

INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DE GEOSSÍTIOS COMO SUBSÍDIO À CRIAÇÃO DO GEOPARQUE PEDRAS BRANCAS, PLANALTO CATARINENSE, SUL DO BRASIL

GEOSITES INVENTORY AND QUANTIFICATION AS A SUBSIDE FOR THE CREATION OF PEDRAS BRANCAS GEOPARK, CATARINENSE PLATEAU, SOUTH BRAZIL

Eduardo Adriani RAPANOS, Arthur Schmidt NANNI

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Educação do Campo. R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Bairro Trindade – Florianópolis – Santa Catarina. E-mails: earapanos@gmail.com; arthur.nanni@gmail.com

Introdução
Material e métodos
Geodiversidade, geossítios e geoparques
Geologia Regional
Geomorfologia regional
Resultados
Discussão
Considerações finais
Agradecimentos
Referências

RESUMO - A localidade das Pedras Brancas no Planalto Catarinense abriga inúmeras ocorrências de rochas que contam parte da história do planeta. Essas ocorrências estão relacionadas por unidades sedimentares da Bacia Geológica do Paraná (Permiano e Jurássico), ígneas extrusivas do Grupo Serra Geral (Cretáceo), ígneas alcalinas do Distrito Alcalino de Lages (Cenozoico) e também por depósitos colúvio-aluvionares (Quaternário). A diversidade abiótica representada a partir de eventos geológicos sucessivos com associação de processos erosivos e intempéricos, esculpiram e moldaram o relevo da área dando origem a paisagens e relevos ruiforme, pináculos, tótems, guardiões, cânions, cavernas, gargantas, cachoeiras, *cuevas* dentre outras. Seis geossítios foram avaliados, inventariados e quantificados na região. No processo obtiveram-se os valores científico, educativo e turístico bem como o risco de degradação dos elementos da geodiversidade no contexto dos geossítios. Além disso, os geossítios Ruiforme Pedras Brancas e Garganta do Diabo obtiveram relevâncias de nível Internacional, ao passo que os geossítios Pedra do Guardiã, Vale do Lambedor, Dunas Pré-Históricas e Vale dos Pessegueiros alcançaram relevância Nacional.

Palavras-Chave: Geodiversidade. Geoturismo. Geoparques. Pedras Brancas.

ABSTRACT - The locality of Pedras Brancas on Catarinense Plateau hosts countless rock occurrences that tell part of the Earth's history. These occurrences comprise units of Geological Basin of Paraná, including sedimentary fluvial and eolian rocks (Permian and Jurassic), extrusive igneous rocks from the Serra Geral Group (Cretaceous), alkaline igneous rocks of Alkaline District of Lages (Cenozoic) and coluvium-aluvium deposits (Quaternary). The abiotic diversity is represented by successive geological events with association of erosive and weathered processes that sculpted and shaped the relief originating landscapes, ruiniform reliefs, pinnacles, totems, guardians, canyons, caves, gorges, waterfalls, *cuevas* and other structures. Six geosites was evaluated, inventoried and quantified. The scientific, educative and touristic values and the degradation risk of the geodiversity elements was obtained. The Ruiforme Pedras Brancas and Garganta do Diabo geosites obtained an International relevance whereas the Pedra do Guardiã, Vale do Lambedor, Dunas Pré-Históricas and Vale dos Pessegueiros geosites reached National relevance.

Keywords: Geodiversity. Geotourism. Geoparks. Pedras Brancas.

INTRODUÇÃO

A localidade das Pedras Brancas (PB), segundo Rapanos (2019), possui importante relevância do ponto de vista geológico e geomorfológico, que é evidenciada através de diversos afloramentos de rocha que exibem parte geodiversidade da região do Domo de Lages (DL) (Figura 1). O turismo rural é uma atividade tradicional desenvolvida na área e sua exploração, através dos elementos paisagísticos como os afloramentos de rocha, fazem parte da cultura e dos costumes dos locais.

Estudos acerca do potencial geoturístico da região, ainda que de forma abrangente, já

foram desenvolvidos por Viero e Silva (2016), onde ressaltam a beleza cênica das ocorrências de afloramentos na região. As ocorrências de afloramentos são resultantes de processos geológicos diversos, que dão origem a atual configuração geológica e geomorfológica da paisagem.

A geologia da região, descrita por Scheibe (1986) e CPRM (2014), evidencia a diversidade de litologias que varia dentre rochas sedimentares carboníferas a jurássicas; vulcânicas do Cretáceo e ígneas alcalinas do Paleógeno. A interação dos processos endógenos e exógenos condiciona a

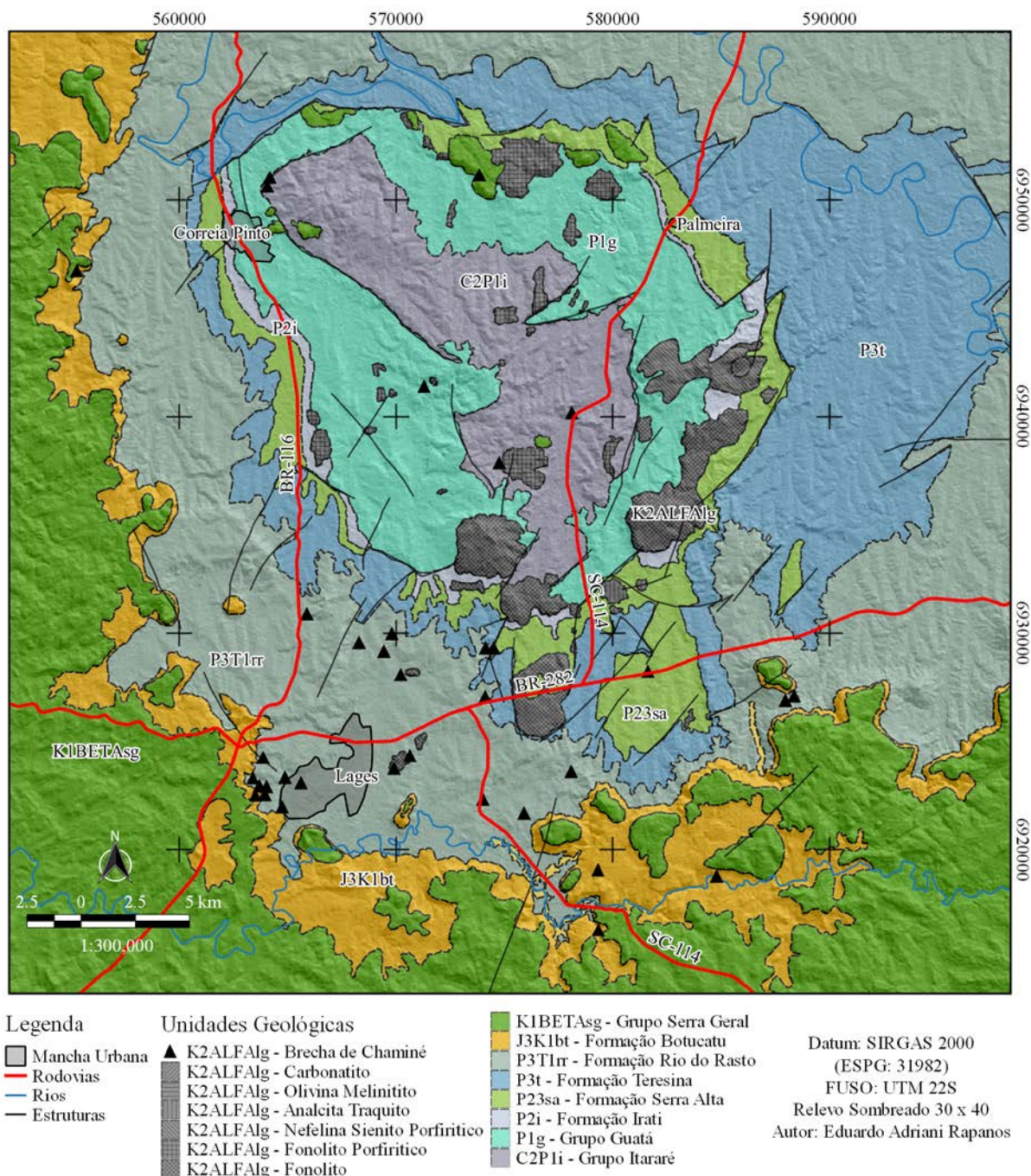


Figura 1 - Carta geológica e estratigráfica do Domo de Lages (segundo Rapanos, 2018).

formação de relevos e a formação de unidades geomorfológicas regionais como os planaltos e relevos erosivos locais como os em ruínas, gargantas, cânions e vales.

O estudo levantou dados geológicos e geomorfológicos com ênfase na geodiversidade ao identificar, inventariar e quantificar os

geossítios da região. Os resultados do levantamento elaborados por Rapanos (2019) auxiliam no entendimento sobre a importância da geodiversidade do ponto de vista científico, turístico e educativo da região e, ainda, auxiliaram na identificação de riscos relacionados à degradação dos geomonumentos e da geodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi elaborada a partir de um conjunto de procedimentos sistemáticos que foram organizados e dispostos no aplicativo *XMind* (versão 7.5), para a confecção de um mapa mental, a fim de organizar o pensamento e estipular metas e etapas do estudo.

Dessa maneira, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca da geologia e geomorfologia da região do Planalto Catarinense e conceitos gerais em geodiversidade, sítios da geodiversidade, geoconservação e geoparques.

Um conjunto de ortofotos e o modelo digital

de terreno (MDT) da área de pesquisa foram utilizados, com o intuito de identificar os potenciais sítios da geodiversidade de forma remota. As ortofotos e o MDT apresentam resolução de 1 metro por *pixel* foram realizados em 2010, e tiveram sua aquisição junto à Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do estado de Santa Catarina (SDS). Os arquivos do tipo raster foram trabalhados através do programa de sistemas de informações geográficas (SIG) QGIS versão (2.18.28). No aplicativo foram executados o mosaico das ortofotos, extração das curvas de nível através do MDT e uso de filtros de sombreamento.

As bases cartográficas utilizadas em campo contaram com a atualização da malha viária através do site de mapeamento colaborativo OpenStreetMap (OSM). Após a atualização *online*, foi realizado o *download* dos arquivos vetoriais da base no OSM para posterior inserção do QGIS. Adicionalmente, bases vetoriais de drenagem e limites municipais e estaduais foram adquiridos a partir da Agência Nacional de águas (ANA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente.

A identificação dos sítios geológicos envolveu o cadastro de informações geográficas através do aplicativo *Epicollect*, versão 5, conforme proposto por. Além disso, perfis-síntese, foram construídos para se estabelecer o controle estratigráfico e litológico da área de pesquisa. A observação, descrição de atributos

que tangem a geodiversidade dos afloramentos da área, foram registrados com o auxílio de uma câmera semiprofissional, com o intuito de serem pós-tratados e inseridos no aplicativo Geossit.

As informações relacionadas às seis áreas identificadas nas etapas anteriores foram inseridas na plataforma Geossit, disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Na plataforma de acesso livre e colaborativa, foram efetivadas a inventariação e quantificação dos sítios da geodiversidade, que complementou o banco de dados e inventário nacional de sítios da geodiversidade.

O inventário consiste na descrição de atributos geográficos, geológicos e geomorfológicos organizados na forma de abas onde são inseridas as informações que caracterizam o sítio. O conteúdo da informação inserido é representado por imagens, ilustrações, textos descritivos, e também pela múltipla seleção de características previamente fornecidas.

A quantificação é representada por abas que correspondem aos atributos que caracterizam o valor científico, o potencial turístico e didático e o risco de degradação; a classificação do sítio quanto a sua relevância e a recomendação de proteção e de conservação do sítio. A obtenção da classificação e dos valores científico, turístico e didático relacionados ao sítio, é realizada ao atribuir pesos a parâmetros pré-definidos gerando um número, que é automaticamente calculado pela plataforma.

GEODIVERSIDADE, GEOSÍTIOS E GEOPARQUES

O termo geodiversidade foi idealizado ainda no começo do século XX para conceituar os elementos abióticos da natureza. Segundo Gray (2004), este conceito foi definido como sendo os processos e eventos geológicos que deram origem a uma enorme variedade de ocorrências, como: rochas, minerais, solos, fósseis, geoformas e estruturas. CPRM (2006) diz que geodiversidade trata-se do estudo da natureza abiótica e do meio físico, que é representada por uma ampla variedade de ambientes, fenômenos, composições, e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis, climas e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento de vida na Terra e tem como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o turístico e o educativo.

Brilha (2005, 2016) define patrimônio geoló-

gico como sendo o conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região sendo locais bem delimitados geograficamente, onde ocorrem um ou mais elementos da geodiversidade que possuem singular valor do ponto de vista pedagógico, cultura, científico turístico ou outro.

Nascimento et al. (2008) inferem que o patrimônio geológico é representado pelo conjunto de sítios geológicos ou geossítios, onde o patrimônio geológico, é uma pequena parcela da geodiversidade que apresenta características especiais e, por consequência, deve ser conservado. Assim o patrimônio geológico é constituído pelos geossítios e registram a história da Terra num espectro de tempo que parte dos milhares, milhões e até bilhões de anos e incluem afloramentos de rochas; fósseis; minerais; conjuntos de valor paisagístico como serras, montanhas, picos

e vales; e conjunto de museus de Geociências ou de História Natural (Nascimento et al., 2015).

Brilha (2005) define o termo geossítio como a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade que afloram seja por ações de processos naturais seja devido à intervenção humana. Os geossítios são bem delimitados geograficamente e apresentam valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural ou outro. Os geossítios também são locais que receberam a inventariação bem como a

quantificação dos elementos da geodiversidade e possuem delimitação geográfica bem definida (Brilha, 2005).

Os geoparques são considerados áreas geográficas unificadas, onde geossítios e paisagens de relevância geológica internacional devem ser administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável onde sua abordagem combina conservação da natureza com desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2017).

GEOLOGIA

A localidade das PB está inserida no contexto geológico da Bacia Geológica do Paraná (BGP), que possui área total de quase 1,5M de km² e abrange porções territoriais do Brasil meridional, nordeste da Argentina, Paraguai oriental e norte do Uruguai (Milani et al., 2007). Este domínio geológico compreende um pacote sedimentar magmático com espessuras que atingem até 7.000m que são divididas em seis unidades: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Meso a Neotriássico, Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

Das seis unidades aloestratigráficas existentes na BGP, na localidade das Pedras Brancas ocorrem as Supersequência Gondwana I e Gondwana III. A Supersequência Gondwana I engloba o maior volume sedimentar da BGP atingindo uma espessura total máxima de 2.500m (Milani, 1997). Esta unidade armazena atributos sedimentares que refletem uma grande variedade de condições deposicionais que se sucedem no tempo evoluindo no contexto neocarbonífero de sedimentação, marcada pela influência glacial até um amplo e árido interior continental, com domínio de dunas eólicas já na chegada do Mesozóico (Milani et al., 2007). Sob a ótica da litoestratigrafia, caracterizam-se individualmente como membros desta supersequência o Grupo Itararé e Formação Aquidauana, Grupo Guatá, Grupo Passa Dois e formações Piramboia e Sanga do Cabral.

A representante da Supersequência Gondwana I na área de estudo é a Formação Rio do Rasto. Segundo Warren *et al.* (2008), a Formação Rio do Rasto está estratigraficamente localizada na porção superior do Grupo Passa Dois e se encontra limitada por contatos transicionais com as formações Teresina (na base) e Pirambóia (no topo). Ela está subdividida em dois membros,

sendo a base constituída pelo Membro Serrinha e o topo pelo Membro Morro Pelado. Os dois membros caracterizam-se pela intercalação de camadas de arenitos tabulares e lenticulares e pelitos (Gordon Jr., 1947). Os corpos dos membros da formação se diferenciam quanto à espessura e geometria das camadas de areia e principalmente pela mudança de coloração dos siltitos cinzas do membro Morro Pelado, o que permite distinguir às duas unidades (WARREN et al., 2008).

A Supersequência Gondwana III, também denominada de sequência jurássica-eocretácea, abrange o intervalo do registro estratigráfico da BGP em que se colocam os sedimentos eólicos da Formação Botucatu e as rochas vulcânicas do magmatismo do Grupo Serra Geral (Milani et al., 2007).

A Formação Botucatu tem origem pela deposição eólica de areias do antigo deserto que cobria parte do continente Gondwana e constitui-se de arenitos avermelhados, finos a médios, normalmente bimodais, friáveis, grãos foscos e geralmente bem arredondados onde, os depósitos podem conter em sua porção basal arenitos argilosos mal selecionados (Schneider et al., 1974). Esta unidade ocorre em toda a BGP onde pode atingir espessuras de até 100 m. As principais feições identificadas são da forma de estratificações cruzadas tangenciais, estratificações plano-paralelas e cruzadas acanaladas, sendo estas as mais comumente encontradas em suas áreas de exposição (Schneider et al., 1974). Silva e Scherer (2000) subdividem a Formação Botucatu em duas litofácies, sendo a primeira chamada de arenitos com estratificação cruzada de grande porte, onde são identificadas estratificações cruzadas planares ou tangenciais com 5 a 10 m de espessura e a segunda chamada de arenito com estratificação cruzada de médio porte, onde ocorrem estratificações cruzadas acanaladas

com espessuras de 1,5 a 3 m de espessura.

Também como representante da Supersequência Gondwana III ocorrem os derrames de lavas basálticas, toleíticas, de textura afanítica e coloração cinza a negra, amigdaloidal no topo dos derrames e com desenvolvimento de juntas verticais e horizontais do Grupo Serra Geral. Nesta unidade, os derrames se intercalam, na base, com arenitos finos a médios de estratificação cruzada tangencial da Formação Botucatu (Schneider et al., 1974).

Na região ocorrem ainda rochas que pertencem ao Distrito Alcalino de Lages, que compreende a ocorrência de corpos intrusivos constituídos por rochas alcalinas, no patamar das camadas sedimentares da BGP, expostas em um grande domo onde afloram desde o Grupo Itararé até a Formação Botucatu (Scheibe, 1986). A área

total da estrutura gerada a partir da intrusão destas rochas é de cerca de 2.100 km², onde a grande edentação da faixa de afloramentos de basalto propicia a exposição das rochas da BGP e das alcalinas no Domo de Lages (Scheibe, 1986).

Scheibe (1986) revela que o caráter dômico da área é evidenciado pela disposição concêntrica dos afloramentos das rochas da BGP onde, a partir dos derrames basálticos e dos arenitos da Formação Botucatu, que cercam pelos quadrantes sul, oeste e norte, ocasionando alçamento na porção central, afloram rochas do Grupo Itararé no nível dos próprios derrames basálticos.

As ocorrências das rochas alcalinas do Distrito Alcalino de Lages são da forma de *plugs* circulares, soleiras e brechas de chaminé e somam cerca de 1.200 km² de área aflorante.

GEOMORFOLOGIA REGIONAL

Os aspectos geomorfológicos da localidade de PB estão relacionados com a diversidade geológica dada pelas diferentes litologias e pela complexidade estrutural que, com atuação conjunta de processos morfogenéticos, condicionam a heterogeneidade do terreno. A localidade de PB se insere na transição entre as unidades geomorfológicas do Planalto dos Campos Gerais e do Planalto de Lages.

Abrangendo 31.480 km², a unidade geomorfológica Planalto dos Campos Gerais corresponde aos topos regionais modelados em rochas efusivas ácidas e básicas do Grupo Serra Geral. Possuem topografia mais elevada em relação às áreas que o circundam, onde apresentam um relevo pouco dissecado, com desníveis pequenos em que se destacam os modelados de aplanamento e de dissecação homogênea e diferencial com drenagem pouco profunda (IBGE, 2018). Os compartimentos que compõem esta unidade apresentam na sua porção leste, altitudes que ultrapassam os 1.200 m próximos à escarpa da Serra Geral enquanto que, a oeste, atingem os 600 m próximo ao Planalto de Chapecó. Estão contidas duas regiões fitoecológicas: Savana e Floresta Ombrófila Mista (IBGE, 2018). As formações superficiais que recobrem a unidade geomorfológica Planalto dos Campos Gerais são pouco espessas e constituídas de material argilo-siltoso, separado por substrato delgado de linha-de-pedras, composta principalmente por cristais de quartzo e fragmentos de geodos e de crosta ferruginosa (IBGE, 2018).

A unidade geomorfológica do Planalto de

Lages possui 4.245 km² e, de modo geral, possui uma faixa de direção NO-SE e se dispõe em uma forma de um grande anfiteatro em relação à unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais, com a qual é limitada a sudeste, oeste e noroeste. O contato entre as unidades em alguns trechos é feito a partir de escarpamentos que correspondem à *cuesta* da Serra Geral (IBGE, 2018). O relevo da unidade está talhado em rochas sedimentares representadas por folhelhos siltíticos, arenitos e siltitos que compõem o Grupo Passa Dois. As rochas do Supergrupo Tubarão, expostas por ação de uma intrusão alcalina evidente através do Morro do Tributo, expõem siltitos, folhelhos e arenitos finos dos grupos Itararé e Guatá (IBGE, 2018).

O Planalto de Lages é caracterizado em sua maior parte por um relevo de dissecação homogênea, onde a densidade de drenagem é baixa e seu aprofundamento é pequeno. Este relevo é constituído de colinas e, devido à presença de alguns relevos residuais mapeados como morros testemunhos, tem sua homogeneidade quebrada. A sudeste da unidade há um predomínio de drenagem adaptada às estruturas litológicas. Esse patamar é mantido pelo arenito da Formação Botucatu que, em trechos, é responsável pela presença de escarpas mapeadas como borda de patamar estrutural. Os topos das encostas são mantidos pelo arenito da Formação Botucatu e nas colinas já se veem intercalações dos arenitos finos, siltitos e folhelhos da Formação Rio do Rasto (IBGE, 2018).

RESULTADOS

A análise de imagens aéreas objetivou identificar áreas com potencial para serem consideradas como geossítios segundo a metodologia do Geossit. Um total de seis

geossítios foram identificados, inventariados e quantificados (Figura 2 e Tabela 1) abrangendo uma área de 8.083 km² dentro da localidade de Pedra Branca.

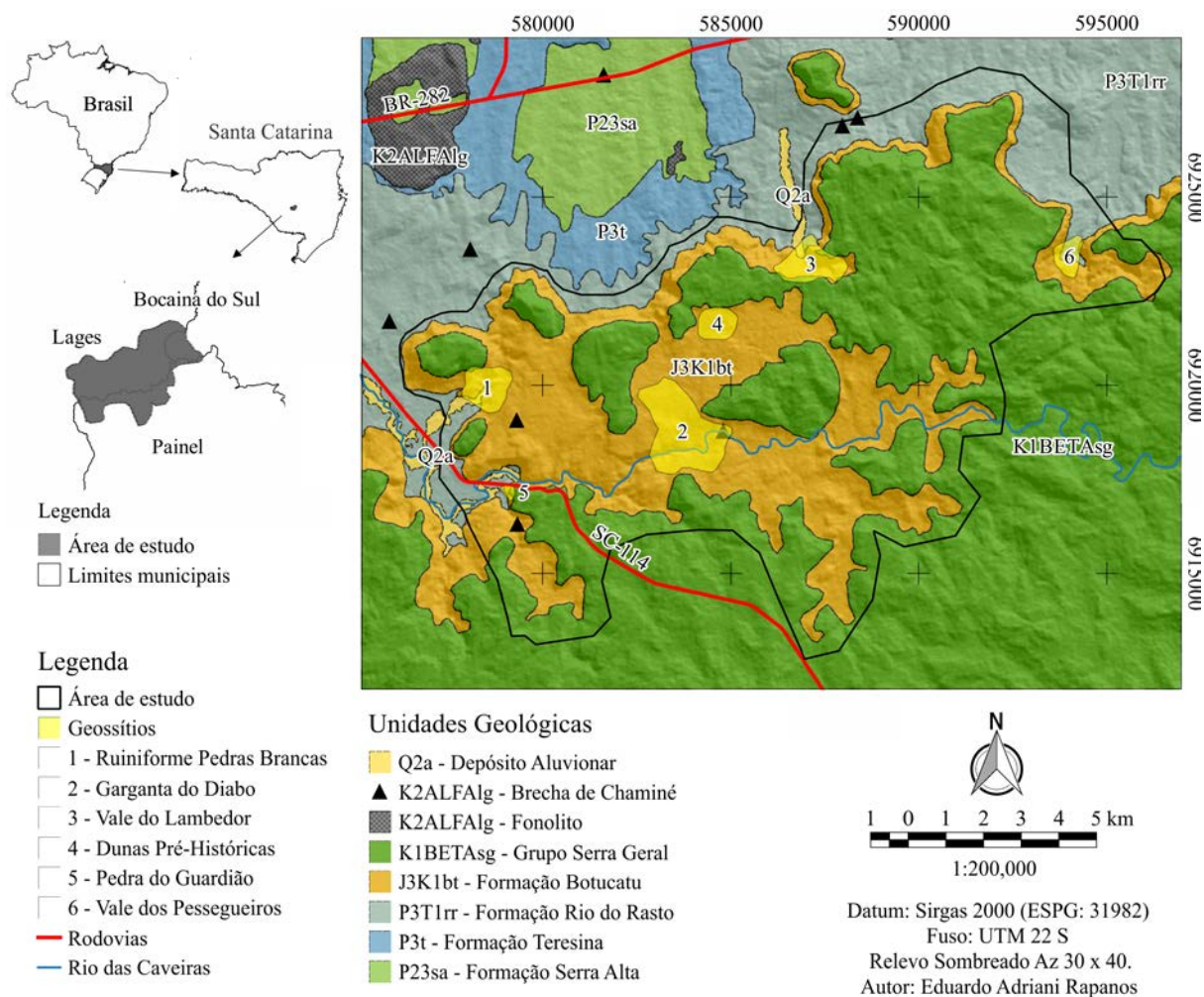


Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo com os geossítios estudados e a geologia da área.

Tabela 1: geossítios identificados, inventariados e quantificados com suas respectivas relevâncias, valor científico, educativo, turístico e risco de degradação junto ao aplicativo do Geossit.

Geossítio	Relevância	Valor Científico	Valor Educativo	Valor Turístico	Risco de Degradação
Ruiniforme Pedras Brancas	Internacional	330	305	290	320
Garganta do Diabo	Internacional	325	275	245	325
Vale do Lambedor	Nacional	215	290	230	255
Dunas Pré-Históricas	Nacional	160	275	220	305
Pedra do Guardião	Nacional	160	285	250	315
Vale dos Pessegueiros	Nacional	190	298	220	275

No inventário foram inseridas informações que competem às características geográficas como localização, acessos, o contexto e caracterizações geológicas e geomorfológicas, assim como o interesse pelo conteúdo geológico, por sua associação e sua possível utilização.

A quantificação permitiu que fossem obtidas as relevâncias dos geossítios conforme suas

características inseridas em abas, onde há parâmetros que são valorados para a chegada à média final: vulnerabilidades, características intrínsecas, uso potencial e necessidade de proteção. A quantificação ainda envolve um item para recomendação de proteção do geossítio e de média do geossítio, onde são obtidos os valores: científico, educativo, turístico, risco de degra-

dação e sua relevância.

Geossítio Ruiniforme Pedras Brancas

Com área de 1.251 km², o Geossítio Ruiniforme Pedras Brancas (Figura 3) abrange como principal exposição litológica as rochas da Formação Botucatu (Jurássico) que afloram em um pacote de forma descontínua com cerca de 100 m de espessura. A Formação Botucatu se expressa no geossítio através de um relevo ruiniforme, onde o arenito quartzoso averme-

lhado de origem eólica assume curiosas formas de guardiões, pináculos, torres, tótems, taças e onde também há ocorrência de algumas grutas nas *cuestas*, originadas a partir dos processos de intemperismo e erosão. A seção estratigráfica, além da exposição de atributos geomorfológicos, exhibe a estruturação do arenito evidenciada pelas estratificações cruzadas, cruzadas acanaladas e tangenciais de grande porte que remontam as grandes dunas do deserto Botucatu.



Figura 3 - Geossítio Pedras Brancas: a) Relevo ruiniforme encontrado no geossítio; b) torres, pináculos e tótems do Arenito Botucatu no geossítio.

O interesse associado ao geossítio se dá através da correlação com a arqueologia visto que, em acervos privados de moradores da região, assim como em relatos pelos mesmos observados em campo, se constatou que ali habitavam povos tradicionais da região. A chegada do colonizador no século XIX e a sua respectiva apropriação da cultura tradicional, como a agricultura e a culinária, e a fundação de fazendas de criação de gado atribuem interesse histórico e cultural. A diversidade de ambientes dentro do geossítio, variando da ocorrência de lagos, grutas, rios, campos rupestres e mata de araucárias, conferem interesse ecológico. O valor

estético e a expressão cênica se correlacionam com a sua possível utilização científica, educativa e turística, visto que há a possibilidade de se desenvolverem atividades em todas as áreas no geossítio.

A quantificação do valor científico resultou em um valor de 330 obtido através de sua representatividade oportuna para ilustrar elementos ou processos da temática geologia e geomorfologia. A diversidade geológica com ocorrência de cinco ou mais aspectos geológicos com relevância científica e a raridade das ocorrências também se destacam na obtenção do valor.

O risco de degradação de 320 é considerado alto e teve como principais indicações a constatação da possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos, a proximidade a áreas e atividades que possam causar degradação, e a ausência de proteção legal na área de ocorrência do geossítio.

O potencial uso educativo, com valor de 305, e uso turístico, com valor de 290, foram obtidos devido ao fato de geossítio estar em uma região onde há uma infraestrutura turística consolidada que oferece serviços de hospedagem, restaurantes e estar próximo a outros atrativos de valores ecológicos e culturais. A beleza cênica, assim como a singularidade das ocorrências, a condição de observação e a diversidade geológica, contribui para que os elementos geológicos sejam perceptíveis para todos os tipos de público e que possam ser ensinados em todos os níveis de ensino.

Geossítio Garganta do Diabo

Com área de 3.827 km², o geossítio Garganta do Diabo (Figura 4) abrange como principal exposição litológica as rochas da Formação Botucatu (Jurássico) que afloram de forma

contínua em uma seção com mais de 100 m de espessura. Cortado pelo Rio das Caveiras, o geossítio tem sua exposição condicionada ao intemperismo e erosão causados pelos fluxos fluviais turbilhonares do mesmo rio. As geoformas resultantes desse processo são diversas marmitas cilíndricas e elipsoidais com raios e profundidades que variam desde centimétricas a métricas. Essas marmitas, por sua vez, podem estabelecer dutos subterrâneos que permitem o fluxo subsuperficial da água do rio. A água do rio também dá origem há uma série de cachoeiras e corredeiras, assim como um cânion que intitula o geossítio "Garganta do Diabo", com mais de 60 m de profundidade e que expõe toda a estruturação do Arenito Botucatu e suas estratificações de grande porte. Ocorrem na região feições conhecidas como "pedra furada", onde uma cavidade oriunda do processo de abrasão da água é aberta na rocha. Junto à Formação Botucatu na área do geossítio ocorre um *pipe* kimberlítico inundado, do Distrito Alcalino de Lages (Paleógeno) no leito do Rio das Caveiras, que é evidenciado pelo seu formato elíptico com raios de 115 x 85m.



Figura 4 - Geossítio Garganta do Diabo: a) corredeiras e piscinas naturais esculpidas pelas águas do Rio das Caveiras; b) Pedra Furada encontrada no leito do Rio das Caveiras; c) Garganta do Diabo com seus mais de 60 m de profundidade.

A ampla ocorrência de feições geomorfológicas relacionadas com a vegetação de campos rupestres e da mata de araucárias concedem

interesse ecológico, de expressão cênica e de valor estético associados. Estes quesitos por sua vez podem associar-se com a possível utilização

científica, educativa e turística.

A quantificação do valor científico resultou em um valor de 325 obtido através sua representatividade, visto que o geossítio é o melhor exemplo para ilustrar elementos ou processos relacionados com temática erosão fluvial. A integridade dos principais elementos geológicos com seus elementos muito bem preservados, a diversidade geológica onde ocorrem cinco ou mais diferentes aspectos geológicos com relevância científica e a raridade dessas ocorrências se destacam na obtenção do valor.

O risco de degradação de 325 é considerado alto e teve como principais indicadores a constatação da possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos, assim como a ausência de proteção legal na área e a proximidade de atividades com potencial para causar degradação. Há o registro de um estudo para a implantação de uma Pequena Central Hidrelétrica no Rio das Caveiras, o que ocasionaria na perda de todos os elementos da geodiversidade.

O potencial uso educativo com valor de 275 e uso turístico com valor de 245 foram obtidos devido ao geossítio estar situado a menos de 15 km de locais com restaurantes, alojamentos e de outros atrativos de caráter ecológico, cultural e

turístico. A ampla e facilitada ocorrência de elementos da diversidade geológica associados a sua diversidade fazem do geossítio uma área de potencial para o uso educativo em todos os níveis de ensino e também para o público em geral.

Geossítio Vale do Lamberdor

Com área de 1.507 km², o geossítio Vale do Lamberdor (Figura 5) é moldado pelo rio de mesmo nome e abrange uma seção estratigráfica onde aflora na base a Formação Rio do Rasto (Permiano), sucedida pela Formação Botucatu (Jurássico) e, no topo, são encontradas rochas do Grupo Serra Geral (Cretáceo). Durante o percurso da trilha, ora nas barrancas do rio, ora através de seu leito composto por depósitos colúvio-aluvionares, é possível se perceber a ocorrência subterrânea da água da drenagem. O vale com estruturação bem encaixada exibe uma contínua exposição do arenito de mais de 100 m de espessura, com a ocorrência de grutas e cavernas ao longo do vale. Também é possível, devido à presença dessas cavidades, observar de diferentes perspectivas a estruturação do arenito através de seu acamamento e suas estratificações cruzadas tangenciais de grande porte. O final da trilha no vale conduz há uma cascata de 15 m que exibe as rochas vulcânicas basálticas do Grupo Serra Geral, onde são possíveis de se identificar disjunções colunares.

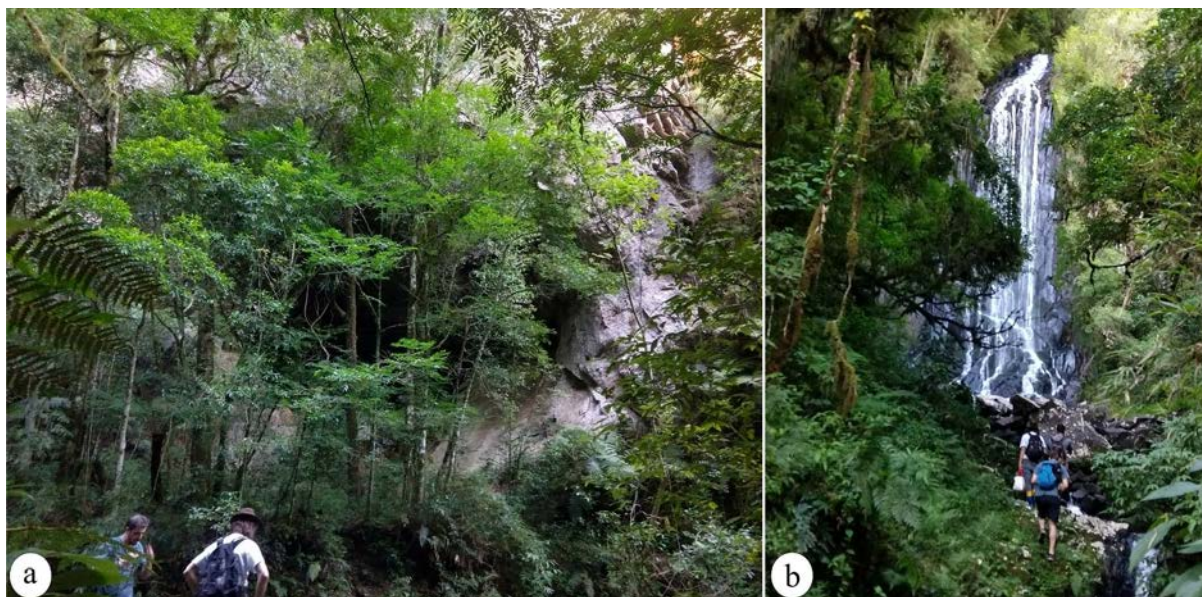


Figura 5 - Geossítio Vale do Lamberdor: a) entrada de gruta no Arenito Botucatu; b) cascata na rocha basáltica do Grupo Serra Geral, encontrada no fim do vale.

Na trilha é possível se identificar uma flora diversa, com árvores de grande porte com destaque para o xaxim, que atingem até 4 m de altura. Há relato de ocorrência de artefatos indígenas, como instrumentos de origem lítica

que se assemelham a facas de arenito. Também há relato de estrutura circular próximo ao rio Lamberdor, possivelmente de origem indígena. Essas características conferem interesse arqueológico, ecológico, histórico e cultural, de

expressão cênica e de valor estético que podem ser usados para uma abordagem científica, educativa e turística.

A quantificação do valor científico resultou em um valor de 215, obtido através da diversidade geológica, onde há cinco as mais ocorrências de aspectos geológicos com relevância científica, e também através da integridade destes elementos, que se encontram todos muito bem preservados.

O risco de degradação de 255 é considerado médio e ocorreu devido a área estar localizada a menos de 100 m de locais com atividades potencial para causar a degradação dos elementos geológicos e também pela ausência de proteção legal na localidade.

Os valores educativo, com 290, e turístico, com 230, foram obtidos pelo motivo de a área estar localizada a pelo menos 15 km de locais com alojamento para grupos de pessoas, assim como estar a 10 km de lugares associados a

valores ecológicos e culturais. As condições de observação dos elementos geológicos, assim como a possibilidade de serem ensinados para todos os níveis de ensino, a diversidade geológica e o potencial para divulgação também têm destaques na quantificação.

Geossítio Dunas Pré-Históricas

Com área de 0.78 km², o geossítio Dunas Pré-Históricas (Figura 6) abrange como principal exposição litológica as rochas da Formação Botucatu (Jurássico) que afloram de forma descontínua em um pacote de mais de 60 m espessura. O afloramento se dá por meio de diversas porções de rocha que ocorrem de forma esparsa. No geossítio observam-se estratificações cruzadas, cruzadas acanaladas e tangenciais de grande porte do arenito. O acamamento das lentes de areia ora com aportes maiores de deposição de quartzo, ora menores é evidenciado pela variação da cor e das características mineralógicas do acamamento.

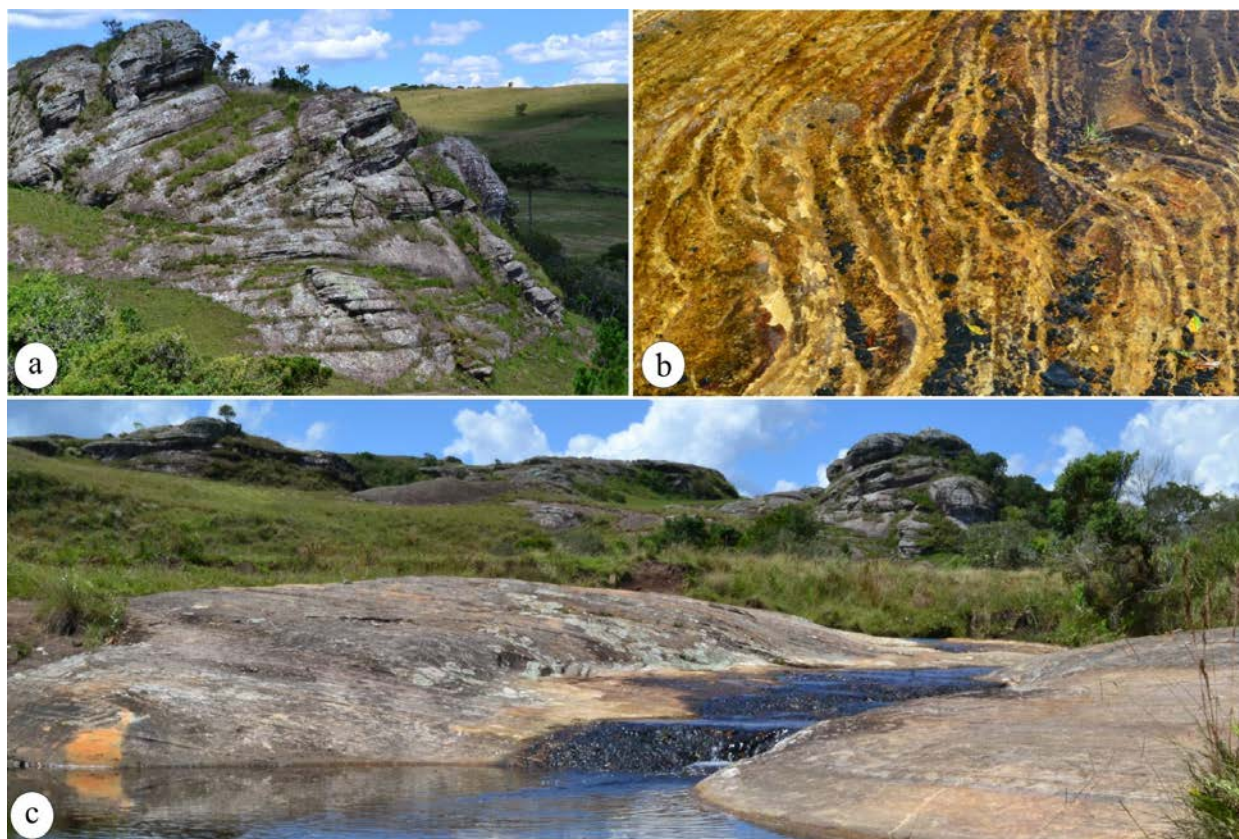


Figura 6 - Geossítio Dunas Pré-Históricas: a) estratificações cruzadas de grande porte do Arenito Botucatu; b) acamamento sedimentar polido por água proveniente do aquífero; c) paisagem na área do geossítio.

Os afloramentos do arenito Botucatu se dão em meio aos campos rupestres característicos da região e sua facilidade de acesso com as evidentes características geológicas, tais quais as estratificações e o acamamento, conferem interesse associado à expressão cênica de valor estético. Sua utilização junto aos interesses

associados é de uso científico e educativo.

O valor científico de 160 é obtido principalmente pelos elementos geológicos presentes no geossítio encontrarem-se todos muito bem preservados. Também existem 3 ou 4 tipos diferentes de aspectos geológicos de relevância científica.

O risco de degradação com valor de 305, considerado alto, se obteve a partir da constatação da possibilidade de deterioração de todos os elementos geológicos, pois a área encontra-se a menos de 100 m de locais onde são realizadas atividades com potencial para causar degradação. O geossítio também não pertence a nenhuma área com proteção legal.

Os valores potenciais de uso educativo, com valor 275, e uso turístico, com valor 220, foram obtidos pois o geossítio encontra-se a pelo menos 15 km de locais com alojamentos e restaurantes, assim como a 10 km de uma zona recreativa com atrações turísticas. O geossítio também apresenta elementos geológicos perceptíveis para todos os

tipos de público, com potencial didático em que podem ser ensinados em todos os níveis de ensino e com diversidade geológica onde ocorrem 5 ou mais tipos de elementos da geodiversidade.

Geossítio Pedra do Guardião

Com área de 0,110 km², o geossítio Pedra do Guardião (Figura 7) abrange como principal exposição litológica as rochas da Formação Botucatu (Jurássico). O Arenito Botucatu aflora de forma descontínua através de monólitos de rocha de cerca de 15 m de altura por 30 m de diâmetro, assim como em lajedos ao nível do solo. São possíveis de serem identificadas as estratificações características do arenito assim como fraturas presentes nos monólitos.

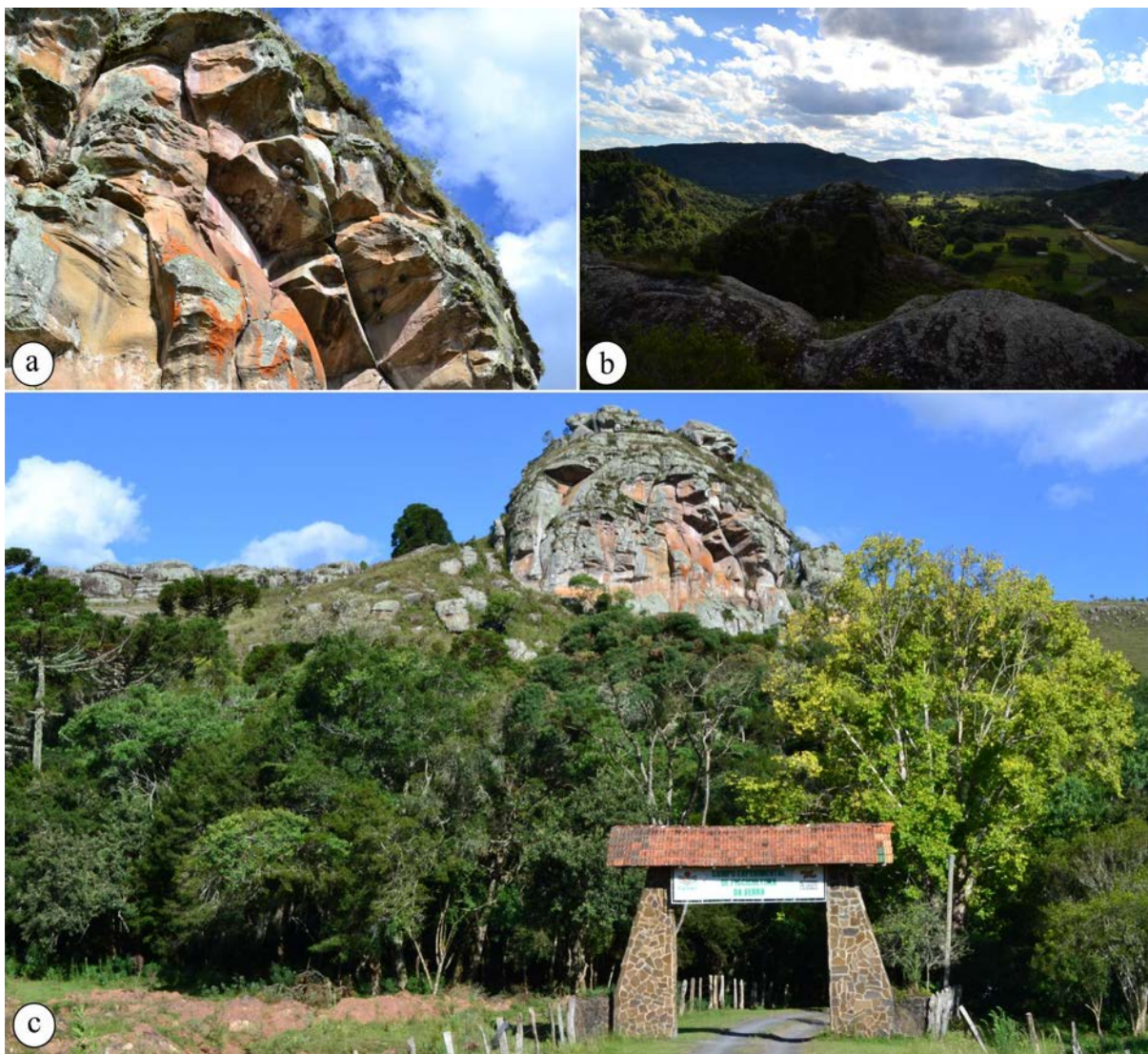


Figura 7 - Geossítio Pedra do Guardião a) estruturação do Arenito Botucatu representadas pelas juntas; b) vista panorâmica no geossítio; c) vista geral do geossítio.

O interesse pelo conteúdo geomorfológico, estratigráfico e paleoambiental concedido através dos afloramentos do geossítio associa-se ao interesse de valor estético e sua expressão cênica. Sua possível utilização, visto seu fácil acesso, tem maior importância do ponto de vista turístico.

O valor científico obtido de 160 se deu a partir da muito boa preservação dos elementos geológicos do geossítio.

O risco de degradação, com valor de 315 e considerado alto, se deu pela possibilidade de deterioração dos principais elementos geológicos,

assim como estar a menos de 100 m de área com potencial para causar degradação. A facilidade de acesso com local a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e com estacionamento e a ausência de proteção legal também contribuem para o aumento do risco.

O potencial uso educativo, com valor de 285, e turístico, com 250, foi obtido a partir da facilidade de acesso, onde o geossítio se encontra a menos de 100 m de uma estrada asfaltada, assim como estar a menos de 15 km de restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas. O potencial didático do geossítio, com a ocorrência de elementos geológicos que podem ser ensinados em todos os níveis de ensino, assim como o potencial para divulgação, onde os elementos geológicos são evidentes e perceptíveis para todos os tipos de

público, e a proximidade de a zonas recreativas, contribuíram para ampliar esse valor.

Geossítio Vale dos Pessegueiros

O geossítio Vale dos Pessegueiros (Figura 8) possui área de 0.610 km² e abrange como principal exposição litológica as rochas da Formação Botucatu (Jurássico), que afloram de forma contínua em um pacote com mais de 80 m de espessura nas escarpas de um vale bem encaixado moldado pelo mesmo rio. São possíveis de se observar também ocorrências de relevo ruiforme, que ocorre na forma de pináculos e torres com cerca de 10 m de altura. Também há registro da ocorrência de galerias subterrâneas no arenito. Estas galerias possuem dezenas de metros e se conectam em subsuperfície através de passagens.

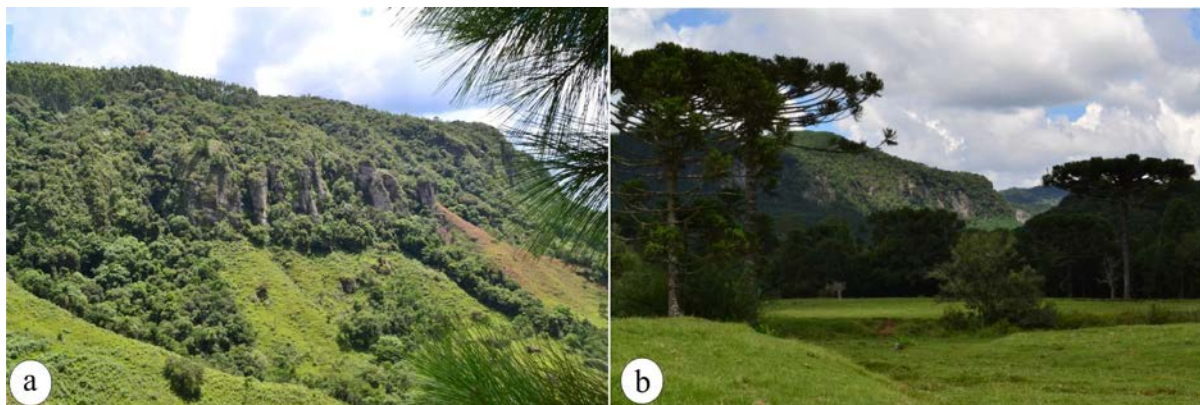


Figura 8 - Geossítio Vale dos Pessegueiros: a) escarpas de relevo em ruínas; b) vista geral do Vale dos Pessegueiros.

O interesse no geossítio está relacionado aos conteúdos geomorfológico e paleoambiental, onde associam-se ao interesse histórico e cultural e ao valor ecológico do geossítio. Sua possível utilização se dá através da forma recreativa e turística assim como científica.

O valor científico de 190 tem sua relevância a partir de o local contém 5 tipos ou mais de aspectos geológicos com interesse científico, além de não existirem limitações para as amostragens e trabalhos de campo.

O risco de degradação de 275, considerado médio, se dá pelo geossítio estar a menos de 100 m de área com atividade potencial para causar

degradação onde é ausente no local a proteção legal.

O potencial uso educativo com valor de 265 e turístico com 220 estão associados ao local não ter limite para ser usado por estudantes e turistas, assim como existirem locais como restaurantes e alojamentos para grupos de 50 pessoas ou mais a menos de 15 km do local. O geossítio também tem a menos de 10 km de local de interesse associação com outros valores ecológicos e culturais e seu potencial didático, com ocorrência de elementos geológicos que são ensinados em todos os níveis de ensino e seu potencial de divulgação contribuem para a obtenção desses valores.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos como forma de gerar subsídios para embasar a proposta do Geoparque Pedras Brancas quanto aos aspectos relacionados a geodiversidade tiveram importância nos processos de espacializar e reunir informações contidas na área de estudo.

A metodologia do aplicativo Geossit, disponi-

bilizado pela CPRM e adaptada de García-Cortés et al. (2009) e Brilha (2016), ajustado à realidade brasileira, permitiu a classificação de dois geossítios como de relevância internacional e quatro de relevância nacional. A distinção baseada em seu valor científico quantificado está relacionada com a característica de a área conter

amostras representativas da geodiversidade (Brilha, 2005). Segundo Gray (2004) e somando as investigações geológica e geomorfológica descritas por Milani et al. (2007) e Scheibe (1986) contribuem para o reconhecimento e interpretação da geodiversidade de parte do período da história da Terra.

O valor educativo quantificado evidencia as possibilidades de se realizarem atividades educativas formais, tanto no âmbito escolar quanto acadêmico, bem como atividades não formais, através de trilhas interpretativas, conforme cita Vasconcellos (1998). O registro geológico presente nos geossítios, por sua vez, pode servir como uma importante ferramenta educativa para incentivar crianças e jovens a se tornarem futuros geocientistas, bem como para fomentar o interesse de leigos quanto à história geológica do planeta (Gray, 2004).

O valor turístico, conforme García-Cortés et al. (2009), se associa com as características geológicas e geomorfológicas encontradas nos geossítios representadas por sua espetacularidade e beleza, bem como a potencialidade de serem realizadas atividades recreativas em seus perímetros. O apelo visual e estético da geodiversidade nos geossítios representado pela variedade de formas de relevo, pode promover ainda

contribuições ao turismo através de caminhadas, observação de paisagens naturais, assim como cita Brilha (2005). Este resultado soma e corrobora o potencial turístico definido por Viero e Silva (2010), com uma abordagem sobre a geodiversidade do estado de Santa Catarina.

O inventário ainda proporcionou a associação dos valores científico e educativo e didático com outros valores citados por Gray (2004) e Brilha (2005), como o cultural, através de registros arqueológicos e históricos que podem contribuir para a diversificação e a consolidação de um futuro geoparque.

Para Carcavilla et al. (2007), o risco de degradação dos geossítios está relacionado com a chance dos elementos da geodiversidade sofrerem danos ou destruição, o que poderia acarretar a perda parcial e ou total destas características. Estes riscos potenciais de degradação acontecem em função por parte de sua fragilidade intrínseca e por outra parte através das ameaças em que está submetido. Ameaças e fragilidades naturais nos geossítios podem ser, em grande parte, medidas e mitigadas, ao passo que as ameaças antrópicas precisam ser identificadas e quantificadas a fim de orientar a adoção de medidas de proteção adequadas (García-Cortés e Urquí, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A localidade das Pedras Brancas revelou ser uma área auspiciosa quanto a sua diversidade abiótica. Ela apresenta as melhores ocorrências da Formação Botucatu em seu contexto ruiforme. As relevâncias de geodiversidade obtidas através do inventário e quantificação nos geossítios, representadas como sendo duas internacionais e quatro nacionais, assim como os valores científico, educativo e turístico dimensionam a qualidade e as peculiaridades destas áreas, que possuem potencialidades que podem incrementar e diversificar o conhecimento e a forma de como a população local interage com a natureza.

Um leque de opções de utilização para os valores científico, turístico e didático associada aos geossítios é possível. O valor científico traz consigo os estudos sobre geomorfologia, através da cartografia geomorfológica de detalhe atuando na representação dos processos e fatos geomorfológicos, podendo ser uma importante ferramenta para se compreender melhor a evolução do relevo nos geossítios, em conjunto com a pesquisa estratigráfica e estrutural.

O valor educativo é devido ao grau de

conservação dos elementos da geodiversidade, pois a maioria dos geossítios da área do proposto Geoparque tem caráter essencial do ponto de vista de se tornar um lugar de aprendizagem ao céu aberto. Esta característica se relaciona com o potencial didático das estruturas observadas, visto que pode atender estudantes de ensino médio, de graduandos e pós-graduandos em Geociências e, também, curiosos e estudiosos que queiram conhecer um pouco mais da história da Terra na área.

O valor turístico compreende as diversas atividades que podem ser feitas na área dos geossítios e que explorem suas particularidades como o apelo estético, através das paisagens locais e do geoturismo. Escalada, contemplação da paisagem, *rafting*, banho de rio, caminhadas e turismo rural são algumas das potencialidades relacionadas.

O risco de degradação dos elementos da geodiversidade nos geossítios merece atenção, principalmente no Geossítio de Relevância Internacional Garganta do Diabo, de Relevância Internacional, pois apesar da pressão antrópica

junto à área do geossítio hoje ser baixa, um projeto de instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica ameaça todos os seus elementos da geodiversidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Análise Ambiental pela estrutura disponibilizada para realização dos trabalhos e reuniões. Ao Projeto Rede Guarani Serra Geral pelo veículo disponibilizado para as saídas de campo. A toda estrutura da Universidade Federal de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

- BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005. 183 p.
- BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, London, v. 8, n. 2, p. 116-134, jan. 2016.
- CARCAVILLA, L.; DELVENE, G.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; GARCÍA-CORTÉS, A.; LOZANO, G.; RÁBANO, I.; SÁNCHEZ, A.; VEGAS, J. **Patrimonio geológico y geodiversidad**: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2007. 360 p.
- CPRM. **Mapa geodiversidade do Brasil, escala 1:2.500.000**, 2006.
- CPRM. **Mapa Geológico 1:500.000 do Estado de Santa Catarina**, 2014.
- GARCÍA-CORTÉS, Á.; URQUÍ, L. CARCAVILLA, L. **Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)**. Madrid: Instituto Geológico e Minero de España, 2009. 64 p.
- GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. London: John Wiley & Sons, Ltd, 2004. 450 p.
- GORDON JR., M. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. In: **Notas Preliminares e Estudos**. Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1947. v. 38p. 1-20.
- IBGE (ed.). **Folha SG.22 Curitiba, parte da folha SG.21 Asunción e folha SG.23 Iguape**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ibge, 2018. 954 p.
- MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- MILANI, E.J.; RANGEL, H.D.; BUENO, G.V.; STICA, J.; WINTER, W.; CAIXETA, J.M.; PESSOA NETO, O.C. Bacias Sedimentares Brasileiras: cartas estratigráficas. **Boletim de Geociências**, Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 183-205, abr. 2007.
- NASCIMENTO, M.A.L.; RUCHKYS, U.A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. Natal: Soc. Bras. Geologia, 2008. 81 p.
- NASCIMENTO, M.A.L.; MANSUR, K.L.; MOREIRA, J.C. Bases conceituais para entender Geodiversidade, patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo. **Revista Ecuador**, Teresina, v. 04, n. 03, p. 48-68, fev. 2015. Edição Especial 02.
- RAPANOS, E.A. **Subsídios à criação do Geoparque Pedras Brancas, Planalto Catarinense, Sul do Brasil**. 2019. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/209844>. Acesso em: 23 set. 2019.
- RAPANOS, E.A. Revisão da Cartografia Geológica e Estratigrafia do Domo de Lages em Santa Catarina. In: Congr.Bras.Geol. 49., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBG, 2018. p. 545-546.
- SCHEIBE, L.F. **Geologia e Petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC**. 1986. 253 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congr. Bras. Geol., 27., 1974, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBG, 1974. p. 41-66.
- SILVA, F.G.; SCHERER, C.M.S. Fácies, Associação de Fácies e Modelo Depositional dos Arenitos Eólicos da Formação Botucatu (Cretáceo Inferior) na Região Sul de Santa Catarina. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 27, n. 2, p. 15-32, set. 2000.
- VIERO, A.C.; SILVA, D.R.A. (org.). **Geodiversidade do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: Cprm, 2016. 155 p. 30 cm + 1 DVD-ROM.
- WARREN, L.V.; ALMEIDA, R.P.; HACHIRO, J.; MACHADO, R.; ROLDAN, L.F.; STEINER, S.S.; CHAMANI, M.A.C. Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 1-15, jun. 2008.

Submetido em 2 de maio de 2021

Aceito para publicação em 28 de agosto de 2021