/2026.