



Margarida Penteado

Revista de
Geomorfologia



CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA E GEOPATRIMÔNIO: ESTUDO DE CASO EM UM GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO NO BRASIL

*GEOMORPHOLOGICAL CARTOGRAPHY AND GEOPATRIMONY: CASE STUDY IN A
UNESCO GLOBAL GEOPARK IN BRAZIL*

*CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA Y GEOPATRIMONIO: ESTUDIO DE CASO EN
UN GEOPARQUE MUNDIAL UNESCO EN BRASIL*

Eduardo Adriani Rapanos

Cientista de Dados, Me. em Geografia, Bel. em Geologia

E-mail: earapanos@gmail.com

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8658-3088>

Jairo Valdati

Professor Doutor do Departamento de Geografia da UDESC

E-mail: jairo.valdati@udesc.br

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7559-5315>

RESUMO

O artigo científico apresenta o mapeamento e cartografia geomorfológica detalhada da porção noroeste do Maciço da Areia Branca, em Timbé do Sul, Santa Catarina, uma área de relevante valor geomorfológico e estratigráfico para o Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul. O estudo visa contribuir para a compreensão da natureza dinâmica da paisagem, aplicando a metodologia de mapeamento e cartografia geomorfológica de detalhe aplicada ao geopatrimônio do GCCS. A pesquisa envolveu revisão bibliográfica, levantamento de dados, análise espacial com geoprocessamento e resultou na representação cartográfica detalhada das formas de relevo, processos geomorfológicos e unidades geológicas presentes na área. Os resultados fornecem uma base sólida para estudos futuros, gestão territorial sustentável e desenvolvimento do geoturismo, destacando a importância da cartografia geomorfológica como ferramenta de valorização e proteção do geopatrimônio.

Palavras-chave: Análise de Dados. Geodiversidade. Geomorfosítio. Geoprocessamento. Paisagem Abiótica.

ABSTRACT

The Maciço da Areia Branca, located in Timbé do Sul, Santa Catarina, is an important area that covers two geosites of the UNESCO World Geopark "Caminhos dos Cânions do Sul," featuring a unique diversity of structures, lithologies, landforms, and geomorphological processes. This work presents a detailed geomorphological mapping of the northwest portion of the Maciço, aiming to contribute to the understanding of landscape evolution and its sustainable management. The mapping reveals the scientific importance of the region, providing support for territorial planning, the valorization of geological heritage, and local development. The methodology included literature review, data collection, and geospatial analysis, resulting in a 1:10,000-scale geomorphologic chart that will serve as a basis for future studies and projects in the region.

Keywords: Data Analysis. Geodiversity. Geomorphosite. Geoprocessing. Abiotic Landscape.

RESUMEN

El Maciço da Areia Branca, ubicado en Timbé do Sul, Santa Catarina, es un área importante que alberga dos geositos del Geoparque Mundial de la UNESCO "Caminhos dos Cânions do Sul", con una diversidad única de estructuras, litologías, formas de relieve y procesos geomorfológicos. Este trabajo presenta un mapeo geomorfológico detallado de la porción noroeste del Maciço, con el objetivo de contribuir a la comprensión de la evolución del paisaje y su gestión sostenible. El mapeo revela la importancia científica de la región, brindando apoyo para la planificación territorial, la valorización del patrimonio geológico y el desarrollo local. La metodología incluyó una revisión bibliográfica, recolección de datos y análisis geoespacial, resultando en una carta geomorfológica escala 1:10,000 que servirá como base para futuros estudios y proyectos en la región.

Palabras clave: Análisis de Datos. Geodiversidad. Geomorfosítio. Geoprocementamiento. Análisis abiótico.



INTRODUÇÃO

O Maciço da Areia Branca, em Timbé do Sul, Santa Catarina, figura como uma área de ocorrência de geomorfossítios do Geoparque Mundial da UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS). Na área, os geomorfossítios Paredão da Areia Branca e Fenda da Raia são descritos por Lima e Vargas (2017) com relevante valor geomorfológico e estratigráfico para o geopatrimônio do GCCS.

Abrangendo rica diversidade de estruturas, litologias, formas de relevo e processos geomorfológicos, a região possui uma vocação natural para a investigação científica que pode servir como valorização da paisagem abiótica. Conforme descrito por Pereira, Pereira e Alves (2004), as paisagens que possuem relevância por seus valores científico, histórico-cultural, estético ou socioeconômico podem e devem ser consideradas patrimônio.

A cartografia e mapeamento geomorfológico de detalhe, como descreve Regolini-Bissig (2010), podem possuir informações geocientíficas e turísticas, indicando a localização de geomorfossítios. Os mapas geomorfológicos são ferramentas que vem para ajudar a entender a paisagem natural, sendo estes um conjunto essencial na aquisição de conhecimento territorial que disponibiliza um documento científico com grande potencial de valorização e divulgação do geopatrimônio (GONZÁLEZ-AMUCHASTEGUI; SERRANO, 2018).

Dessa forma, este trabalho apresenta o mapeamento e cartografia geomorfológica detalhada da porção noroeste (NW) do Maciço da Areia Branca (MAB), que buscou contribuir e aprofundar a compreensão da natureza dinâmica da paisagem e, sobretudo, aplicar a metodologia de mapeamento e cartografia aplicada ao geopatrimônio do GCCS.

O mapeamento detalhado fornece uma gama de informações acerca do entendimento da evolução da paisagem na área. Ao identificar e caracterizar os processos geomorfológicos e unidades litológicas presentes, o estudo contribui para a construção de um modelo de evolução da paisagem mais abrangente da região, subsidiando o entendimento e o questionamento, que podem fomentar novas pesquisas científicas. Em conjunto, cartografia geomorfológica de detalhe aplicada à representação do geopatrimônio na porção NW do MAB pode servir como uma ferramenta fundamental para a gestão territorial sustentável da área, contribuindo com o reconhecimento da relevância científica, cultural e turística.

A metodologia adotada neste trabalho envolveu diversas etapas interligadas. A revisão bibliográfica sobre geologia, geomorfologia e cartografia geomorfológica da região do Maciço da Areia Branca e áreas adjacentes permitiu a construção de uma base sólida de conhecimento para o desenvolvimento da pesquisa. Em conjunto, foi realizado o levantamento de dados através da coleta de informações de diversas fontes, incluindo cartas geológicas, mapas topográficos, imagens de satélite, e informações obtidas em trabalhos de campo. A integração desses dados proporcionou uma visão abrangente da área de estudo, possibilitando a identificação e a caracterização detalhada das formas de relevo, processos geomorfológicos e unidades geológicas presentes.

Técnicas de análise de dados, em conjunto com o geoprocessamento, foram utilizadas na análise espacial. Transformação de dados direcionadas a análises de hipsometria, declividade, curvatura do terreno e modelagem digital do terreno foram empregadas na identificação de padrões espaciais e relações entre os diferentes elementos geomorfológicos da área de estudo.

Os resultados deste trabalho incluem a representação geomorfológica cartográfica detalhada da porção NW do MAB, com a identificação e caracterização das formas de relevo, processos geomorfológicos e unidades geológicas e do geopatrimônio presentes na área. A cartografia geomorfológica desenvolvida na escala 1:5.000 pode servir de base para diversos estudos e projetos na região, subsidiando a gestão territorial, a valorização do geopatrimônio e a pesquisa científica.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na porção NW do MAB em Timbé do Sul, município do sul do estado de Santa Catarina, Brasil. Estando a 250 km da capital Florianópolis, Timbé do Sul é um dos 7 municípios que compõe o Geoparque Mundial da Unesco Caminhos dos Cânions do Sul. A área de estudo, com cerca de 1 km² de abrangência (**Figura 1**), abrange a ocorrência de dois geomorfossítios oficiais do geoparque que representam a diversidade de estruturas, litologias, formas de relevo e de processos atuantes na região.

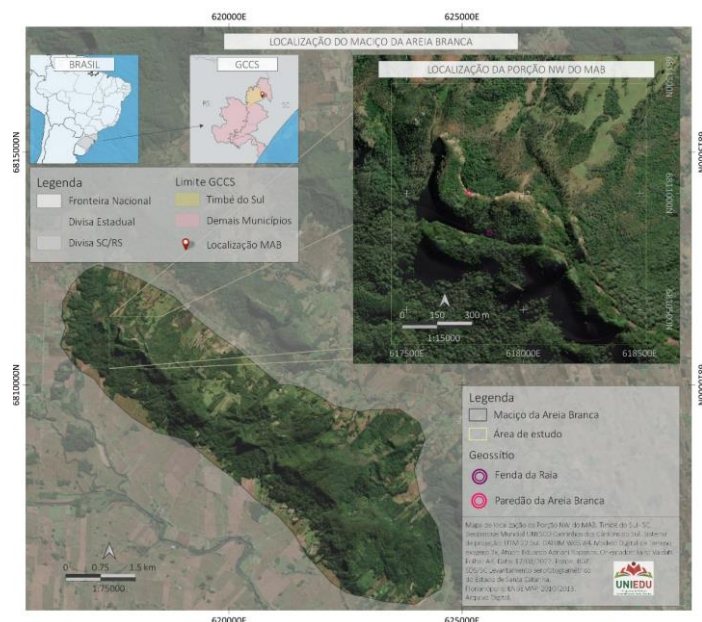
Contexto Geológico

Enquadrada na borda sudeste da Bacia do Paraná (BP) e circundada por depósitos flúvio-aluvionares e gravitacionais, na área de estudo afloram unidades geológicas que variam do Paleozóico, Jurássico, Cretáceo, Quaternário ao recente. As formações da Bacia do Paraná foram identificadas na área de estudo por Ramgrab *et al* (2004) e Wildner *et al* (2014) através das formações Rio do Rasto e Botucatu e os depósitos flúvio-aluvionares caracterizados por Pontelli (1998).

O arcabouço litológico e estrutural que compõe as rochas da BP para a porção NW do MAB é representado por unidades de origem sedimentar. A Formação Rio do Rasto do Paleozóico, segundo Schneider *et al.* (1974), é compreendida por arenitos de natureza siliciclástica onde ocorrem litologias representadas a partir de arenitos muito finos a médios, siltitos cinza-esverdeados, roxos e vermelhos e lamitos. A Formação Botucatu do Jurássico-Cretáceo, corresponde ao pacote arenoso que sobrepõe a Formação Rio do Rasto de forma discordante. Segundo Schneider *et al.* (1974), a Formação Botucatu é constituída por arenitos rocha arenítica avermelhada, com granulação variando de fina a média com grãos foscos e geralmente bem arredondados.

Os depósitos do Quaternário foram caracterizados por Pontelli (2005) como sendo originados a partir de leques aluviais constituídos de material rudáceo, principalmente de origem basáltica. Estes depósitos, segundo Suguio (1999), estão relacionados com a dinâmica de alternância entre períodos glaciais e interglaciais que acometeram a Terra.

Figura 1. Mapa de localização do Maciço da areia Branca e da Área de Estudo.



Fonte: Retirado de Rapanos (2023).

Contexto Geomorfológico

A geomorfologia da porção NW do MAB é representada por uma variedade de padrões de relevo, que se compartmentam a partir de seus aspectos físicos como formas e hipsometria e declividade. A área de estudo encontra-se em um contexto onde transicionam os compartimentos geomorfológicos da Planície Colúvio-Aluvionar com os Patamares da Serra Gerais caracterizadas primeiramente por Santa Catarina (1986).

O compartimento morfoescultural da Planície Colúvio-Aluvionar possui uma amplitude altimétrica que varia entre 10 a 250 m, sendo que sua área, majoritariamente, ocorre um relevo de declividade plano que varia entre 0 a 3% e, secundariamente por relevo suave ondulado 3 – 8% (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2021). Este compartimento possui essas características devido à sua origem estar relacionada com a interface de transição entre a influência de processos costeiros e continentais. Segundo Santa Catarina (1986), nas áreas de influência continental, predomina a coalescência de leques colúviais de espraiamento, cones de dejeção e de enxurradas, explicando sua forma rampeada em direção ao ocidente.

O segundo compartimento que ocorre na área de estudo é o do Patamares da Serra Geral. A unidade morfoescultural citada possui altitudes que variam entre 50 e 500 metros sendo sua declividade principal representada por relevo forte ondulado 20 – 45% e secundariamente por ondulado 8 – 20% de declividade (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2021). Os Patamares da Serra Geral são testemunhos que representam a regressão das Escarpas da Serra Geral em direção ao ocidente. Formando grande esporões que se pronunciam em meio a Planície Colúvio-Aluvionar, este compartimento se destaca por suas formas alongadas, digitadas e irregulares, muitas vezes isolados em meio a planície (SANTA CATARINA, 1986).

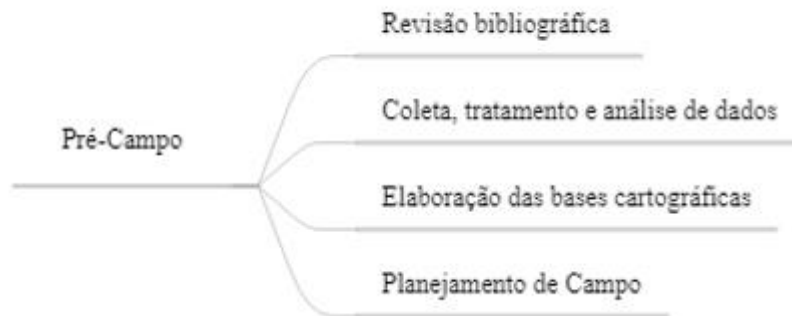
MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos aplicados na pesquisa foram planejados conforme a perspectiva de análise e interpretação da natureza abiótica da paisagem levando em consideração atividades que vão desde a coleta de dados em campo, revisão bibliográfica, tratamento e interpretação de dados e sua visualização através de mapas. Todas as etapas foram organizadas em etapas de pré-campo, campo e pós-campo que serão detalhadas a seguir.

Pré-Campo

A **Figura 2** sintetiza as etapas desenvolvidas durante o pré-campo que revisa a base teórica e conceitual que deram suporte para o entendimento da cartografia geomorfológica de detalhe e sua representação e distintas aplicações. Foram desempenhadas consultas em repositórios e sites da rede mundial de computadores utilizando palavras-chave relacionadas a temas da cartografia geomorfológica e sua representação. Os trabalhos selecionados que serviram de base para a elaboração do projeto foram os elaborados pelo Serviço Geológico da Itália (SGI) intitulado “de Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della carta geomorfologica d’Italia alla scala 1:50.000” publicado sua versão 13 em 2018 e que trata sobre a representação das formas de relevo na Itália. O segundo trabalho foi a dissertação de mestrado elaborada por Santos (2021) e intitulada de “Cartografia geomorfológica de detalhe aplicada ao geopatrimônio geomorfossítios do projeto de geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, SC/RS” que integra técnicas utilizadas por SGI (2018), desenvolve novas e as aplica no contexto territorial brasileiro. Usando de alicerce esses trabalhos, foi possível se dar continuidade aos passos seguintes.

Figura 2. Etapa de pré-campo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Além do material referente aos conceitos e metodologia de mapeamento e cartografia geomorfológica, foram consultadas e levantadas informações e dados sobre aspectos relacionados à geologia, geomorfologia e geodiversidade no contexto do território do GCCS. Essa etapa consistiu como base para o entendimento da diversidade abiótica que corresponde aos diferentes tipos de rochas e estruturas, compartimentos e processos geomorfológicos e sobre o geopatrimônio correspondente ao GCCS. Dessa forma, foi possível definir uma área de estudo no contexto do GCCS que pudesse estar de acordo com a proposta de desenvolvimento territorial de um Geoparque UNESCO onde há a ocorrência de geomorfossítios que estão comumente associados à diversidade da natureza abiótica e da paisagem. Também foram levados em consideração para a escolha da área aspectos como a facilidade nos acessos e proximidade aos centros urbanos, uma vez que essas áreas, em teoria, naturalmente são mais visadas pelos visitantes, uma vez que estão mais próximas a pontos de comércio e serviços.

Concomitantemente ao levantamento bibliográfico e teórico, foram desempenhadas atividades de levantamento e *download* de dados e informações geoespaciais com o intuito de se elaborar as bases cartográficas que foram utilizadas em campo. Para a sua confecção foram utilizados dados matriciais e dados vetoriais. Os dados matriciais correspondem ao Modelo Digital de Terreno disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (MDT/SDS) com resolução de 1 metro. A partir desse modelo foram gerados, através do geoprocessamento, produtos secundários como cotas altimétricas, relevo sombreado, declividade e aspectos das vertentes. Também foram utilizadas imagens aéreas de 1957 e 1978 com o objetivo de observar alterações no uso e cobertura do solo e identificar antigas construções, extrair as estradas e acessos e identificar antigas minerações. Imagens do Google Satélite foram utilizadas como base para o reconhecimento atual da paisagem. E por fim, a base de rodovias do DNIT, e de limites municipais, divisas estaduais da fronteira do Brasil, disponibilizados pelo IBGE, foram utilizados para a confecção das bases cartográficas.

Assim finalizaram-se as bases cartográficas levadas para campo. As bases cartográficas foram impressas em formato A3, sendo estas tematizadas com distintas informações, a fim de fornecer subsídios para a plotagem de pontos, coleta de informações e de localização em campo.

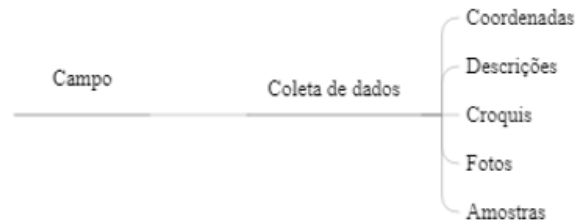
Campo

A etapa de campo (**Figura 3**) realizou-se em dois períodos distintos, sendo: uma de incursão prévia, para reconhecimento da área e das condições de acessibilidade; a segunda para a coleta e levantamento sistemático de dados e informações em campo.

A segunda etapa, e mais importante, ocorreu durante quatro dias em abril de 2021. Nela, foram desempenhadas as incursões de campo e que foram idealizadas com o intuito de explorar a paisagem do MAB e extrair a maior quantidade de informações. Para isso, foram levadas em

considerações aspectos físicos como a disposição das unidades geológicas, rede hidrográfica e hipsometria e declividade, bem como aspectos antrópicos como estradas agrícolas e trilhas. Os perfis foram organizados de forma radial ao MAB, abrangendo todos os quadrantes da área de estudo.

Figura 3. Etapa de campo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para a coleta e registro de informações utilizaram-se diversos materiais. Para localização em campo e como auxílio no registro dos pontos de coleta de informações, foram utilizadas as cartas topográficas elaboradas onde nelas foram plotadas as coordenadas dos pontos de campo coletadas com o GPS. A plotagem foi feita com o intuito de manter o controle na amostragem onde foi empenhada a coleta de dados a cada 150 metros. Dessa maneira foi possível de se obter a amostragem de forma linear junto às drenagens e em locais com difícil acesso.

Concomitantemente ao processo de plotagem de pontos e de guiamento em campo, eram feitas anotações na caderneta de campo, registros fotográficos com o celular e croquis pontuais. Além das coordenadas em UTM e da altitude do ponto, foram descritas informações sobre data e hora, toponímia e acesso com o intuito de se manter a acurácia com a identificação dos pontos registrados. Dados sobre litologia com descrições acerca do tipo de afloramento, estruturas e textura das rochas e sua mineralogia foram executados com o intuito de se comparar com a bibliografia e definir as unidades em um contexto geológico regional. Aspectos acerca da geomorfologia de maneira a descrever o relevo e os processos e formas associados foram detalhados através de anotações sobre o formato e declividade das vertentes, a incisão de drenagens, e formas geomorfológicas como planícies, escarpas, rampas e etc, e seu processo associado. Também foram feitas anotações e registros sobre a forma e porte da vegetação nos pontos bem como intervenções antrópicas.

Pós-Campo

O pós-campo (**Figura 4**) é composto por várias etapas, onde foram utilizadas diferentes técnicas e softwares. Esta etapa abrangeu desde a compilação de dados e sua interpretação, cartografia e sua representação através de símbolos específicos ao resultado final da pesquisa que foi a carta geomorfológico de detalhe. A seguir, serão detalhados os processos e técnicas utilizadas para finalizar o trabalho.

Figura 4. Etapa de pós-campo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com o intuito de se ter uma cópia digital para fins de facilitar o acesso e ter um compilado das informações e dados levantados em campo, foi realizada a estruturação de todas as anotações, croquis e fotos registradas durante as campanhas. Essas informações foram estruturadas em forma de fichas catalográficas, que seguem a lógica das anotações de campo, com organização sequencial que se inicia através da inserção do identificador do ponto, data e hora, latitude e longitude e hipsometria, e as diversas descrições feitas sobre a geologia, geomorfologia, cobertura florestal e intervenções antrópicas. Nessas fichas, foram anexadas as imagens correspondentes a cada ponto e também inseridos os croquis elaborados em campo. Com isso obteve-se um material com os registros de todos os pontos visitados em campo.

Paralelamente ao trabalho de criação das fichas catalográficas, foi estruturada uma tabela em formato .csv com o intuito de integrar os dados coletados em campo com o SIG. Nessa tabela, foram inseridos dados como a identificação do ponto visitado em campo, data, informações de toponímia e localização, coordenadas coletadas, e descrições sobre a geologia, geomorfologia e cobertura vegetal. A estruturação dessa tabela foi fundamental para a integração de informações de diferentes fontes, o que contribuiu diretamente na definição e cartografia das unidades geológicas e formas geomorfológicas.

Para que fosse desenvolvido a carta geomorfológica, foram integrados todos os processos supracitados, bem como utilizado o software QGIS versão 3.24 para agregar todas essas informações e dados. Através do QGIS, foi possível inserir as informações da tabela, e assim, plotar os pontos coletados em campo através da coordenada nela contida, espacializando a informação. A elaboração da cartografia foi feita cruzando os dados geoespacializados da tabela com arquivos como o MDT/SDS e os dados das fichas cadastrais que foram compiladas com base em informações da caderneta. Além das descrições de campo, a análise foi performada através de produtos secundários oriundos do MDT/SDS como a declividade, hipsometria e rugosidade do terreno. Com isso, foi possível associar as ocorrências descritas em campo com padrões que foram observados nesses produtos, em análise conjunta e integrada. A análise foi desempenhada em escala 1:10.000 possibilitando a caracterização e a identificação de diferentes estruturas, formas e processos geomorfológicos quanto sua espacialização e seu caráter de atividade.

A partir da definição de todos os elementos que iriam compor a carta geomorfológica de detalhe, iniciou-se a elaboração dos símbolos e estilos utilizados para a sua representação. A metodologia usada para definir o *design* dos processos e formas mapeados *in loco* no que diz respeito a sua morfologia e cores, foi desenvolvida levando em consideração duas publicações que abrangem a temática. Na criação e desenvolvimento dos símbolos recorreu-se ao software

InkScape versão 1.3 como ferramenta. Os símbolos foram personalizados e desenhados em mão livre, utilizando apoio das ferramentas do *software* e tiveram idealização relacionada diretamente com sua representação cartográfica se diferenciando em formas e cores.

Por fim, o QGIS foi utilizada na filialização da carta onde os ícones e símbolos elaborados no InkScape foram importados com o objetivo de se tematizar o mapa. Os ícones produzidos foram relacionados diretamente com as formas e processos associados, permitindo assim, a criação da carta plotada em folha A3.

RESULTADOS

Unidades Geológicas e Processos e Formas Geomorfológicas

Através da análise, cruzamento e interpretação de dados e informações levantadas em campo e provenientes de fontes secundárias, foram caracterizadas o embasamento litológico e depósitos de sedimentos e os processos geomorfológicos e suas formas associadas na área de estudo. Ao todo, foram identificadas duas unidades litológicas, dois depósitos sedimentares e quatro processos geomorfológicos que serão descritos a seguir.

Com viés estratigráfico, do mais antigo para o mais recente, a **Formação Rio do Rasto** (**Figura 5**) ocorre amplamente na área de estudo como uma associação de litologias representada a partir de intercalações de camadas tabulares de arenito muito fino acinzentado, siltito arroxeadado e argilito avermelhado com ocorrências esparsas de leitos pelíticos identificadas em campo. Essa Formação é responsável por controlar o nível de base de sedimentação na área, sendo o nível de base relacionado com a geometria das vertentes côncavas e convexas originadas a partir da rocha sedimentar.

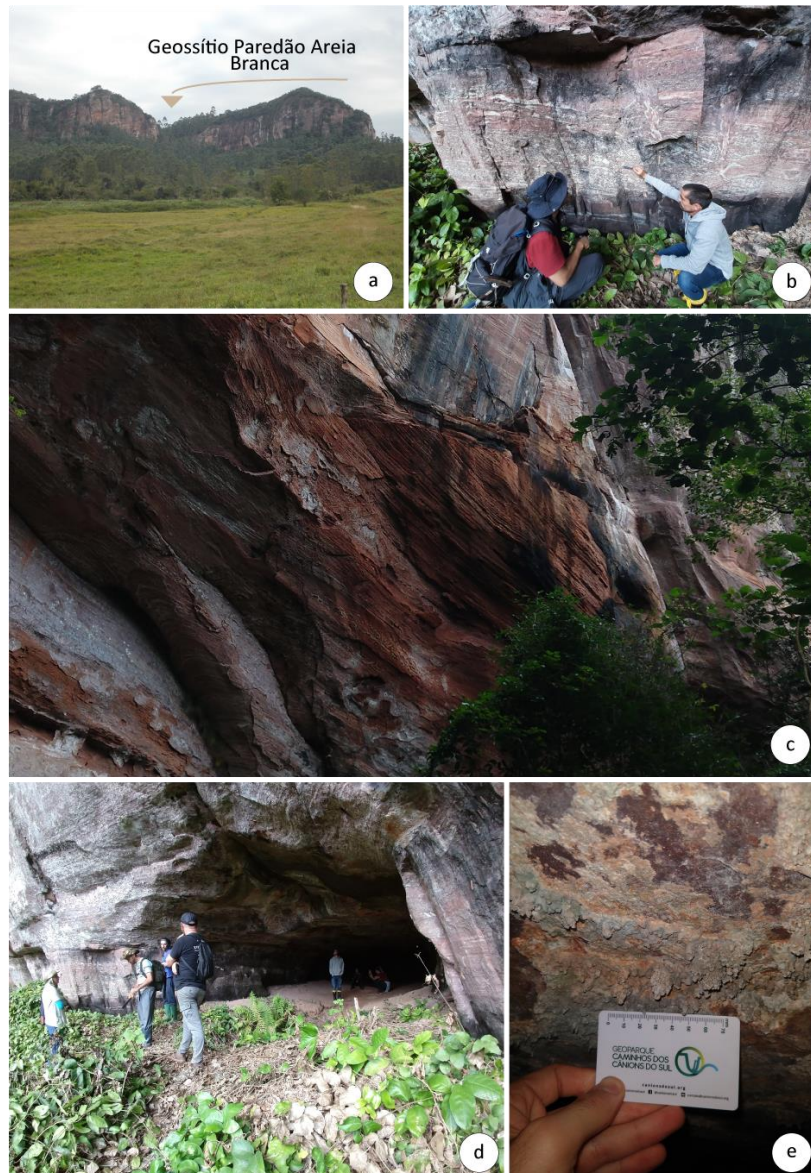
Figura 5. a) escarpas de 1 a 3 metros originadas a partir da erosão diferencial atuante sobre diferentes litologias; b) vertentes côncavas, talude de estrada agrícola e escarpa estrutural no arenito; c) croqui esquemático da formação de escarpas de até 3m e das planícies.



Fonte: Retirado de Rapanos (2023).

A **Formação Botucatu (Figura 2)** ocorre sobrepondo a formação Rio do Rasto. Na área de estudo, a formação ocorre como um grande morro testemunho, dando origem ao Paredão da Areia Branca. Esse pacote de rocha arenítica, de arcabouço bem selecionado e avermelhada dão origem às escarpas do Maciço da Areia branca. As principais formas associadas a esta unidade litológica são formas estruturais que se originam a partir de fraturas e falhas na rocha.

Figura 6. a) vista geral da face norte da porção NW do maciço da areia branca; b) diversidade geológica e de estruturas no geomorfossítio do paredão da areia branca; c) diversidade de estruturas na Formação Botucatu; d) cavidade na originada a partir de processos estruturais e tectônicos; e) espeleotema siliciclástico no teto da cavidade.

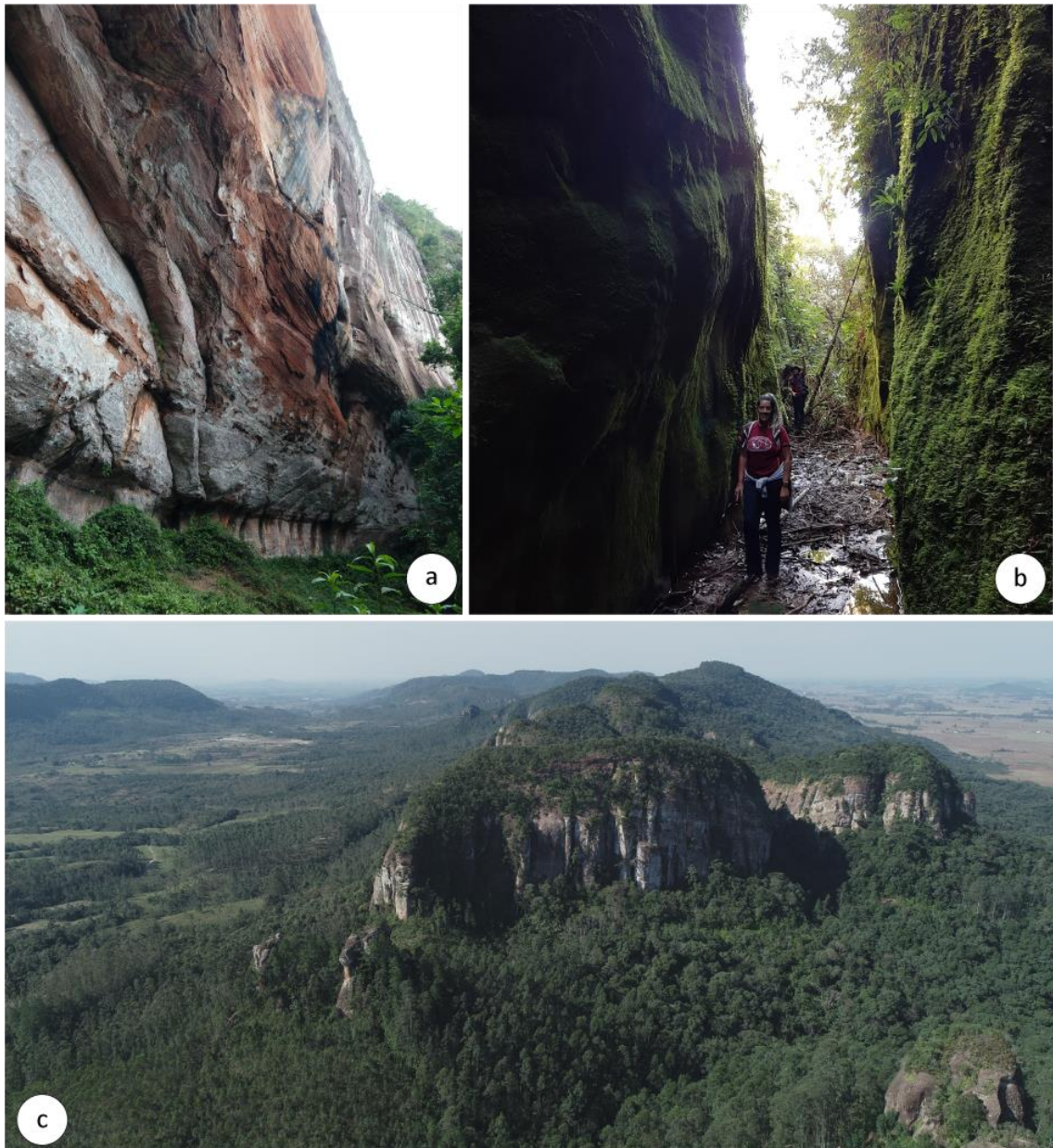


Fonte: Retirado de Rapanos (2023).

No **processo estrutural e tectônico (Figura 3)**, foram definidas apenas formas geomorfológicas inativas. As formas associadas a este processo se relacionam com padrões geomorfológicos esculpidos no relevo. Ocorrem como formas no processo estrutural e tectônico a ocorrência de uma cavidade, originada a partir de condições estruturais observadas tanto na Formação Botucatu quanto na Formação Rio do Rasto. Originada a partir de uma fratura

vertical na Formação Botucatu e do contato litológico horizontal com a Formação Rio do Rasto, esta configuração permitiu o contínuo processo de percolação de água pelas fraturas e o deslocamento de pedaços de rocha, dando origem a cavidade.

Figura 7. a) escarpa arenítica que pode ter mais de 70m na área de estudo; b) fenda que é uma feição estrutural que abriga o geomorfossítio Fenda da Raia; c) visada da face oeste do MAB, com evidência para os pináculos, tótems e torres areníticas que compõe o relevo ruiforme na área de estudo.



Fonte: Retirado de Rapanos (2023).

As formas de selas, identificadas no topo do MAB, se constituem de depressões alongadas e estreitas que separam duas elevações adjacentes. Os topos de morro foram formas caracterizadas também no topo do MAB onde estes representam a parte mais alta de um morro ou ondulação.

As formas ruiformes são feições que ocorrem como torres, pináculos e tótems que se destacam na paisagem se distinguindo das demais formas. Elas recebem esse nome pois

remetem a ruínas de antigas construções, sendo estas formas testemunhas de antigos maciços ali existentes que foram esculpidos a partir da ação de agentes intempéricos em pontos de fraqueza da rocha, originados por esforços tectônicos.

As formas côncavas e convexas são formas identificadas em conjunto com a curvatura das vertentes em porções do relevo menos dissecado e mais ondulado da área de estudo. Essas formas estruturais identificadas são relevantes do ponto de vista de condicionarem a formação e estruturação de outros processos geomorfológicos associados como sedimentação, erosão, fluxos de água e também a estabilidade do terreno.

As escarpas na área ocorrem como fomes associadas a declives abruptos, e que separam diferentes patamares. Na área de estudo, foram identificadas escarpas entre 100 m e 40 m de diferença altimétrica, que representam a transição entre duas unidades litológicas. As escarpas de 3 m a 1 m ocorrem em porções de leitos de drenagem, e são originadas a partir da diversidade litológica de uma mesma unidade, onde diferentes tipos de rocha, possuem diferentes suscetibilidade à erosão originando estas escarpas. As cristas foram caracterizadas como sendo elevações alongadas que conectam os pontos com elevações mais alta de um terreno.

Para o **processo de escoamento de água superficial**, foram identificadas somente formas ativas para a área de estudo. O processo ocorre de forma generalizada na área, tendo uma variedade de formas associadas e originadas a partir da ação de águas fluviais e pluviais.

A forma de escoamento superficial difuso ocorre em porções planas do terreno, com até 8% de declividade, em que a água se movimenta na superfície do solo sem o auxílio de canais ou sulcos definidos. Essa forma é encontrada em porções menos dissecadas do relevo, em patamares altimétricos diferentes.

O escoamento superficial concentrado foi identificado em porções do relevo onde a água utiliza canais e sulcos bem definidos para se mover. Essa forma ocorre em porções do relevo com declividades mais altas, evidenciando a ação da água e da gravidade na erosão e formação de canais de drenagem pela área de estudo.

Os leques aluviais ocorrem amplamente na área de estudo e estão associados com sulcos e canais que escoam a água. A forma de leques aluviais tem sua origem a partir de um fluxo concentrado que, por controle geomorfológico e topográfico, se desconfinam e dá origem aos leques, que possuem declividades entre 1% e 5%. Essas formas, quando observadas em campo, são representadas por pequenas rampas que se espriam após o desconfinamento entre vertentes côncavas e convexas.

As planícies flúvio-aluvionares são formas planas originadas pela deposição de sedimentos siliciclásticos e orgânicos. Essas formas ocorrem amplamente na área de estudo, em diferentes patamares altimétricos, de forma que a associação de ocorrência de vertentes côncavas e convexas sustentam o surgimento das planícies flúvio-aluvionares.

No **processo geomorfológico gravitacional (Figura 4)** foram identificadas formas inativas e ativas. Essas formas ocorrem de maneira mais restrita na área de estudo, sendo sempre associada a áreas com declividades mais elevadas.

As formas colúvio-aluvionares de bloco suportado ocorrem na forma de rampas que se distribuem como uma franja ao entorno do MAB. Essa forma ocorre principalmente em porções do relevo que possuem declividades que variam entre 120% e 55%. Por estar adjacente às escarpas areníticas do MAB, essa forma foi caracterizada como ativa devido a sua suscetibilidade a ocorrência de tombamentos, deslizamentos, rolamentos e quedas de bloco provenientes das escarpas.

Figura 8. a) rampa colúvio-aluvionar retrabalhada pelo processo de escoamento de água superficial; b) bloco rolado das escarpas do MAB advindo do processo gravitacional ativo; c) perfil de uma forma de deslizamento originada a partir de um movimento de massa, com evidência para a heterogeneidade no tamanho dos clastos, forma e disposição; d) perfil de forma de gravitacional do tipo matriz suportada evidenciada a partir do retrabalhamento pelo escoamento de água superficial, onde observa-se uma forma de rampa inativa.



Fonte: Retirado de Rapanos (2023).

As formas colúvio-aluvionares do tipo matriz suportada foram identificadas em declividades que variam entre 55% e 25% compartimentadas acima da cota de 170m. Essa forma ocorre como rampas em porções mais distais das escarpas do MAB. Em observação ao seu arcabouço estrutural, a forma possui alta alteração intempérica expostas através de seções junto a leitos fluviais evidenciando sua natureza inativa.

As formas relacionadas aos deslizamentos e cicatrizes de deslizamentos ocorrem de forma pontual na área. Os deslizamentos possuem formas irregulares, apresentando rugosidade no terreno variável devido a sua natureza originada a partir do transporte de material de uma área elevada para uma área plana. Associada aos deslizamentos estão as cicatrizes, que são superfícies de ruptura côncavas que dão origem ao movimento de massa. Ambas as formas são

inativas, uma vez que após a ocorrência pontual do movimento gravitacional de massa a forma é estabilizada.

No **processo geomorfológico antrópico** foram identificadas duas formas de natureza ativa e inativa. As formas associadas a trilhas e estradas agrícolas servem como acesso a toda a área de estudo. Essas formas são ativas devido ao uso esporádico para fins de agricultura, silvicultura, pecuária e turismo. Como forma inativa, foi identificado um talude de uma jazida desativada de argilominerais.

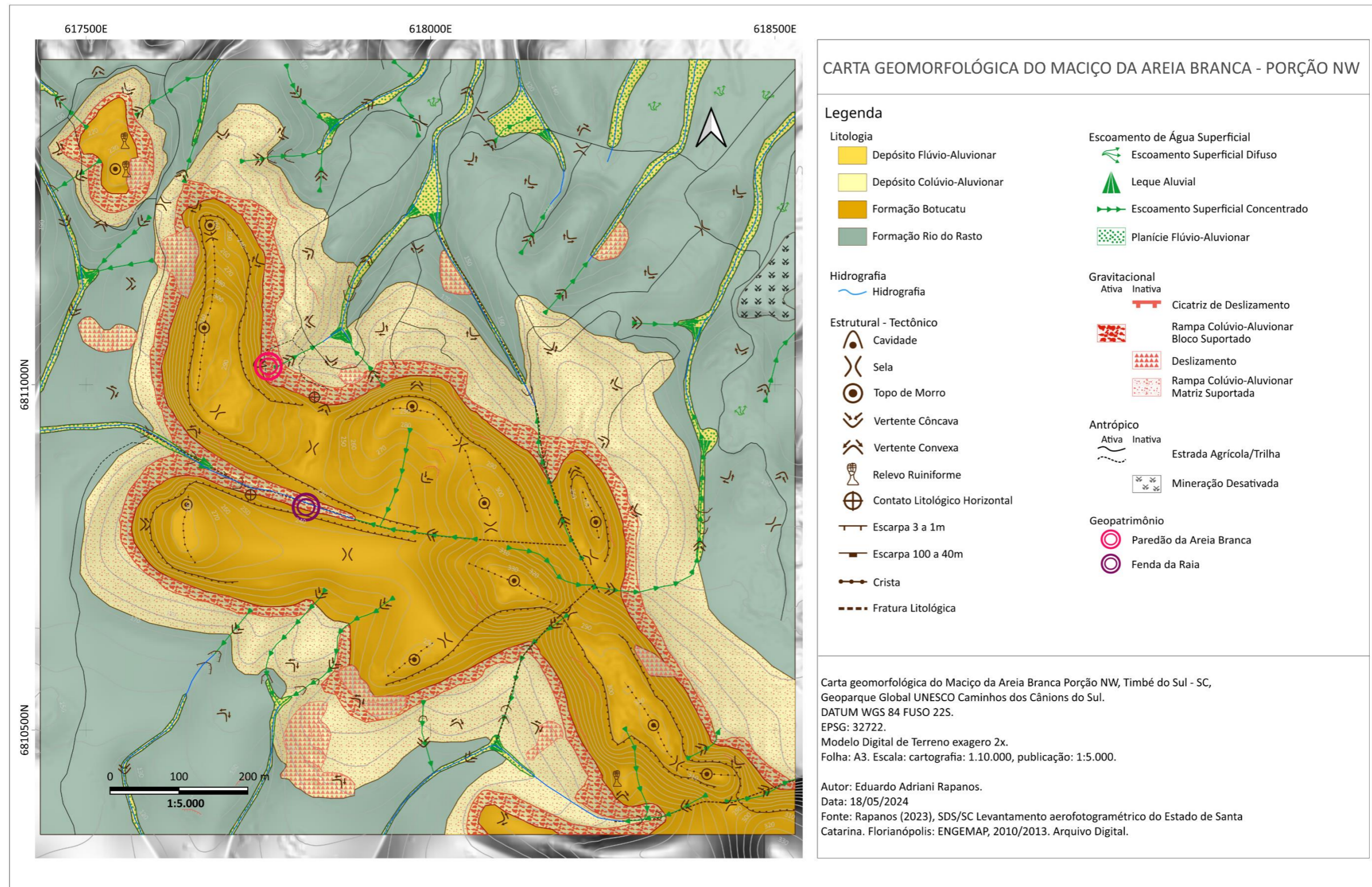
Carta Geomorfológica

A carta geomorfológica oriunda do mapeamento de detalhe aplicada a representação da diversidade abiótica da paisagem, em conjunto com a sua legenda representados a seguir, são o somatório de diversas frentes de desenvolvimento da pesquisa que culminam nesta peça cartográfica. Optou-se pela representação da carta em formato A3 visando a manutenção do detalhamento cartográfico obtido. A linguagem visual e descritiva da carta expõe em sua estrutura, a representação da natureza abiótica da porção Noroeste do Maciço da Areia Branca e a representação do geopatrimônio e geomorfossítios.

13

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentados os resultados da investigação da paisagem abiótica, a carta geomorfológica de detalhe da porção NW do MAB proporciona uma base científica integrada que serve como valorização do geopatrimônio da área de estudo. O reconhecimento do geopatrimônio através da identificação e classificação de unidades geológicas e processos e formas geomorfológicas servem como uma proposta que evidencia o potencial, vulnerabilidades e sua relevância natural e científica no sentido do desenvolvimento de atividades e usos humanos.



O processo de análise integrada de dados secundários e primários foi crucial para a caracterização geomorfológica e geológica da área de estudo. A descrição detalhada das unidades geológicas encontradas na área além do aprimoramento da acurácia do contato entre unidades litológicas, corrobora o que há na bibliografia dispondo sobre a ocorrência das formações Botucatu e Rio do Rasto. A novidade está na identificação e mapeamento de depósitos colúvionares e aluvionares, que, apesar de já descritos por Pontelli (1998) e Horn-Filho *et al.* (2020) para o território do GCCS, ainda não haviam sido caracterizados para a porção NW do MAB. Sendo assim, a cartografia e identificação das unidades traz um avanço no entendimento acerca destes depósitos.

A cartografia geomorfológica na área de estudo revelou a dinâmica dos processos geomorfológicos e suas formas associadas as representando através da carta e sua legenda. Em escala regional, Santa Catarina (1986) e Rapanos, Valdati e Gomes (2021) já haviam identificado a ocorrência de processos de escoamento de água superficial, gravitacional e estrutural para a região do GCCS. Os resultados dessa pesquisa, por sua vez, revelam a dinâmica atual e do passado, esta última de forma relativa, uma vez que são possíveis de se distinguirem formas ativas e inativas na área.

Destaca-se o processo de escoamento de águas superficiais, como um processo predominantemente ativo, onde origina-se formas planas e de leques, além de promover a erosão, transporte e a deposição de material siliciclástico e orgânico para diferentes porções da área. O processo gravitacional evidenciou natureza heterogênea do ponto de vista da sua atividade. Formas inativas relacionadas com cicatrizes de deslizamento e suas formas irregulares onde se deposita o material transportado foram identificadas pontualmente. De forma generalizada ao entorno das escarpas do MAB, foi identificada uma forma rampeada, originada a partir do processo gravitacional, que possui arcabouço sustentado pela matriz. Essa forma remete a processos antigos, uma vez que é possível se observar, através do retrabalhamento fluvial, a sua estrutura intemperizada. Desse modo, novas investigações científicas podem ser desenvolvidas visando o entendimento acerca do processo gravitacional que deu origem a estas formas e seu contexto climático. As formas ativas, também em formato de rampas e adjacentes às escarpas do MAB, ocorrem de forma mais restrita e são relacionadas diretamente às escarpas, de onde provém o material que dá origem a estas rampas.

Ao processo estrutural e tectônico foram atribuídas diversos tipos de formas que se associam desde sua estruturação a processos de esforços tectônicos que contextualizaram o surgimento de planos de falhas e fraturas. Dentre as formas relacionadas ao processo citado, destacam-se as formas ruiformes. Estas formas foram identificadas associadas à Formação Botucatu em um contexto de transição entre os compartimentos geomorfológicos dos patamares da serra geral e da planície colúvio aluvionar (RAPANOS; VALDATI; GOMES, 2021). Esse padrão de ocorrência já foi identificado por Rapanos e Nanni (2021) para a mesma unidade geológica, porém, em um contexto de transição geomorfológica diferente, entre dois planaltos das araucárias ou campos gerais e o planalto de Lages. Outras formas que se destacam são as escarpas de grande porte menor que 90 metros e de pequeno entre 3 e 1 metro. Formas como sela, topo de morro, e cristas ocorrem no topo do maciço arenítico, que é a porção com maior elevação da área de estudo. A cavidade ocorre pontualmente na base do maciço, e se associa com fraturas e o contato litológico entre as formações botucatu e rio do rasto. As formas côncavas e convexas por sua vez foram identificadas, em suas maiores ocorrências, na formação rio do rasto, estando essas associadas a litologias presentes na formação em questão, que sustentam esses padrões.

Ao processo antrópico foram caracterizadas formas associadas ao uso e ocupação do solo pelo homem. Este conceito já foi explorado por Peloggia e Oliveira (2005) que

consideram o ser humano um agente geológico e geomorfológico, alterando e transformando paisagens naturais. Na área, foram identificados o talude de uma extração mineral desativada e caminhos que dão acesso à área de estudo, conferindo natureza humana a sua origem.

A carta no qual estão representado o mapeamento de detalhe e a legenda que abrange os processos e formas caracterizadas, compõe a identificação e caracterização da paisagem abiótica sendo a etapa que antecede seu reconhecimento como patrimônio. Os resultados servem como subsídios para o desenvolvimento do geoturismo que atua diretamente como uma ferramenta de proteção do geopatrimônio. Conforme elucidado por Coratza e Regolini-Bissig (2009), Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2012) e Bouzekraoui *et al.* (2018), a cartografia surge como uma ferramenta que parametriza o desenvolvimento destas atividades e facilita, através da comunicação visual, o reconhecimento de formas e processos pelo público leigo.

Em suma a cartografia geomorfológica orientada ao suporte e representação da geodiversidade e geopatrimônio na porção NW do MAB, é uma ferramenta robusta para a gestão e planejamento de áreas com potencial desenvolvimento para o geoturismo. Esses produtos foram frutos da adaptação da representação através do mapa, cartografia e legenda acerca da diversidade da natureza abiótica da paisagem na porção NW do MAB, que visou adaptar fenômenos e processos a estilos de representação em mapas e legendas. O ato de se representar os elementos que constituem a paisagem vai de acordo com o que Figueiró, Vieira e Cunha (2013) elencaram como sendo relevante para a manutenção da paisagem no sentido da realização de atividades humanas como habitação, turismo, lazer e ciência.

O mapeamento dos processos geomorfológicos traz à tona a natureza dinâmica da paisagem e sua problemática envolvendo o geoturismo e os riscos aos visitantes. A característica dinâmica dos geomorfossítios já foi descrita por Panizza (2001), que ressalta a possibilidade de influência direta de processos geomorfológicos nestas áreas. Portanto é imprescindível o monitoramento destas a fim de garantir a integridade dos visitantes e orientar a ocupação destas áreas. Dessa maneira, a cartografia geomorfológica de detalhe pode fornecer apoio ao planejamento estratégico voltado à mitigação de riscos aos visitantes destes geomorfossítios.

Convém refletir que o levantamento pode se associar com desenvolvimento de ações voltadas a integração da área, visto que são mapeados os acessos e intervenções humanas junto com a geodiversidade e o geopatrimônio. Em um viés de manutenção da integridade física de visitantes e moradores e de comunicação do conteúdo científico levantado, há de se observar que ocorrem os registros de áreas de risco associados aos processos gravitacional e de escoamento de águas superficiais. Com isso emerge a necessidade do estabelecimento de planos de ação e o desenvolvimento de materiais educativos e que ajudam elucidar as decisões que podem ser tomadas em momentos de perigo.

O estudo foi desenvolvido em um território reconhecido internacionalmente pela sua relevância do ponto de vista do geopatrimônio. A análise dos dados revelou o detalhamento da paisagem abiótica, identificando e descrevendo feições e formas, que constituem a totalidade das ocorrências do perímetro na escala investigada. A contribuição da pesquisa ao relatório onde constam os geomorfossítios da Fenda da Raia e do Paredão da Areia Branca caracterizados por Lima e Vargas (2017), vem no sentido de enriquecer e detalhar as peculiaridades dos sítios. Através de uma perspectiva de integração do perímetro estudado, tendo em vista o acesso geográfico e o conhecimento geocientífico, os dados levantados fornecem subsídios a criatividade no planejamento sob

a ótica dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa BIOGEO que, em parceria com programa de pós-graduação em geografia da UFSC e o programa de bolsas de pós-graduação UNIEDU/FUMDES, facilitaram o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BOUZEKRAOUI, H., BARAKAT, A., MOUADDINE, A. et al. Mapping geoh heritage for geotourism management, a case study of Aït Bou Oulli Valley in Central High-Atlas (Morocco). **Environ Earth Sci** 77, 413 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7589-x>.

CORATZA, P.; REGOLINI-BISSIG, G. Methods for mapping geomorphosites. **Iris: Geomorphosites**, Modena, v. 1, n. 1, p. 89-104, jan. 2009. Disponível em: <https://iris.unimore.it/handle/11380/634242?mode=simple>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FIGUEIRÓ, A. S.; VIEIRA, A. A. B.; CUNHA, L. PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E PAISAGEM COMO BASE PARA O GEOTURISMO E O DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL. **Climep - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 8, n. 1, p. 49-82, jun. 2013.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Mapping Geosites for Geoh heritage Management: a methodological proposal for the regional park of picos de europa (León, Spain). **Environmental Management**, [S.L.], v. 50, n. 5, p. 789-806, 28 ago. 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-012-9915-5>.

GONZÁLEZ-AMUCHASTEGUI, M.; SERRANO, E. An Essential Tool for Natural Heritage Management: the geomorphological map of valderejo natural park. **Geosciences**, [S.L.], v. 8, n. 7, p. 250, 8 jul. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences8070250>.

HORN-FILHO, N. O. et al. **Texto explicativo do mapa geológico da planície costeira do extremo Sul de Santa Catarina, Brasil. Escala 1:125.000**. Florianópolis: Edições do Bosque, 2020. 73 p.

LIMA, F.; VARGAS, G. ESTRATÉGIA DE GEOCONSERVAÇÃO DO PROJETO GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL TERRITÓRIO 134 CATARINENSE. In: LIMA, Flávia; VARGAS, Gean. **RELATÓRIO DO INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DE geomorfossítios**. Florianópolis: Geodiversidade, 2017. p. 1-47.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, Pequim, v. 46, n. 1, p. 4-5, dez. 2001.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. dos S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. In: **Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. 2005.

PEREIRA, P.; PEREIRA, D.; ALVES, M. I. C. PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO: da actualidade internacional do tema ao caso português. **Conference Paper**. Braga, p. 1-19. fev. 2004.

PONTELLI, M. E. **Cartografia das alterações em depósitos de leques aluviais como base para uma estratigrafia relativa. Bacias dos rios Amola Faca e Rocinha, Timbê do Sul – SC**. Dissertação. 1998. (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

RAMGRAB, G. E. et al (org.). FOLHA PORTO ALEGRE SH.22. In: SCHOBENHAUS, Carlos et al. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**. Brasília: CPRM, 2004. p. 1. (Programa Geologia do Brasil). CD-ROM.

RAPANOS, E. A. **A representação da paisagem no Minecraft: jogo digital na promoção de um geoparque mundial da unesco no Brasil**. 2023. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370713321_The_representation_of_the_landscape_in_Minecraft_a_digital_game_in_the_promotion_of_a_UNESCO_Global_Geopark_in_Brazil. Acesso em: 31 mar. 2024.

RAPANOS, E. A.; NANNI, A. S. INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS COMO SUBSÍDIO À CRIAÇÃO DO GEOPARQUE PEDRAS BRANCAS, PLANALTO CATARINENSE, SUL DO BRASIL. **Geosciences = Geociências**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1101-1114, 2 fev. 2022. UNESP - Universidade Estadual Paulista. <http://dx.doi.org/10.5016/geociencias.v40i04.15320>.

RAPANOS, E. A.; VALDATI, J.; GOMES, M. C. V. Caracterização morfoestrutural e morfoescultural no território do Geoparque Global UNESCO Caminhos dos Cânions do Sul, RS/SC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1732, 19 jul. 2022. **Revista Brasileira de Geografia Física**. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v15.4.p1732-1749>.

REGOLINI-BISSIG, G. Mapping geoheritage for interpretative purpose: definition and interdisciplinary approach. In: REGOLINI-BISSIG, G.; REYNARD, E. (Ed.). **Mapping Geoheritage**. Gévisions, Institut de géographie, Université Lausanne. v. 35. Lausanne, 2010. p. 1-13.

SANTA CATARINA. Gaplan. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

SANTOS, Y. R. F. dos. **CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DE DETALHE APLICADA AO GEOPATRIMÔNIO: geomorfossítios do projeto geoparque caminhos dos cânions do sul, SC/RS**. 2021. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia,

Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SCHNEIDE, R, R. L. et al. REVISÃO ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sbgeo, 1974. p. 41-65.

SGI – Servizio Geologico d'Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. **Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000**. Progetto CARG: Modifiche integrazioni al quaderno N. 4/1884. V.13. Roma, 2018.

SUGUIO, K. Tópicos em Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1-13, ago. 2001.

PENTEADO, M.M. **Introdução à Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

WILDNER, W. et al. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: Cprm, 2014.