



**Método de Seleção e Propostas de Uso dos
Sítios da Geodiversidade: Exemplo do Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil**
Selection Method and Proposals to the Use of
Geodiversity Sites: the Case of the North Coast of São Paulo State, Brazil.

Karlla Emmanuelle Cunha Arruda; Maria da Glória Motta Garcia;
Eliane Aparecida Del Lama, Vanessa Costa Mucivuna & Fernanda Coyado Reverte

*Universidade de São Paulo, Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo,
Instituto de Geociências. Rua do Lago, 562, Butantã, 05508-080 – São Paulo – SP, Brasil.*
E-mail: karllaarruda@usp.br; mgmgarcia@usp.br; edellama@usp.br; vanessa.mucivuna@usp.br; fernanda.reverte@usp.br
Recebido em: 08/09/2017 Aprovado em: 06/10/2017
DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_24_47

Resumo

A geodiversidade há tempos sofre as consequências antrópicas da falta de informação acerca da sua importância, sendo colocada em segundo plano nas políticas de conservação da natureza e valorizada apenas pela extração de seus recursos. No início do século XIX, a criação de alguns parques nacionais no mundo, tendo como atração principal a geodiversidade, mostrou que essa situação pode mudar se investirmos no potencial de uso de alguns locais da geodiversidade. Deste modo, surgem os “sítios da geodiversidade”, locais que apresentam potencial para uso educativo e turístico com oferta de informação geológica. Este trabalho objetiva apresentar o método utilizado para a seleção dos sítios da geodiversidade do litoral norte do estado de São Paulo e discutir os resultados de sua quantificação para tecer propostas de uso para estes locais. A seleção dos sítios baseou-se em três etapas: i) pré-seleção: pesquisas e levantamentos bibliográficos; ii) seleção parcial: eliminação dos sítios sem potencial educativo ou turístico; e iii) seleção final: com base nos trabalhos de campo. O resultado do inventário abrange a descrição e avaliação quantitativa de 25 sítios da geodiversidade, que foram quantificados por meio da plataforma *GEOSSIT* do Serviço Geológico do Brasil. Com base nos valores numéricos do uso potencial educativo, turístico e do risco de degradação, foram propostas medidas estruturais e atividades recreativas para estes sítios. Este trabalho permitiu avaliar a potencialidade de uso da geodiversidade como subsídio ao turismo e educação em geociências, para gerar desenvolvimento para as comunidades e um ambiente sustentável como um todo.

Palavras-chave: Estratégias de geoconservação; divulgação científica; geodiversidade; quantificação

Abstract

Geodiversity has for a long time suffered anthropic consequences due to the lack of information about its importance. On several occasions, geodiversity is marginalized in nature conservation policies and its worth is attributed solely to the resources that it can provide. At the beginning of the nineteenth century, some national parks which had geodiversity as their main attraction were created in the world, showing that the scenario can be changed if we invest in the potential use of some geodiversity sites. In this context, geodiversity sites – places where geologic information is provided and where geodiversity shows potential for educational or tourist purposes – emerge. This paper aims to show the method used for selecting geodiversity sites on the north coast of the São Paulo State and to discuss the results of their quantification in order to propose uses for these sites. The selection of the sites followed three steps: i) pre-selection: research and bibliographical review; ii) partial selection: removal of the sites without educational or tourist potentials; and iii) final selection: based on fieldwork. The inventory result includes the description and quantitative assessment of twenty-five geodiversity sites which were quantified through *GEOSSIT*, a platform of the Geological Service of Brazil. Based on numerical values of educational and tourist potential use and risk of degradation, structural measures and recreation activities for these sites are proposed. This paper allowed for the measurement of geodiversity potential as a subsidy for tourism and geosciences education to foster development for communities and maintain a sustainable environment.

Keywords: Geoconservation strategies; scientific dissemination; geodiversity; quantification

1 Introdução

O meio abiótico, embora seja a base estrutural do planeta, sempre foi colocado em segundo plano nas políticas públicas voltadas à interpretação ambiental, visto que o foco destas ações sempre priorizou o contexto da biodiversidade. No entanto, a geodiversidade e seus produtos favoreceram o desenvolvimento dos seres vivos, fornecendo materiais essenciais para a sustentação da vida e evolução das espécies, podendo-se inferir, portanto, que a biodiversidade está diretamente condicionada à geodiversidade. Se ambas estão interligadas e possuem o mesmo valor na natureza, por que a geodiversidade e os eventos geológicos que a produzem são pouco conhecidos e divulgados?

Isso acontece pela maior facilidade de interpretação apresentada nos elementos da biodiversidade, não só por sua grande variedade de formas e cores, mas por sua divulgação científica ser mais valorizada no meio acadêmico. A geodiversidade é sim atraente para o público geral, como exemplos temos o *Grand Canyon*, nos Estados Unidos, as Cataratas do Iguaçu, no Brasil, e os vulcões do Havaí, locais com alta taxa de visitação por conta do turismo de cunho geológico. Entretanto, mesmo com todo esse poder atrativo, por que a geodiversidade ainda não dispõe de grandes políticas de divulgação científica?

A causa principal deste problema está na ausência de investimentos na área de divulgação geocientífica dentro da academia, onde pesquisas geológicas com teor estritamente técnico recebem mais financiamento e atenção dos geólogos. Nas últimas décadas, isso tem mudado, a começar pela criação do termo “geodiversidade”, citado pela primeira vez em 1991 no I Simpósio Internacional para a Proteção do Patrimônio Geológico, em Digne-Les-Bains na França, onde foi elaborada a “Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra”. Contudo, foi na Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, ocorrida em 1993, no Reino Unido, que o termo passou a ser conhecido (Gray, 2004).

Desde então, o conceito de geodiversidade foi redefinido por diversos autores (Dixon, 1996; Nieto, 2001; Stanley, 2001; Kozłowski, 2004; Gray, 2004; Brilha, 2005; Serrano & Ruiz-Flano, 2007; Burek & Prosser, 2008; Gray, 2013) até o presente. Neste

trabalho foi utilizada a definição de Gray (2013), que define a geodiversidade como “a variedade natural (diversidade) de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (relevo, topografia, processos físicos), hidrológicos e solos, incluindo as associações, estruturas, sistemas e contribuições à paisagem”.

Dentro da geodiversidade existem locais que se destacam por apresentarem características geológicas de extrema importância e que merecem ser conservados. Estes locais, ao longo das últimas décadas, receberam diversas denominações, tais como “ponto de interesse geológico”, definido por Duque *et al.* (1978) como “áreas que mostram uma ou várias características de importância dentro da história geológica de uma região natural”. O termo “lugar de interesse geológico”, definido em Arana *et al.* (1992), acrescentou que tais lugares também tratam de recursos renováveis de índole cultural que constituem o patrimônio geológico dos habitantes atuais e das gerações futuras. Em contrapartida a este último conceito surge o termo “domínios de interesse geológico” (Lago *et al.*, 2001) abrangendo o lugar de interesse geológico para zonas mais amplas e multidisciplinares.

O termo “geossítio” surgiu da palavra em inglês “*geosite*” e foi definido em 1991 como “manifestações geológicas ou geomorfológicas, terrenos ou paisagens que possuem uma informação indispensável para o entendimento da história geológica de um país, região ou continente, ou processos de caráter global” (Wimbledon *et al.*, 1999). Em Brilha (2005) este termo foi definido como locais que apresentam um ou mais elementos da geodiversidade resultantes de processos naturais ou por meio de intervenção humana, sendo uma área bem delimitada geograficamente com algum valor representativo, no âmbito científico, pedagógico, cultural ou turístico, podendo apresentar um ou mais elementos de interesse, tais como estrutural, paleontológico, mineralógico, geomorfológico e estratigráfico. Segundo o autor, o conjunto de geossítios constitui o patrimônio geológico de uma dada região.

Em Brilha (2016) o termo geossítio foi redefinido, passando a ser exclusivo para locais da geodiversidade que possuam valor científico relevante e estejam *in situ*. Os locais que apresentem

importância científica, mas que se encontrem *ex situ* são denominados “elementos do patrimônio geológico”. Por sua vez, os locais da geodiversidade que não possuam valor científico relevante, mas que sejam importantes no contexto didático, turístico e/ou cultural, são denominados “sítios da geodiversidade”, quando *in situ* e “elementos da geodiversidade”, quando *ex situ*. Esta proposta de classificação da diversidade natural torna possível diferenciar claramente sítios que têm alto interesse científico, mas limitado valor turístico e/ou educativo, daqueles que não possuem alta relevância científica mas que podem ser essenciais na gestão e uso da geodiversidade. Embora a geoesfera seja composta por elementos abióticos, tem uma intensa relação com o meio biótico e as atividades antrópicas. Portanto, os sítios da geodiversidade, mesmo não possuindo um valor científico tão relevante, podem conter um valor turístico, educativo e/ou cultural muito alto, merecendo destaque e políticas voltadas à geoconservação.

A partir do conceito de “sítio da geodiversidade” assume-se a noção de que a geoconservação é uma ciência social e interdisciplinar, fazendo com que o cientista tenha contato com outros fatores antropológicos, como a cultura local e não só o conhecimento geológico para obter dados e classificar corretamente tais locais de relevância para a geodiversidade. A inserção desta nova classificação serve como subsídio para a implantação de políticas de gestão e de utilização correta da geodiversidade, em uma classificação que define os geossítios como locais de extrema importância científica e que merecem destaque na comunidade acadêmica, mas que não necessariamente sejam locais disponíveis para visitação e atraentes para o público geral.

A função “uso” tem importância fundamental na avaliação dos sítios da geodiversidade, para que o público geral possa usufruir daquele local, seja como um afloramento com ótima qualidade de observação e potencial didático para estudantes, seja como uma paisagem de beleza cênica e potencial interpretativo para o público leigo, ou ainda um afloramento de rocha aparentemente comum, mas que tenha grande importância cultural e/ou religiosa para a comunidade. Em qualquer um dos casos, o caráter geológico chama a atenção de turistas e estudantes, e fornece informações sobre a geodiversidade local. Para este levantamento, o cientista deve ultrapassar a fronteira do conhecimento geocientífico e buscar

informações em outras áreas do conhecimento nas ciências sociais.

Mucivuna (2016) e Santos (2016) realizaram o inventário dos sítios da geodiversidade nas regiões de Bertioga-SP e no Agreste de Pernambuco, respectivamente. No primeiro foram inventariados 4 sítios da geodiversidade, com propostas para desenvolvimento de atividades turísticas e educativas. Em Santos (2016) foram inventariados 9 sítios da geodiversidade e sugeridos roteiros geoturísticos para divulgação destes locais. Em ambos os casos considerou-se como parte do inventário dos sítios da geodiversidade a proposta de uso dos mesmos.

O litoral norte de São Paulo tem sido alvo de diversos estudos acerca do patrimônio geológico desde 2012, apresentando um total de 35 geossítios inventariados em Prochoroff (2014), Reverte (2014), Santos (2014), Arruda *et al.* (2015) e Reverte & Garcia (2016), Arruda *et al.* (2017a) e Arruda *et al.* (2017b) representando a relevância da geodiversidade existente na região diretamente relacionada com a amalgamação e fragmentação do Supercontinente Gondwana ocidental. Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo apresentar o método de seleção para o inventário dos sítios da geodiversidade no litoral norte do estado de São Paulo (ao qual não inclui os geossítios já inventariados), a quantificação destes sítios e, a partir dos dados obtidos, tecer propostas para o uso turístico e educativo.

2 Área, Materiais e Métodos

2.1 Localização da Área e Contexto Geológico

O litoral norte do estado de São Paulo abrange os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, ocupando uma área de aproximadamente 2.000 km² de extensão (Figura 1).

A geologia do litoral norte de São Paulo está diretamente associada à evolução do Supercontinente Gondwana, aglutinado durante o Ciclo Brasileiro, no Neoproterozoico-Cambriano, e fragmentado durante o Jurássico-Cretáceo. Desse modo, registros dos diferentes eventos tectônicos ocorridos na região encontram-se nas rochas, descritas em Perrotta *et al.* (2005), (Figura 2).

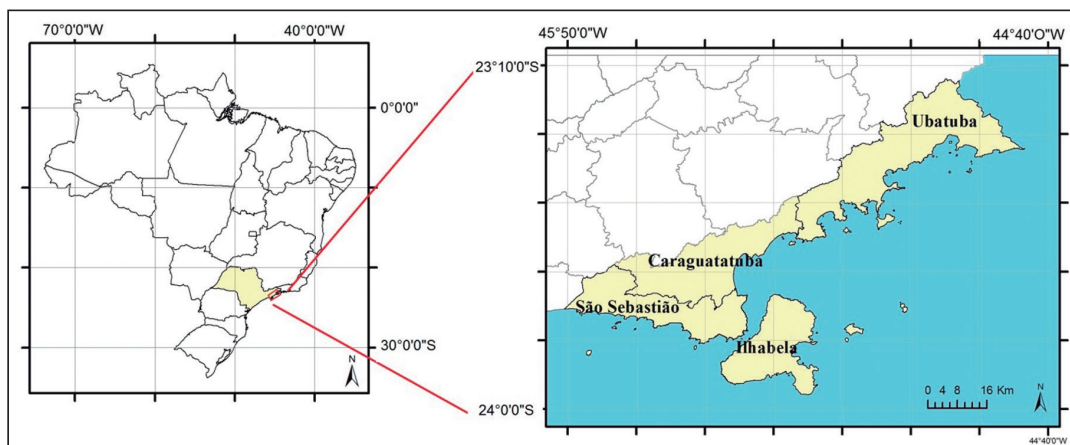


Figura 1
Localização do
litoral norte do
estado de
São Paulo.

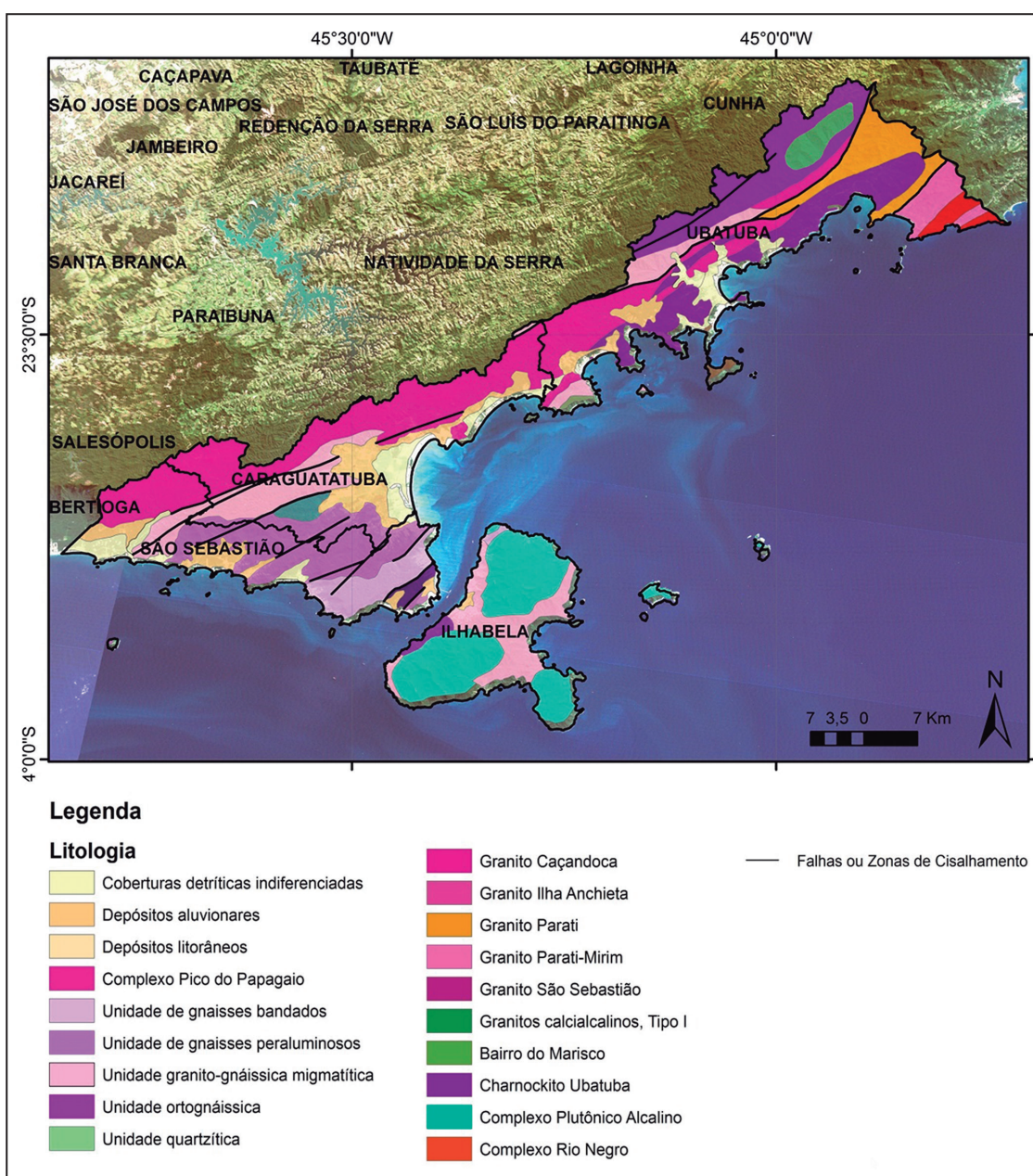


Figura 2 Mapa
Geológico da
área de estudo.
Modificado de
Perrotta *et al.*
(2005).

A região está inserida na Faixa Ribeira, um dos orógenos que compõem a Província Mantiqueira. O orógeno Ribeira (Heilbron & Machado, 2003) corresponde a um cinturão de cisalhamento transcorrente que margeia a costa Atlântica Brasileira por cerca de 1.400 km, cuja origem está associada à colisão entre os crátons São Francisco e Congo Ocidental, ocorrida entre 650-510 Ma (Heilbron *et al.*, 2008; Tupinambá *et al.*, 2012), durante o Ciclo Tectônico Brasileiro Pan-Africano. Subdivide-se em várias unidades geológicas e na área de estudo engloba o Domínio Costeiro (Heilbron *et al.*, 2008).

O processo de rifteamento que formou o Atlântico Sul é responsável pelo enxame de diques da Serra do Mar, caracterizado por dois eventos magmáticos distintos: o magmatismo toleítico do Cretáceo Inferior e o magmatismo alcalino ocorrido do Cretáceo Superior ao Paleógeno (Garda, 1995). Tais diques podem ser visualizados ao longo de todo o litoral.

A área de estudo é caracterizada por zonas de cisalhamento transcorrentes associadas aos riftes do Cinturão Ribeira (Zalán & Oliveira, 2005). A Zona de Cisalhamento Camburu está associada ao rifte litorâneo e constitui uma faixa de rochas miloníticas, ultramiloníticas, blaslomiloníticas e protomiloníticas, predominantemente quartzo-feldspáticas, além de cataclitos (Maffra, 2000; Mora *et al.*, 2013). O ramo que desvia para leste, acompanhado pelo curso do Rio Camburu e adentrando a Planície Costeira de Caraguatatuba, foi interpretado como sendo a falha principal por Melo & Pires Neto (1977).

A geomorfologia na região é composta por duas unidades distintas: a Serra do Mar e a Planície Costeira. A Serra do Mar corresponde a um conjunto de escarpas que se estende cerca de 1.000 km entre a costa do Rio de Janeiro até Santa Catarina (Almeida & Carneiro, 1998). Constituída por rochas ígneas e metamórficas, apresenta altas declividades e altitudes variadas, atingindo 1.670 m na região de Ubatuba. Sua gênese, posterior ao processo de separação do Supercontinente Gondwana, é atribuída a eventos tectônicos ocorridos no Cenozoico, com movimentações verticais (Almeida, 1976; Asmus & Ferrari, 1978), responsáveis pela formação de blocos falhados e desnivelados, onde os processos erosivos passaram a atuar de forma intensa a partir do Cretáceo inferior.

A Planície Costeira, por sua vez, representa uma unidade geomorfológica caracterizada por apresentar relevo plano gerado por processos litorâneos desenvolvendo-se, sobretudo, em função da evolução das vertentes das escarpas serranas, das variações do nível do mar e deposição sedimentar. O município de Caraguatatuba possui a maior Planície Costeira da região, formando uma baía com cerca de 10 km de extensão.

2.2 Aspectos Socioeconômicos

A história econômica da região está diretamente ligada aos fatores geográficos e recursos geológicos, como a instalação dos portos em Ubatuba e posteriormente em São Sebastião, a exploração mineral, especialmente do charnockito (Granito Verde Ubatuba), e o turismo direcionado às zonas de praia a partir da década de 1950. Atualmente, atividades ligadas ao turismo e lazer movimentam a economia da região, cujos índices de visitação se elevam de modo exorbitante durante feriados e temporada de verão. Os valores referentes à população na região variam entre 100.000 habitantes fixos e 230.000 flutuantes (Seade, 2011), corroborando a importância do turismo na região (Tabela 1).

	Ubatuba	Caraguatatuba	São Sebastião	Ilhabela
Área (km ²)	724	485	399	347
Número de Praias	102	17	28	47
População fixa	84.872	110.384	82.079	31.508
População Flutuante	117.000	100.000	100.000	100.000
PIB per capita (R\$)	20.024,62	26.896,77	66.186,40	222.540,06
Analfabetismo (%)	5,82	4,72	5,85	5,31
IDH	0,751	0,759	0,772	0,756

Tabela 1 Dados socioeconômicos dos municípios do litoral norte de São Paulo (Seade, 2011).

O crescimento populacional somado à ocupação desordenada, iniciados por volta dos anos 1950, ocasionaram graves problemas ambientais na região. Questões relativas ao esgotamento sanitário, descarte irregular de resíduos sólidos e ocupação de encostas, por exemplo, são recorrentes e as medidas voltadas à mitigação destes problemas são

conduzidas de forma ineficaz pelo poder público (Teixeira *et al.*, 2011).

Além do atrativo turístico concebido pelas praias, a região abrange o Parque Estadual da Serra do Mar, o Parque Estadual de Ilhabela e o Parque Estadual da Ilha Anchieta, Unidades de Conservação (UCs) criadas para proteger a biodiversidade da Mata Atlântica. Estes parques dispõem de atividades ligadas ao ecoturismo, como visita à cachoeiras, trilhas de aventura, trilha fluvial no Rio Fazenda – que mostra o ecossistema manguezal, trilha sensorial, trilhas de ciclismo, e passeios com observação de pássaros. Estas atividades oferecidas pelas UC's são de extrema importância na valorização da natureza, levando turistas e escolas ao contato direto com o meio natural.

2.3 Materiais e Métodos

2.3.1 Seleção de Potenciais Sítios da Geodiversidade

O método de seleção dos sítios da geodiversidade foi feito com base em três etapas e está sintetizado adiante (Tabelas 2, 3, 4 e 5):

1) Pré-seleção: Conforme descrito em Brilha (2016) esta etapa incluiu todos os pontos encontrados a partir de pesquisas e levantamentos em sites de turismo, materiais divulgativos, livros, trabalhos acadêmicos e entrevistas com pesquisadores, e que apresentaram potencial para serem enquadrados como sítios da geodiversidade. Ao total foram pré-selecionados 55 potenciais sítios da geodiversidade na região;

2) Seleção parcial: Nesta etapa foram eliminados os sítios da pré-seleção que não se enquadravam na definição de sítio da geodiversidade, por não apresentarem acessibilidade, segurança ou potencial educativo ou turístico suficientes. Esta seleção foi realizada com base em informações obtidas por pesquisadores que trabalham na região; e

3) Seleção Final: Os sítios selecionados na etapa anterior foram investigados por meio de trabalhos de campo a fim de conferir sua potencialidade. Os pontos que não apresentaram no campo acessibilidade, segurança ou potencial educativo e/ou turístico adequados foram eliminados. A lista final resultou em 25 sítios da geodiversidade distribuídos nos quatro municípios do litoral norte.

Coordenadas (UTM)	Pré-Seleção	Seleção Parcial	Seleção Final
503549/7414985	Charnockito da Cachoeira do Prumirim	Charnockito da Cachoeira do Prumirim	Charnockito da Cachoeira do Prumirim
483339/7397607	Entrada da Trilha das 7 praias	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
515197/7416565	Praia da Fazenda	Praia da Fazenda	Praia da Fazenda
492627/7401816	Praia das Toninhas	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
494644/7404690	Praia do Tenório	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
512611/7416317	Praia das Conchas - Trilha da Brava da Almada	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
485408/7401087	Praia Domingas Dias	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
495808/7409778	Praia de Fora (costão sul)	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
492263/7396234	Mirante do Engenho	Mirante do Engenho	Mirante do Engenho
523503/7417109	Cachoeira da Escada	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
487552/7413914	Cachoeira do Pé da Serra	Cachoeira do Pé da Serra	Dificuldade de acesso
514716/7409685	Ilha das Couves	Ilha das Couves	Baixo interesse geocientífico
505496/7414025	Ilha do Prumirim	Ilha do Prumirim	Baixo interesse geocientífico
495564/7409580	Praia da Almada	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
475133/7399074	Cachoeira da Renata	Cachoeira da Renata	Baixo interesse geocientífico
507473/7417537	Esporão da Puruba	Esporão da Puruba	Esporão da Puruba
473995/7391181	Praia da Lagoa	Praia da Lagoa	Praia da Lagoa
472885/7391365	Praia Ponta Aguda	Dificuldade de acesso	-
512340/7416288	Praia das Conchas	Praia das Conchas	Praia das Conchas

Tabela 2 Processo seletivo dos sítios da geodiversidade no município de Ubatuba.

**Em cinza escuro o principal motivo que levou à eliminação do sítio.*

Coordenadas (UTM)	Pré-Seleção	Seleção Parcial	Seleção Final
456457/7378095	Foz do rio Juqueriquerê	Foz do rio Juqueriquerê	Foz do rio Juqueriquerê
462063/7390289	Pedreira Massaguaçu	Pedreira Massaguaçu	Pedreira Massaguaçu
463557/7387551	Lagoa Azul	Lagoa Azul	Lagoa Azul
457954/7387545	Gnaiss da Paróquia Santo Antônio	Gnaiss da Paróquia Santo Antônio	Gnaiss da Paróquia Santo Antônio
456129/7391066	Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	Veios dobrados da Trilha do Jequitibá
468571/7392686	Granitos da Praia da Mococa	Granitos da Praia da Mococa	Granitos da Praia da Mococa

Tabela 3 Processo seletivo dos sítios da geodiversidade no município de Caraguatatuba.

Coordenadas (UTM)	Pré-Seleção	Seleção Parcial	Seleção Final
459197/7363413	Praia do Oscar	Praia do Oscar	Praia do Oscar
463030/7363953	Cachoeira da Água Branca	Cachoeira da Água Branca	<i>Baixo interesse geocientífico</i>
467655/7376027	Praia da Pacuíba	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
463591/7363166	Trilha da Água Branca	Trilha da Água Branca	Trilha da Água Branca
464329/7373175	Diques da Siriúba	Diques da Siriúba	Diques da Siriúba
465235/7364948	Cachoeira da Toca	Cachoeira da Toca	Cachoeira da Toca
463233/7364176	Gruta da Cachoeira da Água Branca	Gruta da Cachoeira da Água Branca	<i>Baixo interesse geocientífico</i>
458415/7352775	Lago Dourado	Lago Dourado	Lago Dourado
461433/7353646	Cachoeira do Areado	Dificuldade de acesso	-
467016/7362012	Ponto do Chuveirinho	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
463518/7354138	Mirante do Bonete	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
464840/7354858	Praia do Bonete	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
456059/7358413	Cachoeira do Veloso	Cachoeira do Veloso	<i>Baixo interesse geocientífico</i>
466718/7372359	Cachoeira da Friagem / Couro de Boi	Cachoeira da Friagem / Couro de Boi	<i>Dificuldade de acesso</i>
458348/7353222	Cachoeira da Laje	Cachoeira da Laje	Cachoeira da Laje
458691/7361862	Cachoeira dos Três tombos	<i>Dificuldade de acesso</i>	-
460970/7360494	Pico de São Sebastião	Pico de São Sebastião	Pico de São Sebastião
470686/7362033	Praia dos Castelhanos	Praia dos Castelhanos	Praia dos Castelhanos

Tabela 4 Processo seletivo dos sítios da geodiversidade no município de Ilhabela.

*Em cinza escuro o principal motivo que levou à eliminação do sítio.

Coordenadas (UTM)	Pré-Seleção	Seleção Parcial	Seleção Final
437176/7374563	Dique da Cachoeira do Cambury	Dique da Cachoeira do Cambury	Dique da Cachoeira do Cambury
437734/7368013	Praia Brava	Praia Brava	Praia Brava
450228/7370399	Praia da Baleia	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
453987/7365134	Toca do Buraco do bicho	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
446890/7364340	Tômbolo das Calhetas	Tômbolo das Calhetas	Tômbolo das Calhetas
422916/7371574	Mirante Barra do Una	Mirante Barra do Una	Mirante Barra do Una
438199/7371938	Cachoeira Ribeirão do Itu	Cachoeira Ribeirão do Itu	<i>Baixo interesse geocientífico</i>
450048/7365514	Trilha do Guaecá	Trilha do Guaecá	<i>Dificuldade de acesso</i>
454507/7364791	Costão norte da Praia do Guaecá	Costão norte da Praia do Guaecá	<i>Dificuldade de acesso</i>
444942/7366566	Praia do Santiago	<i>Baixo interesse geocientífico</i>	-
452278/7365705	Mirante do Paúba	Mirante do Paúba	<i>Baixo interesse geocientífico</i>
455052/7364850	Intrusões Máficas de Barequeçaba	Intrusões Máficas de Barequeçaba	Intrusões Máficas de Barequeçaba

Tabela 5 Processo seletivo dos sítios da geodiversidade no município de São Sebastião.

*Em cinza escuro o principal motivo que levou à eliminação do sítio.

Os principais requisitos para a eliminação dos sítios pré-selecionados foram a dificuldade de acesso e o baixo interesse geocientífico. Sete sítios foram eliminados devido à dificuldade de acesso, o que inclui aspectos como costões muito íngremes, trilhas muito fechadas ou sítios localizados dentro de área particular, além de baixa segurança e limitações de uso. Os demais (23 sítios) foram eliminados em virtude do baixo interesse geocientífico, que inclui baixo potencial didático e/ou interpretativo e elementos geológicos recorrentes na área de estudo.

2.3.2 Avaliação Quantitativa

Os 25 sítios da geodiversidade selecionados foram avaliados quantitativamente por meio da plataforma *GEOSSIT* (ROCHA *et al.*, 2016), desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil. A plataforma foi inicialmente desenvolvida com base nos métodos de Brilha (2005) e Garcia-Cortés & Urqui (2009) e recentemente reestruturada com adaptações ao método de Brilha (2016). Cabe destacar que, de acordo com o *GEOSSIT*, um local é classificado como geossítio se o seu valor científico for igual ou maior a 200, enquanto valores menores que 200 o classificam como sítio da geodiversidade. A plataforma permite a avaliação quantitativa do valor científico (geossítios), potencial de uso educativo e de uso turístico (sítios da geodiversidade) e risco de degradação. Os potenciais de uso educativo e turístico podem ser quantificados em ambos os casos: geossítios e sítios da geodiversidade.

Os potenciais de uso educativo e turístico são avaliados através de 15 parâmetros, aos quais podem ser atribuídos valores de 0 a 4. Para o risco de degradação são avaliados 5 parâmetros, que podem ser valorados de 0 a 4. Cada critério de avaliação possui um peso (%) e no final é feita a soma ponderada dos valores de acordo com o peso de cada critério.

Após a seleção e quantificação, os sítios foram classificados de acordo com o potencial de uso educativo e/ou turístico com valores altos e muito altos. Visto que todos os sítios da geodiversidade obrigatoriamente devem ter um alto potencial turístico e educativo, os valores obtidos foram classificados em altos, para valores de até 300 e muito altos, para valores acima de 300.

3 Resultados

A partir do inventário dos sítios com potencial para o uso turístico e educativo, chegou-se ao total de 25 sítios da geodiversidade distribuídos ao longo do litoral norte do estado de São Paulo (Figura 3).

3.1 Descrição dos Sítios da Geodiversidade

3.1.1 Município de São Sebastião

No município de São Sebastião estão presentes as unidades geológicas do Complexo Gnáissico Migmatítico, o Granito Guaecá, o Granito Pico do Papagaio e *Augen* Gnaisses Juquehy (Perrotta *et al.*, 2005). A região apresenta ainda, protomilonitos a ultramilonitos (Maffra, 2000) associados à Zona de Cisalhamento Camburu, que atravessa o município.

Neste município foram inventariados cinco sítios da geodiversidade (Tabela 6), onde dois deles contam a história geológica do momento da fragmentação do Supercontinente Gondwana Ocidental, quais sejam: Diques da Cachoeira do Cambury e Intrusões Máficas de Barequeçaba. Os demais sítios: Mirante da Barra do Una, Praia Brava e Tômbolo das Calhetas contextualizam a Era Cenozoica, com feições geomorfológicas erosionais e deposicionais como principais elementos geológicos do sítio (Figura 4).

3.1.2 Município de Ilhabela

Ilhabela constitui-se em uma ilha separada do continente durante o Cretáceo Inferior, apresentando embasamento cristalino neoproterozoico. Afloram granito-gnaisses grossos, biotita gnaisses, gnaisses bandados, rochas calciossilicáticas, granitos porfíricos foliados, gnaisses migmatíticos milonitizados e álcali sienitos (Barreto, 2012). A geologia da ilha resulta do magmatismo alcalino ocorrido no Cretáceo Superior, decorrente da reativação de zonas de falhas durante a abertura do Atlântico Sul, formando três grandes *stocks* de rochas sieníticas que caracterizam o relevo acidentado local, denominados picos da Serraria (ao norte), Mirante (a sudeste) e São Sebastião (a sudoeste).

No município de Ilhabela foram selecionados 8 sítios da geodiversidade (Tabela 7), sendo um deles constituído por 5 pontos – a Trilha da Água Branca, que consiste em uma trilha que passa por cinco

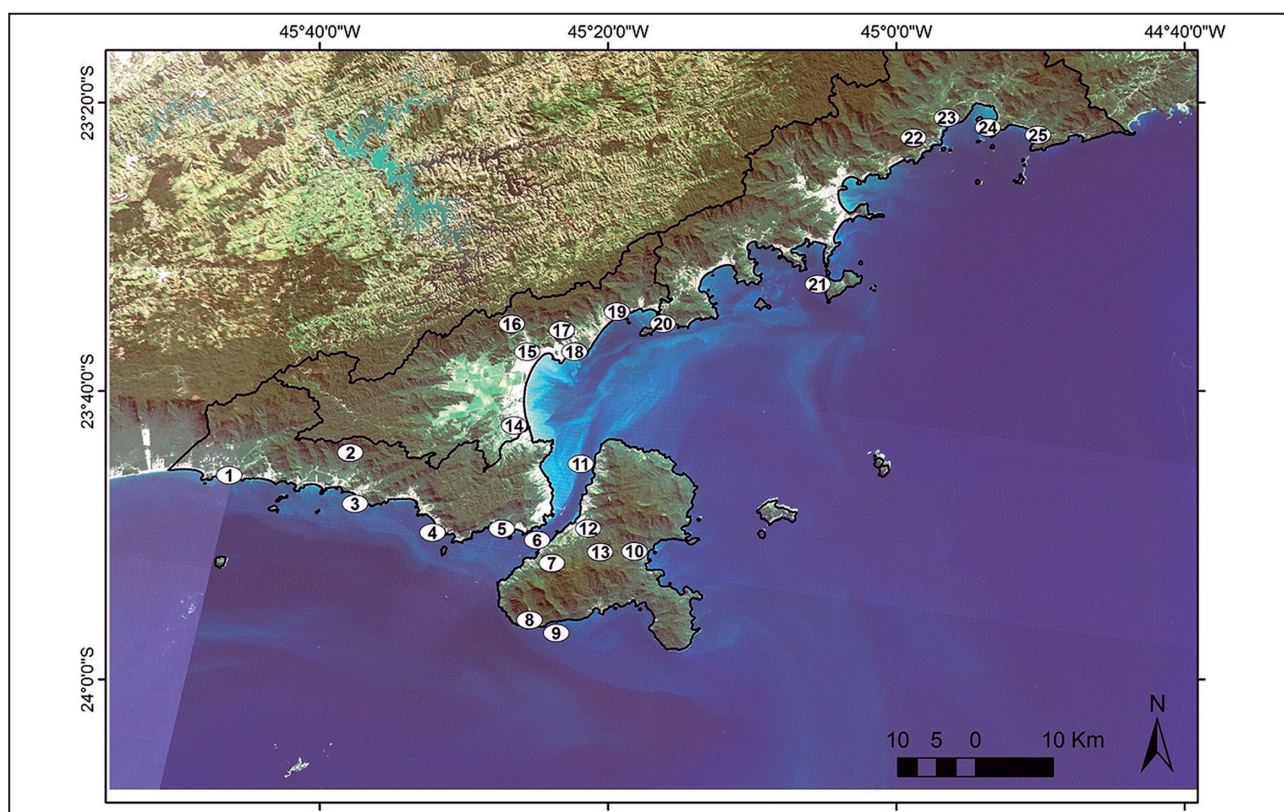


Figura 3 Mapa de localização dos sítios da geodiversidade no litoral norte de São Paulo. 1 – Mirante Barra do Una; 2 – Dique da Cachoeira do Cambury; 3 – Praia Brava; 4 – Tômbolo das Calhetas; 5 – Intrusões Máficas de Barequeçaba; 6 – Praia do Oscar; 7 – Pico de São Sebastião; 8 – Cachoeira da Laje; 9 – Lago Dourado; 10 – Praia dos Castelhanos; 11 – Diques da Siriúba; 12 – Cachoeira da Toca; 13 – Trilha da Água Branca; 14 – Foz do Rio Juqueriquerê; 15 – Gnaiss da Paróquia Santo Antônio; 16 – Veios Dobrados da Trilha Jequitibá; 17 – Pedreira Massaguaçu; 18 – Lagoa Azul; 19 – Granitos da Mococa; 20 – Praia da Lagoa; 21 – Mirante do Engenho; 22 – Charnockito da Cachoeira do Prumirim; 23 – Esporão da Puruba; 24 – Praia das Conchas; 25 – Praia da Fazenda.

Sítio da Geodiversidade	Acesso	Unidade litoestratigráfica (Perrotta et al., 2005)	Descrição Geológica	Feições da Geodiversidade com Potencial Para Uso Educacional e/ou Turístico
Dique da Cachoeira do Cambury	2ª cachoeira da Trilha do Sertão do Cambury (Figura 4A). Acesso à trilha pelo lado morro, próximo à praia de Cambury.	Complexo Costeiro, unidade de gnaisses peraluminosos.	Dique básico com orientação NE e cerca de 10m de espessura encaixado em paragneisses. A queda da cachoeira ocorre diretamente sobre o dique. Blocos transportados de tamanhos variados dispostos na área.	<ul style="list-style-type: none"> - Fragmentação do Gondwana; - Transporte e deposição de sedimentos; - Intemperismo no dique.
Praia Brava	Através de trilha dentro do Parque Estadual da Serra do Mar (Núcleo São Sebastião): Seguir pela Rodovia SP-55 até o Km 162,5, sentido centro de São Sebastião, onde há uma bifurcação com uma placa indicativa da mesma.	Complexo Costeiro, unidade de gnaisses peraluminosos.	Ponto de deságue do Rio Boicucanga; Presença de blocos de diversos tamanhos trazidos pelo rio (Figura 4B); Camadas estratificadas na areia à margem do rio; Marcas de ondas são observadas tanto na areia (com depósito de minerais), como dentro do rio (fluxo de água); Costões formados por biotita gnaiss bandado com enclaves félsicos mais recentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Dinâmica costeira; - Transporte e deposição de blocos pelo rio e de minerais pesados; - Deformação da rocha em ambos costões, com presença de biotita e enclaves recentes, que estabelecem correlação temporal.
Tômbolo das Calhetas	O acesso próximo ao Km 144 é feito por um condomínio, onde não é permitida a entrada de veículos. A partir da portaria, são dez minutos de caminhada até a praia.	Complexo Costeiro, unidade de gnaisses peraluminosos.	Ilhote unido por um tômbolo (Figura 4C); A rocha corresponde a um granada-biotita gnaiss com intrusões pegmatíticas; Costões com presença de dobras intrafoliais e boudins.	<ul style="list-style-type: none"> - Presença do tômbolo; - Dinâmica costeira (Figura 4D); - Deformação da rocha, com exemplos das dobras intrafoliais; Amalgamação (boudins).
Mirante da Barra do Una	Em frente à sede do Parque Estadual da Serra do Mar Núcleo São Sebastião. Acesso pela praia de Juquehy, sentido Barra do Una.	Depósitos litorâneos indiferenciados.	Ponto de observação da Praia da Barra do Una (Figura 4E); Praia possui uma barra que separa o mar do Rio Una.	<ul style="list-style-type: none"> - Presença da barra costeira; - Deságue do Rio Una; - Encontro do Rio Una com o mar.
Intrusões Máficas de Barequeçaba	Costão sul da praia de Barequeçaba, com fácil acesso através da rodovia Rio-Santos.	Granito São Sebastião.	Granito foliado com a presença de granada; Presença de minerais máficos (biotita), que dão orientação à rocha (devido à estrutura placóide); Presença de dique concordante à foliação da rocha; Presença de extenso sill observado do início do costão (Figura 4F).	<ul style="list-style-type: none"> - Intrusões máficas decorrentes da fragmentação do Gondwana.

Tabela 6 Descrição dos sítios da geodiversidade inventariados no município de São Sebastião.



Figura 4 Sítios da geodiversidade no município de São Sebastião. A) Dique da Cachoeira do Cambury; B) Praia Brava, mostrando os blocos transportados ao longo do rio; C) Tômbolo das Calhetas, imagem de satélite demonstrando o tômbolo de areia interligando o ilhote ao continente. Fonte: *Google Earth*; D) Tômbolo das Calhetas, vista obtida a partir do mirante localizado no topo do ilhote; E) Mirante da Barra do Una, a partir do mirante pode-se observar a barra arenosa que divide o rio Una do Oceano e a Serra do Mar ao fundo (Foto: Ricardo Romero); F) Intrusões Máficas de Barequeçaba, na porção inferior do afloramento é possível observar a presença de um sill.

poços com queda d'água apresentando estruturas e feições geológicas que vão desde intrusões de diques à intemperismo e transporte de blocos.

Os sítios Praia do Oscar, Diques da Siriúba e Cachoeira da Toca estão diretamente relacionados ao evento de fragmentação do supercontinente Gondwana. Enquanto os sítios Lago Dourado, Pico de São Sebastião e Praia dos Castelhanos abordam

eventos geológicos mais recentes, ocorridos na Era Cenozoica.

3.1.3 Município de Caraguatatuba

Em Caraguatatuba, grande parte do município está geologicamente inserido na unidade granito gnáissica migmatítica, conhecida como Complexo Pico do Papagaio, que aflora principalmente

Sítio da Geodiversidade	Acesso	Unidade Litoestratigráfica (Perrotta et al. 2005)	Descrição Geológica	Feições da Geodiversidade com Potencial Para Uso Educacional e/ou Turístico
Praia do Oscar	Av. Brasil, bairro do Portinho. Possui placas indicativas.	Unidade ortognáissica.	Costão de gnaíse granítico posicionado paralelamente à linha de praia, com presença de injeções félsicas dobradas e fraturas por vezes preenchidas por diques de diabásio (Figura 5A).	- Intrusões de diques de diabásio; - Injeções félsicas no gnaíse deformado.
Trilha da Água Branca	Acesso pela guarita do Parque Estadual de Ilhabela, na Estrada de Castelhanos.	Complexos plutônicos alcalinos: São Sebastião.	O poço da Pedra é formado por granito porfírico deformado; no Poço da Escada há dois blocos separados por fraturas que foram preenchidas por diques (Figura 5B); o Poço da Ducha possui a queda controlada por fratura e grande quantidade de blocos; no Poço do Jequitibá o Rio da Água Branca segue a direção das fraturas da rocha; e no Poço do Jabuti há presença de grande quantidade de matações no leito do rio.	- Fraturas e formação de blocos; - Intrusões de diques; - Intemperismo das rochas e formação de solos.
Diques da Siriúba	Av. Leonardo Reale, 3026 - Siriúba.	Unidade granito gnaíssica migmatítica.	Costão composto por rocha gnaíssica (Figura 5C) e diques de diabásio e lamprófiro. Os diques apresentam esfoliação esferoidal.	- Intrusão de diques; - Relações entre cortantes das famílias de juntas; - Erosão esferoidal.
Cachoeira da Toca	Estrada da Toca, 1000.	Complexos plutônicos alcalinos: São Sebastião.	Granito porfírico milonítico com fenocristais de feldspato potássico e presença de dique de lamprófiro (Figura 5D).	- Deformação dos minerais; - Intrusão de diques de lamprófiro.
Lago Dourado	Acesso pela Trilha do Bonete, 3 km da Ponta de Sepituba.	Complexos plutônicos alcalinos: São Sebastião.	Lago com alta presença de vermiculita em suspensão (Figura 5E), decorrente da biotita alterada proveniente do nefelina sienito do maciço de São Sebastião.	- Sedimentos de vermiculita de coloração amarelada que em suspensão na água dá ao lago um aspecto dourado.
Cachoeira da Laje	Acesso pela Trilha do Bonete, 3 km da Ponta de Sepituba.	Complexos plutônicos alcalinos: São Sebastião.	Laje de sienito com presença de blocos fraturados e intemperizados (Figura 5F). Localmente há enclaves máficos.	- Presença de uma cascata natural no afloramento seguindo os planos de fratura da rocha.
Pico de São Sebastião	Trilha do Pico de São Sebastião, acesso pela Av. Riachuelo.	Complexos plutônicos alcalinos: São Sebastião.	Pico constituído de rocha sienítica.	- Ponto mais alto de Ilhabela (Figura 5G), onde é possível observar feições geomorfológicas da Serra do Mar e do Canal de São Sebastião.
Praia dos Castelhanos	Acesso pela Estrada de Castelhanos (22 km de estrada de terra batida).	Unidade granito gnaíssica migmatítica.	Praia com presença de um esporão cuspidado (em formato triangular) (Figura 5H); Costão sul constituído por granito porfírico foliado com a presença de blocos com veios félsicos, alguns com esfoliação esferoidal. Costão norte constituído por blocos de granito porfírico com intercalações de rocha máfica porfírica.	- Esporão cuspidado (formato triangular) na areia da Praia dos Castelhanos decorrente da barreira imposta por um ilhote; - Granitos porfíricos dos costões norte e sul da praia.

Tabela 7 Descrição dos sítios da geodiversidade inventariados no município de Ilhabela.

como hornblenda-biotita granito porfírico, na cor cinza-rosada, podendo apresentar deformações quando associado a zonas de cisalhamento. As praias do município correspondem a depósitos quaternários divididos em detríticos ou litorâneos, com predomínio de areia, silte e argila (Perrotta *et al.*, 2005).

Neste município foram selecionados 6 sítios da geodiversidade (Tabela 8), onde um deles consiste em uma mineração ativa, a “Pedreira Massaguaçu”, que exibe processos geológicos de ambientes rúptil e dúctil. O sítio “Veios Dobrados da Trilha do Jequitibá” consiste em um afloramento localizado em uma trilha apresentando feições características do evento de amalgamação dos continentes.

O sítio “Granitos da Mococa” apresenta diques e veios com megacristais de quartzo referentes

ao período de fragmentação do supercontinente Gondwana, assim como o sítio “Gnaíse da Paróquia Santo Antônio”, apresentando intrusões de rocha gnaíssica de granulação mais fina, este sítio está inserido na área interna da Paróquia e constitui um patrimônio construído inventariado em ARRUDA *et al.* (2017b). Já os sítios Foz do Rio Juqueriquerê e Lagoa Azul apresentam feições geomorfológicas recentes associadas à deposição de sedimentos na foz de seus respectivos rios.

3.1.4 Município de Ubatuba

Em Ubatuba o litotipo predominante é o charnockito, que aflora somente neste segmento do litoral norte de São Paulo, além de outras

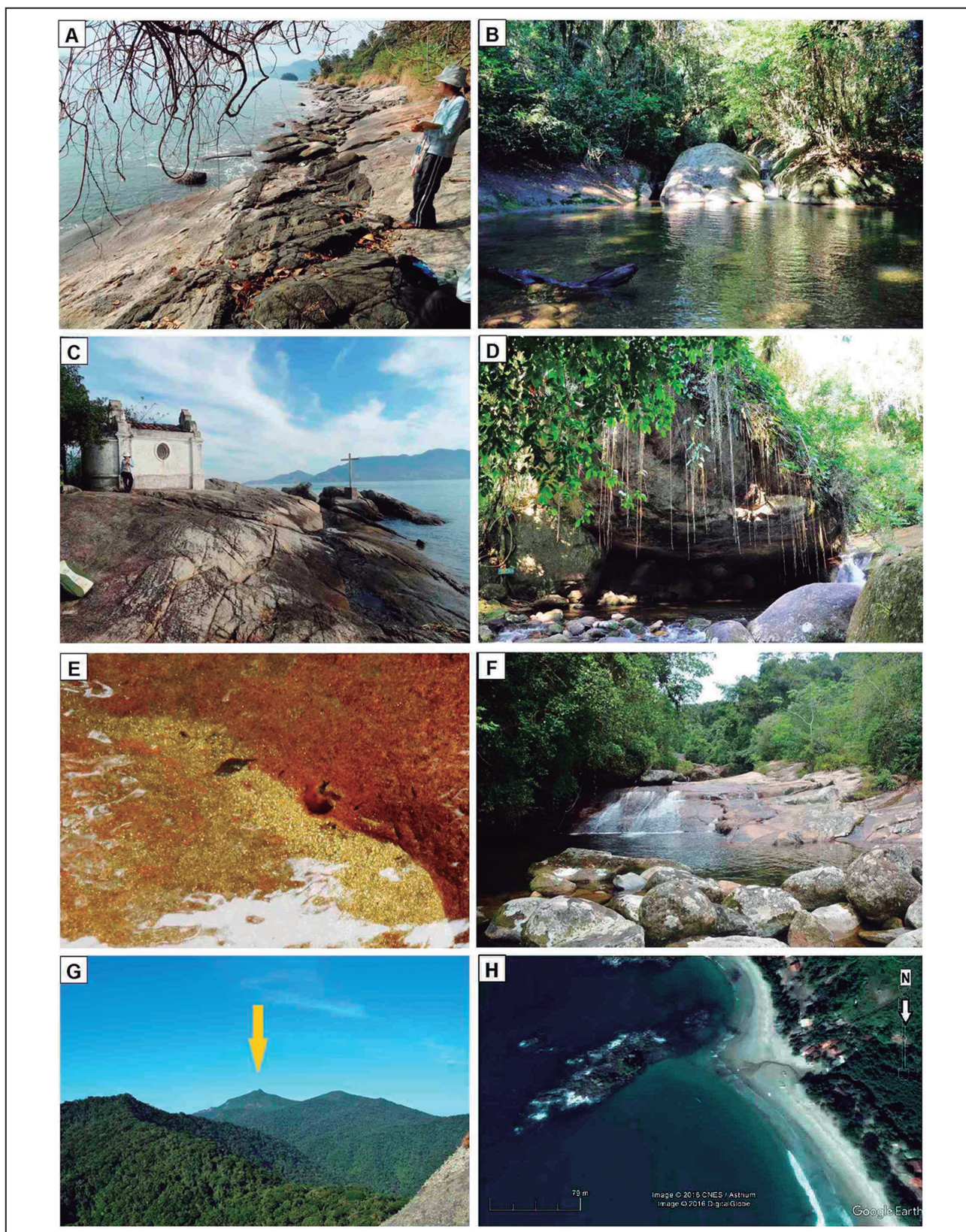


Figura 5 Sítios da geodiversidade no município de Ilhabela. A) Praia do Oscar, dique máfico exposto em um dos costões da praia; B) Trilha da Água Branca, Poço da Escada; C) Diques da Siriúba; D) Cachoeira da Toca; E) Lago Dourado, com destaque para a concentração de vermiculita no fundo do lago, fornecendo ao lago um aspecto dourado; F) Cachoeira da Laje; G) Pico de São Sebastião (em destaque abaixo da seta amarela), visto a partir do Pico do Baepi; H) Praia dos Castelhanos, Fonte: Google Earth.

Sítio da Geodiversidade	Acesso	Unidade Litoestratigráfica (Perrotta et al. 2005)	Descrição Geológica	Feições da Geodiversidade com Potencial Para Uso Educacional e/ou Turístico
Foz do Rio Juqueriquerê	BR-101 no Bairro Porto Novo, Av. Geraldo Nogueira da Silva (sentido sul).	Depósitos litorâneos.	Foz em delta do Rio Jetubá com presença de deposição de sedimentos fluviais (Figura 6A).	- Tipos de foz; - Transporte e deposição de sedimentos fluviais.
Pedreira Massaguaçu	BR-101 no Bairro de Jardim Olaria.	Complexo granítico Pico do Papagaio.	Mineração ativa (Figura 6B); Rochas gnáissicas com bandamentos bem marcados; Presença de diques máficos; Paredão rochoso contendo indicadores cinemáticos de movimento sinistral.	- Processo de mineração; - Comportamento mecânico das rochas em ambiente rúptil: dique e falha.
Lagoa Azul	Limite sul da Praia do Capricórnio, Bairro do Capricórnio, pela Rodovia Rio-Santos.	Complexo granítico Pico do Papagaio/ Depósitos litorâneos.	Foz do rio Capricórnio com presença de uma barra fluvial paralela à linha de costa (Figura 6C); Granulometria diferenciada do resto da Praia (mais grossa); Praia inclinada com presença de bermas de até 1 m de altura.	- Tipos de foz; - Transporte e deposição dos sedimentos; - Granulometria e composição da areia.
Gnaise da Paróquia Santo Antônio	Afloramento dentro da Paróquia Santo Antônio, na Praça Cândido Mota, nº 35, Centro.	Complexo granítico Pico do Papagaio.	Afloramento de gnaise granítico milonítico com granulção grossa (Figura 8D), bastante estirado, com cerca de 3 m de diâmetro, preservado durante a ampliação da área da igreja. No afloramento é possível observar também a ocorrência de bandas de gnaise de granulção mais fina (Figura 6E), com presença de enclaves.	- Afloramento de gnaise granítico com bandamentos de granulção mais fina.
Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	Sede do PESM II Núcleo Caraguatatuba, Rodovia dos Tamoios, seguindo pela Trilha Jequitibá.	Complexo granítico Pico do Papagaio.	Presença de rio com queda d'água suave; Afloramento de gnaise com bandamentos e veios dobrados (Figura 6F); Presença de veios pegmatíticos cortando o afloramento de forma discordante; Grande quantidade de muscovita.	- Dobramentos; - Alta presença de muscovita; - Veios pegmatíticos.
Granitos da Praia da Mococa	Rod. Dr. Manoel Hipólito do Rêgo, Praia da Mococa, seguir pela praia sentido sul.	Depósitos litorâneos.	Afloramento de granito gnássico com porções de granulção grossa e mais fina; Intrusões de diques máficos e veios com megacristais de quartzo.	- Afloramento de granito gnássico adentrando ao mar (Figura 6G); - Diques máficos; - Veios com megacristais de quartzo.

Tabela 8 Descrição dos sítios da geodiversidade inventariados no município de Caraguatatuba.

rochas como granitos gnáissicos, leucogranitos e migmatitos (Perrotta *et al.*, 2005). O charnockito, conhecido comercialmente como Granito Verde Ubatuba, é descrito por Neumann (1993) como uma rocha equigranular a porfirítica, de granulometria com matriz média a grossa, geralmente pouco foliada, apresentando coloração típica em tons de verde escuro.

No município foram selecionados 6 sítios da geodiversidade (Tabela 9), aos quais 5 demonstram processos geológicos e geomorfológicos recentes, sendo o sítio “Charnockito da Cachoeira do Prumirim” relacionado com eventos geológicos mais antigos da fase de amalgamação do Supercontinente Gondwana.

3.2 Avaliação Quantitativa

Através da avaliação quantitativa dos sítios, foram obtidos os valores do potencial de uso

educativo e turístico, situando-se entre 205 a 325 e 210 a 315, respectivamente (Tabela 10). Alguns parâmetros da avaliação apresentaram valores iguais para todos os sítios da geodiversidade, como é o caso do “Logística” (C5), “Associação com outros valores” (C7), “Nível econômico” (C14) e “Proximidade a zonas recreativas” (C15).

Os valores obtidos na quantificação do risco de degradação (Tabela 11) variaram de 30 a 360. Tais valores são classificados em: Baixo (≤ 200); Médio (201 – 300); e Alto (301 – 400) (Brilha, 2016), e são avaliadas tanto em relação às ameaças antrópicas quanto às naturais, ou seja, a vulnerabilidade e a suscetibilidade do sítio, respectivamente.

4 Discussão

4.1 Discussão dos Resultados

A partir dos dados adquiridos com o inventário e a análise quantitativa foi possível estabele-



Figura 6 Sítios da geodiversidade no município de Caraguatatuba. A) Foz do Rio Juqueriquerê, Fonte: Google Earth; B) Pedreira Massaguaçu; C) Lagoa Azul; D) Gnaiss da Paróquia Santo Antônio; E) Detalhe do Gnaiss da Paróquia de Santo Antônio, com intrusões de granulação mais fina; F) Veios Dobrados da Trilha Jequitibá; G) Granitos da Mococa.

cer valores numéricos aos sítios da geodiversidade e classificá-los de acordo com o potencial de uso educativo e/ou turístico com valores altos (≤ 300) e muito altos (> 301). Neste caso, os sítios da geodiversidade que obtiveram valores muito altos foram: Tômbolo das Calhetas, com valores muito altos em potencial educativo e turístico; Lagoa Azul, com valor muito alto em potencial educativo; e Charnockito da Cachoeira do Prumirim, com valor muito alto em potencial turístico. Os valores adquiridos com a

quantificação do potencial para o uso educacional e para o uso turístico não apresentaram grande diferença entre eles em cada sítio pontuado, obtendo cada sítio valores muito próximos entre os dois tipos de uso, como pode ser observado na Figura 8.

A partir da análise quantitativa pode-se observar que alguns parâmetros utilizados para valorar os sítios apresentaram o mesmo valor para todos os sítios avaliados na região, como em:

Sítio da Geodiversidade	Acesso	Unidade Litoestratigráfica (Perrotta et al. 2005)	Descrição Geológica	Feições da Geodiversidade com Potencial Para Uso Educacional e/ou Turístico
Charnockito da Cachoeira do Prumirim	Km 24 da BR-101, à direita no sentido norte.	Charnockito Ubatuba.	Afloramento de charnockito de coloração rosada alterada pelo intemperismo (Figura 7A), presença de poços, queda d'água sobre fratura na rocha.	<ul style="list-style-type: none"> - Queda d'água; - Intemperismo no charnockito; - Fraturas na rocha.
Praia da Fazenda	Km 11 da BR-101, à direita no sentido norte.	Granitos calcálicos Tipo I: Parati.	Depósito litorâneo; Costões graníticos; Foz no encontro de dois rios com o mar.	<ul style="list-style-type: none"> - Encontro dos rios Fazenda e Picinguaba; - Foz do rio; - Sedimentação fluvial e assoreamento do rio Fazenda; - Esporão composto de areia. - Blocos formados por fraturas tectônicas; - Presença de diques; - Marcas onduladas na areia (Figura 7B); - Deposição de minerais pesados.
Mirante do Engenho	Ilha Anchieta, localizado na Trilha do Engenho.	Granitos foliados calcálicos Tipo I: Ilha Anchieta.	Ponto de observação localizado à margem do costão da Praia do Engenho.	Mirante com vista para praias da ilha Anchieta e Serra do Mar (Figura 7C).
Esporão do Puruba	BR-101, sentido norte virar à direita após a ponte do rio Puruba.	Charnockito Ubatuba.	Depósito litorâneo; Foz do rio Puruba (Figura 7D); Deposição de minerais pesados; Formação da barra no rio.	<ul style="list-style-type: none"> - Esporão complexo com aproximadamente 1 km de extensão (Figura 7E); - Deposição de minerais pesados intercalados.
Praia da Lagoa	BR-101, sentido norte, após à polícia rodoviária entrar à direita na rua Oito.	Unidade Granito Gnáissica Migmatítica.	Depósito litorâneo; Lagoa disposta paralela e lateral à linha de costa (Figura 7F); Presença de xenólitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Disposição geográfica da lagoa. - Presença das "Ruínas da Lagoa".
Praia das Conchas	Na BR-101 pegar a primeira entrada para Tabatinga, seguir em estrada de terra por 1,5 km, depois uma pequena trilha passando por propriedade particular.	Granitos calcálicos Tipo I: Parati.	Afloramento de charnockito de coloração rosada pelo intemperismo.	<ul style="list-style-type: none"> - Afloramento de charnockito de coloração rosada e disposição de blocos (Figura 9G); - Vista para a Ilha; - Presença de conchas.

Tabela 9 Descrição dos sítios da geodiversidade inventariados no município de Ubatuba.

“Logística” (C5), “Associação com outros valores” (C7) e “Proximidade a zonas recreativas” (C15) pontuados com o valor máximo (4 pontos) para todos os sítios. Isso ocorre devido ao fato da área de estudo estar localizada em uma região litorânea muito turística, apresentando grande diversidade cultural com a presença de comunidades tradicionais (Figura 9A e B) e restaurantes especializados na gastronomia local (Figura 9C). O Parque Estadual da Serra do Mar, Parque Estadual da Ilha Anchieta e o Parque Estadual da Ilhabela, com suas atrações turísticas que incluem trilhas e cachoeiras (Figura 9D), e a paisagem natural constituída por praias e serras, compõem uma beleza cênica atraente para turistas de todo o mundo (Figura 9E), o que demanda grande disponibilidade de serviços como hotéis, hostels e pousadas, agências de turismo e restaurantes diversos. Além disso, a região dispõe de alguns museus (Figura 9F) e centros de interpretação

ambiental, como o Aquário de Ubatuba e o Projeto Tamar, abertos à visitação.

No parâmetro “Vulnerabilidade” (C1) os sítios obtiveram pontuações altas (entre 3 e 4 pontos) por apresentarem pouca ou nenhuma possibilidade de deterioração dos elementos geológicos por atividades antrópicas. Considerando que o risco de deterioração superficial, como pixações, pinturas e riscos, é geral para todos os sítios, foi considerada a possibilidade de deterioração mais intensa, que resulte por destruir uma parte ou até mesmo todo o sítio através de intervenções antrópicas decorrente, principalmente, de construções civis devido à alta especulação imobiliária na região.

O parâmetro “Nível econômico” (C14) foi valorado com 1 ponto para todos os sítios da região. Isso ocorre porque os municípios onde estão



Figura 7 Sítios da Geodiversidade localizados no município de Ubatuba. A) Charnockito da Cachoeira do Prumirim; B) marcas onduladas na areia da Praia da Fazenda; C) vista a partir do Mirante do Engenho; D) Esporão do Puruba; E) imagem de satélite do esporão do puruba, mostrando a extensão do esporão e suas 3 barras para dentro do continente (Fonte: Google Earth); F) imagem de satélite da Praia da Lagoa, onde pode ser vista a localização da lagoa próxima a praia (Fonte: Google Earth); G) Praia das Conchas.

Sítios da Geodiversidade	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	Pe	Pt
Dique da Cachoeira do Cambury	4	0	2	1	4	2	4	2	2	4	1	2	2	1	4	210	225
Praia Brava	3	0	2	2	4	2	4	1	1	4	2	3	3	1	4	230	210
Tômbolo das Calhetas	4	3	4	4	4	2	4	2	1	4	3	3	4	1	4	325	305
Mirante da Barra do Una	3	4	4	2	4	2	4	2	1	4	3	2	4	1	4	295	285
Intrusões Máficas de Barequeçaba	3	3	4	2	4	2	4	1	2	4	1	3	2	1	4	255	250
Praia do Oscar	4	3	4	2	4	1	4	2	2	4	1	3	2	1	4	265	270
Trilha da Água Branca	4	1	2	2	4	1	4	2	2	4	1	3	2	1	4	235	240
Diques da Siriúba	4	3	4	2	4	1	4	2	1	4	1	2	2	1	4	250	260
Cachoeira da Toca	4	0	2	2	4	1	4	2	1	4	1	3	2	1	4	220	220
Lago Dourado	4	0	2	1	4	1	4	2	2	4	2	2	4	1	4	225	240
Cachoeira da Laje	4	0	2	1	4	1	4	2	2	4	1	2	2	1	4	205	220
Pico de São Sebastião	4	0	1	2	4	1	4	2	4	4	3	2	2	1	4	260	245
Praia dos Castelhanos	4	0	4	2	4	1	4	2	1	4	3	2	4	1	4	260	250
Foz do rio Juqueriquerê	4	4	4	2	4	2	4	1	1	4	3	2	4	1	4	300	280
Pedreira Massaguaçu	4	4	2	2	4	2	4	0	1	3	1	2	1	1	4	235	220
Lagoa Azul	4	4	4	2	4	2	4	2	1	4	3	2	4	1	4	305	295
Gnaiss da Paróquia Santo Antônio	1	4	3	4	4	2	4	2	2	4	1	2	2	1	4	255	270
Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	4	4	2	3	4	2	4	2	2	4	1	2	2	1	4	270	285
Granitos da Praia da Mococa	4	4	4	2	4	2	4	1	2	4	1	2	2	1	4	265	270
Charnockito da Cachoeira do Prumirim	4	4	4	3	4	2	4	2	4	4	1	2	2	1	4	290	315
Praia da Fazenda	3	2	4	2	4	2	4	2	2	4	1	3	2	1	4	250	255
Mirante do Engenho	4	0	2	3	4	2	4	2	2	4	2	2	4	1	4	250	265
Esporão do Puruba	3	2	4	2	4	2	4	2	1	4	2	3	4	1	4	265	265
Praia da Lagoa	4	1	4	2	4	2	4	2	2	4	3	2	4	1	4	280	275
Praia das Conchas	4	0	2	2	4	2	4	1	2	4	1	2	3	1	4	215	230

Tabela 10 Quantificação do potencial de uso educacional (Pe) e turístico (Pt) dos Sítios da Geodiversidade do litoral norte de São Paulo, através da plataforma GEOSSIT.

Sítios da Geodiversidade	B1	B2	B3	B4	B5	Valor do Risco de Degradação
Dique da Cachoeira do Cambury	0	0	1	0	2	40
Praia Brava	2	0	2	0	2	130
Tômbolo das Calhetas	1	4	1	3	2	200
Mirante da Barra do Una	1	4	4	4	2	275
Intrusões Máficas de Barequeçaba	3	3	2	3	2	270
Praia do Oscar	1	4	4	3	1	250
Trilha da Água Branca	0	0	1	1	1	45
Diques da Siriúba	1	4	2	3	1	210
Cachoeira da Toca	0	0	2	0	1	50
Lago Dourado	1	0	2	0	1	85
Cachoeira da Laje	0	0	2	0	1	50
Pico de São Sebastião	0	0	1	0	1	30
Praia dos Castelhanos	0	0	2	2	1	80
Foz do rio Juqueriquerê	0	1	2	2	2	110
Pedreira Massaguaçu	0	0	0	4	2	80
Lagoa Azul	1	2	2	2	2	165
Gnaiss da Paróquia Santo Antônio	1	4	2	4	2	235
Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	0	0	1	1	2	55
Granitos da Praia da Mococa	1	3	2	3	2	200
Charnockito da Cachoeira do Prumirim	0	4	2	4	2	200
Praia da Fazenda	1	0	2	2	2	125
Mirante do Engenho	0	0	1	0	2	40
Esporão do Puruba	2	0	2	2	2	160
Praia da Lagoa	0	1	2	1	2	95
Praia das Conchas	0	1	2	1	2	95

Tabela 11 Quantificação do Risco de Degradação dos Sítios da Geodiversidade do Litoral Norte de São Paulo, através da Plataforma GEOSSIT.

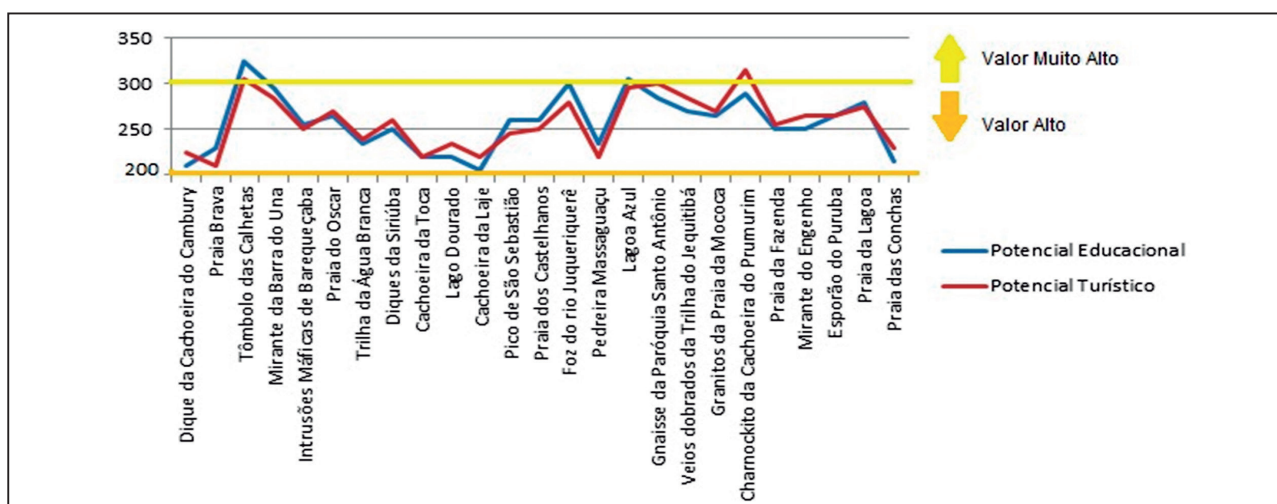


Figura 8 Gráfico de classificação dos valores da quantificação do potencial educacional e turístico dos sítios da geodiversidade.



Figura 9 A) Casa de Farinha localizada em uma comunidade quilombola em Picinguaba, Ubatuba; B) Aldeia Indígena Boa Vista, localizada no bairro do Prumirim em Ubatuba; C) Prato típico da gastronomia caiçara, chamado “Peixe Azul-Marinho”; D) Cachoeira da Trilha do Riberão do Itu, Parque Estadual da Serra do Mar em São Sebastião; E) Praia da Fazenda, Ubatuba; F) Museu de Arte e Cultura de Caraguatatuba.

localizados estes sítios possuem o IDH inferior ao que se verifica no estado de São Paulo, embora sejam valores muito próximos. A baixa pontuação neste parâmetro causa diminuição no valor final do potencial para uso turístico.

Os sítios que obtiveram baixos valores em risco de degradação apresentam maior estabilidade dos elementos geológicos, podendo receber visitação sem grandes impactos ambientais. Os sítios que obtiveram valor médio são: Mirante da Barra do Una; Intrusões Máficas de Barequeçaba; Praia do Oscar e Diques da Siriúba.

O Mirante Barra do Una obteve este valor por estar localizado próximo à área com potencial para causar degradação, pois há uma estrada localizada a 3 m de distância do sítio, além da presença de um estacionamento próximo ao local e a falta de proteção e de controle de acesso fazem com que o valor aumente, sendo necessária a implantação de uma política de proteção legal deste sítio da geodiversidade para que o risco de degradação seja minimizado.

O sítio Intrusões Máficas de Barequeçaba apresentou este valor pela alta possibilidade de deterioração dos elementos geológicos, por estar localizado ao lado de uma construção e perto de estrada asfaltada. A Praia do Oscar e os Diques de Siriúba estão localizados a menos de 100 m de uma estrada asfaltada e não possuem controle de acesso.

4.2 Propostas Para a Utilização dos Sítios da Geodiversidade

A partir dos resultados obtidos neste trabalho foi possível sugerir propostas para a utilização apropriada desses sítios. Em Guimarães (2016), as medidas de intervenção foram divididas em: i) medidas estruturais: intervenção física no geossítio, como obras de infraestrutura destinada a todos os públicos; e ii) medidas não estruturais, direcionada a públicos específicos, como trabalhos de divulgação e conscientização da importância da geodiversidade.

Alguns exemplos destas medidas podem ser visualizados na Figura 10, onde medidas estruturais como grade de segurança em mirante (Figura 10A), instalação de painéis interpretativos (Figura 10B) e estruturas de segurança ao redor do sítio (Figura 10C), objetivam tanto para proteger o sítio, como para garantir a segurança dos visitantes.

Como exemplos de medidas não estruturais têm-se os cursos sobre patrimônio geológico e geociências, que podem ser dados para pesquisadores e público geral (Figura 10D), ou para públicos específicos como monitores ambientais (Figura 10E), professores, guias turísticos, entre outros. Atividades lúdicas que abordem a temática também são bem-vindas, como jogos, teatros (Figura 10F), multimídia, concursos de fotografia e de desenhos.

Para propor medidas estruturais e não estruturais neste trabalho, foram utilizados os dados da quantificação. Sendo assim, os sítios da geodiversidade que obtiveram valores de potencial de uso (educativo e turístico) muito alto e risco de degradação baixos, como Tômbo de Calhetas, Lagoa Azul e Charnockito da Cachoeira do Prumirim, são fortes concorrentes para investimentos iniciais em divulgação geocientífica. Esses sítios já são locais conhecidos pelo público local como atrativos turísticos, com fluxo constante de visitantes.

Nos sítios da geodiversidade que já apresentam divulgação turística local, indicam-se medidas não estruturais, como inclusão de informações geológicas nos *sites* de turismo e *folders* com informações geológicas disponíveis em agências de turismo, hotéis e comércio local.

Sítios considerados com alto potencial educativo devem receber medidas não estruturais, representadas nos cursos de capacitação em geociências para professores locais, além de materiais didáticos que abordem as questões relativas à geodiversidade para serem usados em aulas de campo pelos alunos. As medidas estruturais são muito importantes para este tipo de sítio da geodiversidade, visando garantir a segurança na acessibilidade, como escadas, corrimãos, cordas, redes de segurança, entre outros, para suportar um número razoável de alunos em excursões didáticas e aulas de campo com maior segurança.

A seguir, serão apresentadas algumas propostas de medidas estruturais e de atividades educativas e turísticas para cada município (Tabelas 12, 13, 14 e 15). Atualmente, alguns sítios não apresentam necessidade de medidas estruturais.

5 Conclusão

A partir do processo seletivo dos sítios da geodiversidade com potencial para uso educacional e turístico, foi possível chegar

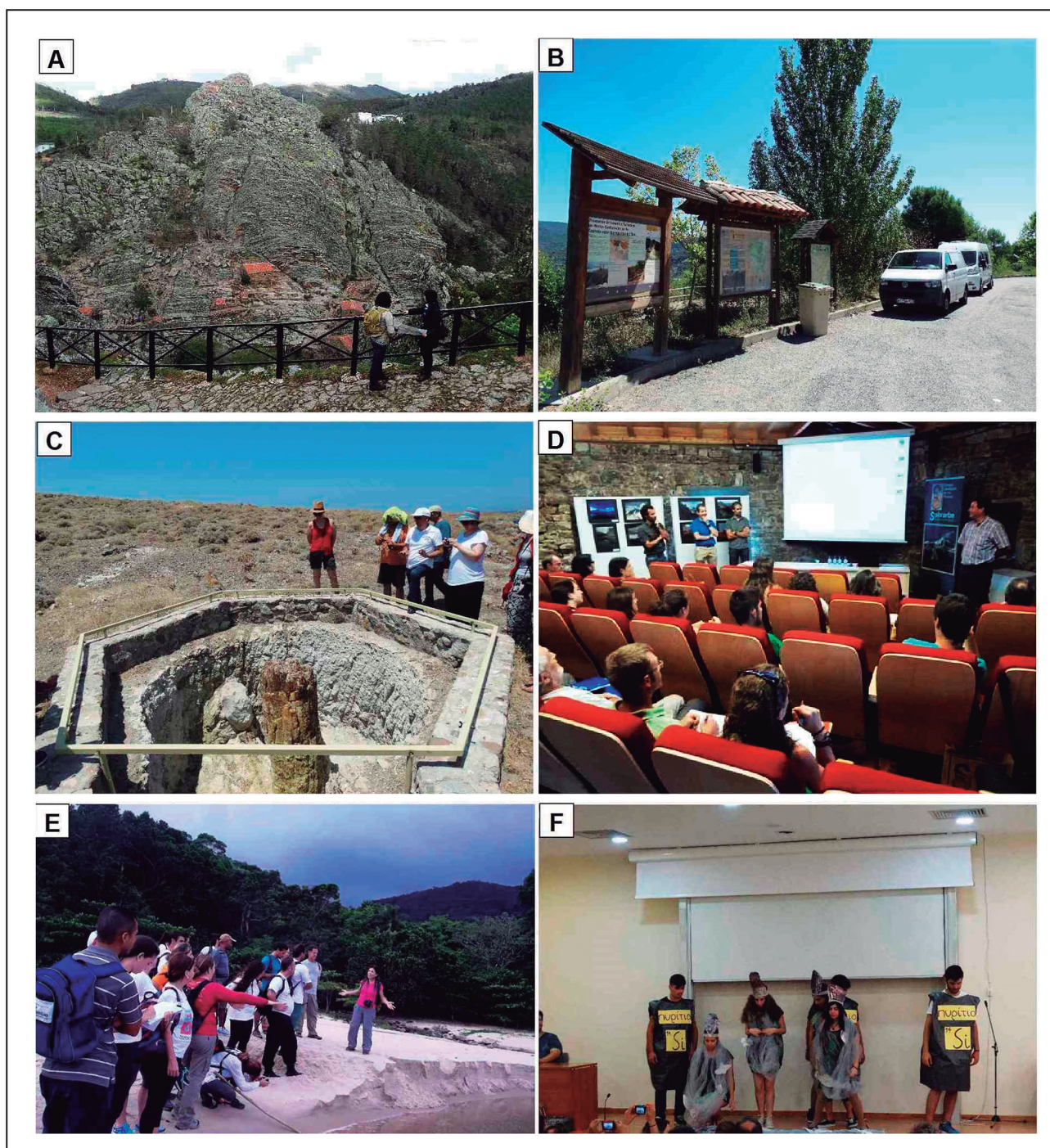


Figura 10 Exemplos de medidas de intervenções nos sítios. A) Grade de segurança para a visualização no mirante, Geoparque Naturtejo em Portugal; B) Painéis interpretativos na estrada, Geoparque de Sobrarbe, Espanha; C) Estrutura de proteção em torno do geossítio, Geoparque de Lesvos, Grécia; D) Curso de patrimônio geológico e geoturismo no Geoparque Sobrarbe, Espanha; E) Curso de geociências para monitores ambientais em São Sebastião, São Paulo; F) Peça teatral infantil sobre a fossilização dos troncos encontrados no Geoparque de Lesvos, Grécia.

ao resultado de 25 sítios da geodiversidade inventariados no litoral norte do estado de São Paulo. Estes sítios foram descritos em relação aos aspectos da geodiversidade e quantificados a fim

de gerar valores numéricos referentes ao potencial de uso e ao risco de degradação.

O método de seleção dos sítios da geodiversidade mostrou-se eficiente em todas as

Sítio da Geodiversidade	Propostas de Medidas Estruturais	Propostas de Atividades Educativas e Turísticas
Mirante da Barra do Una	- Painel interpretativo descrevendo a formação da paisagem composta pela Serra do Mar ao fundo e a barra deposicional do Rio Una.	- Explicar a geomorfologia da região, visto que do mirante é possível abordar as ilhas dos municípios e as escarpas da Serra do Mar; - Visitar a sede do Núcleo São Sebastião do Parque Estadual da Serra do Mar; - Abordar a dinâmica costeira e o encontro do rio com o mar (fz).
Dique da Cachoeira do Cambury	-	- Trilha do Sertão do Cambury, até a terceira queda; - Explicar o processo de intemperismo no dique; - Abordar a evolução do Gondwana com base nos dois litotipos de fases diferentes rocha e dique.
Praia Brava	- Painel interpretativo descrevendo o processo de transporte e deposição das rochas no final da trilha.	- Trilha da Praia Brava com parada no Geossítio Mirante da Praia Brava, onde é possível abordar a geomorfologia da Serra do Mar, ocupação irregular e deslizamentos.
Tômbolo das Calhetas	- Painel interpretativo descrevendo como ocorre a formação do tômbolo.	- Subida ao mirante do ilhote para observação das escarpas da Serra do Mar e das ilhas e do município de São Sebastião, incluindo Alcatrazes; - Atividades no costão para observação das rochas e suas feições; - Atividade recreativa nas piscinas naturais rodeadas por blocos de rochas, e explicar o processo de erosão que gerou esses blocos.
Intrusões Máficas de Barequeçaba	-	- Explicar a diferença entre sill e dique; - Abordar os eventos tectônicos que ocorreram na região e explicar como se dá as intrusões nas rochas.

Tabela 12 Propostas de medidas estruturais e de atividades educativas e turísticas nos sítios da geodiversidade em São Sebastião.

Sítio da Geodiversidade	Propostas de Medidas Estruturais	Propostas de Atividades Educativas e Turísticas
Praia do Oscar	- Painel interpretativo sobre a formação dos diques visualizados nos costões.	- Explicar como se formam as fraturas e a formação de diques, relacionando essas feições à fragmentação do supercontinente Gondwana e abertura do Atlântico Sul.
Trilha da Água Branca	- Folheto interpretativo para utilizar no percurso da trilha.	- Associar a queda d'água com o processo de erosão diferencial no dique do Poço da Escada; - Explicar a formação de blocos a partir da presença de fraturas; - Observar a presença de matacões e blocos e relacioná-los com o fluxo de energia do rio.
Diques da Siriúba	- Estruturas de segurança no costão (ex: corrimão).	- Explicar a formação de diques e relacioná-los com a separação dos continentes; - Abordar como ocorre o processo de erosão esferoidal;
Cachoeira da Toca	-	- Explicar a ação da água sobre os sedimentos transportados; - Relacionar os sedimentos transportados com o ciclo das rochas; - Identificar a presença de diques e relacioná-los com a fragmentação do supercontinente Gondwana.
Lago Dourado	-	- Abordar a erosão das rochas e o transporte de sedimentos; - Inferir a proveniência dos sedimentos depositados no fundo do lago.
Cachoeira da Laje	-	- Explicar as zonas de fraqueza da rocha e como se formaram as fraturas que originam a "escada natural" no afloramento.
Pico de São Sebastião	- Confecção e distribuição de folhetos informativos sobre a paisagem geomorfológica visualizada a partir do mirante, e sobre a formação da Ilha de São Sebastião.	- Observação da paisagem geomorfológica visualizada a partir do mirante.
Praia dos Castelhanos	-	- Passeio na Praia dos Castelhanos explicando como ocorre o mecanismo de sedimentação e deposição dos sedimentos; - Relacionar os minerais presentes no costão com os grãos de areia na praia.

Tabela 13 Propostas de medidas estruturais e de atividades educativas e turísticas nos sítios da geodiversidade em Ilhabela.

Sítio da Geodiversidade	Propostas de Medidas Estruturais	Propostas de Atividades Educativas e Turísticas
Foz do Rio Juqueriquerê	-	- Recreação na foz do Rio Juqueriquerê com explicação do mecanismo de transporte e deposição de sedimentos na foz; - Observar feições geomorfológicas associadas à foz em delta.
Pedreira Massaguaçu	-	- Explicar como se dá o processo de mineração; - Passeio na mineradora com explicação geológica da rocha explorada e suas estruturas; - Atividade sensorial com os indicadores cinemáticos.
Lagoa Azul	- Paineis de divulgação descrevendo a formação da barra arenosa e a dinâmica da Lagoa.	- Observar a dinâmica da barra arenosa relacionada ao fluxo de água no rio; - Observar o transporte e deposição de sedimentos; - Passeio na Praia do Capricórnio com identificação de bermas e explicação de praias de tombo; - Banho de rio na foz/lagoa; - Explicar a diferença granulométrica da areia da praia e da areia da barra.
Veios dobrados da Trilha do Jequitibá	-	- Caminhada pela Trilha Jequitibá com parada no ponto do afloramento; - Explicar o mecanismo de ambientes ductéis: veios dobrados.
Gnaiss da Paróquia Santo Antônio	- Folhetos informativos com explicação dos aspectos geológicos existentes dentro da paróquia.	- Geoturismo dentro da Paróquia, observando as rochas ornamentais que compõem o patrimônio construído e o afloramento de gnaiss e associá-lo ao gnaiss do Geossítio Praia Brava (Arruda et al., 2015).
Granitos da Praia da Mococa	-	- Explicar a erosão das rochas e como surgiu o afloramento; - Explorar a presença dos megacristais existentes nos diques.

Tabela 14 Propostas de medidas estruturais e de atividades educativas e turísticas nos sítios da geodiversidade em Caraguatatuba.

Sítio da Geodiversidade	Propostas de Medidas Estruturais	Propostas de Atividades Educativas e Turísticas
Charnockito da Cachoeira do Prumirim	- Cordões de segurança para evitar quedas nas rochas escorregadias;	- Associar a formação da queda d'água com o processo de erosão diferencial; - Explicar o intemperismo e alteração da cor do charnockito. - Interação dos visitantes com o rio Prumirim a partir da trilha que dá acesso à visitas na Aldeia indígena Boa Vista.
Praia da Fazenda	-	- Passeio de barco no mangue pelo Rio Fazenda explicando como se dá a sedimentação e deposição fluvial; - Explicar intemperismo e erosão a partir dos blocos dispostos próximo ao costão; - Utilizar os diques para abordar a abertura do Supercontinente Gondwana; - Relacionar os grãos do costão com os grãos da areia da praia; - Abordar a mineralogia da areia da praia, observação dos minerais pesados; - Explicar como se formam as marcas onduladas na areia da praia.
Mirante do Engenho	- Paineis interpretativos sobre a formação da Serra do Mar e da Ilha Anchieta.	- Explicar a evolução geomorfológica da Serra do Mar e da Ilha Anchieta a partir do mirante.
Esporão do Puruba	- Paineis interpretativos sobre processos de deposição fluvial e formação de barras e esporão.	- Explicar a formação do esporão a partir da abordagem da deposição fluvial; - Explicar a deposição dos minerais pesados e a estratificação apresentada no perfil da margem do rio.
Praia da Lagoa	-	- Abordar os aspectos geomorfológicos da lagoa; - Utilizar as ruínas da Lagoa para falar do patrimônio construído do litoral norte e a utilização das rochas em construções.
Praia das Conchas	-	- Explicar a coloração rosada do charnockito a partir da abordagem do intemperismo na rocha.

Tabela 15 Propostas de medidas estruturais e de atividades educativas e turísticas nos sítios da geodiversidade em Ubatuba.

etapas, sendo considerado o levantamento inicial dos sítios potenciais ou “pré-seleção” uma etapa interdisciplinar que exigiu conhecimento tanto na área das geociências quanto na área das ciências sociais. A seleção parcial consistiu em um levantamento geológico mais apurado dos sítios para que na seleção final fosse realizado trabalho de campo apenas nos sítios onde as informações levantadas nas etapas anteriores não foram suficientes para excluir ou classificar o sítio.

O método de quantificação escolhido (ROCHA *et al.*, 2016) mostrou-se proporcional às expectativas iniciais, porém com alguns impasses encontrados no momento de valorar determinados parâmetros, como “Beleza Cênica” e “Singularidade”. Estes dois parâmetros mostraram-se inequívocos ao território brasileiro, que por se tratar de um país com uma área muito extensa, a valoração desses parâmetros torna-se muito difícil de ser avaliada e sempre acaba apresentando valores baixos. Os parâmetros “Potencial didático” e “Potencial para divulgação” mostraram-se fora da realidade educacional brasileira visto que, no ensino básico, as geociências são apresentadas superficialmente nas disciplinas de geografia e/ou ciências, sem o devido aprofundamento nos fundamentos da geologia e história geológica da Terra.

Outra dificuldade apresentada no método de análise quantitativa foi na quantificação de sítios do tipo mirantes, não ficando claro se o que estava sendo analisado era o ponto referente ao mirante ou a paisagem visualizada a partir deste. Sendo assim, optou-se neste trabalho quantificar elementos geológicos relativos à paisagem visualizada.

A partir dos resultados obtidos com a quantificação para uso educacional e/ou turístico, somado ao risco de degradação inerente a cada um deles, foram propostas formas de uso desses sítios, considerando suas principais potencialidades e levando em conta suas fragilidades.

Com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível propor medidas estruturais em alguns sítios, e foram propostas atividades turísticas e educacionais para todos eles. Como medida estrutural, painéis de divulgação constituem o método mais eficiente para expor os aspectos geológicos no sítio nesta região. A princípio, alguns sítios não apresentam necessidade de medidas estruturais, visto que as atividades propostas suprem a demanda de informação sobre

a geodiversidade do local. É preciso ter em mente que as propostas de medidas estruturais e de atividades são dinâmicas, podem mudar de acordo com novas necessidades.

As medidas estruturais e propostas de atividades sugeridas neste trabalho são realistas às atuais condições de aplicação nesta região. Porém, o ideal para todas as regiões onde são feitos este tipo de levantamento geológico seria a instalação de um centro interpretativo, ao qual disponibilizaria informações sobre a geodiversidade, as rotas de acesso, as trilhas e a logística disponível (hotéis e restaurantes).

O inventário e quantificação dos sítios da geodiversidade mostraram-se essenciais para direcionar políticas de gestão de uso do meio natural, apresentando a geoconservação como uma ciência interdisciplinar, que necessita de conhecimentos e intervenções de diversas áreas das ciências sociais para ser concretizada. Este tipo de estudo mostra-se importante para esclarecer como os sítios da geodiversidade podem servir para o uso construtivo, gerando conhecimento e desenvolvimento para as comunidades que passam a valorar estas áreas de importante interesse geocientífico. O intuito é fazer com que tanto a biodiversidade como a geodiversidade passem a ser correlacionadas e conservadas mutuamente, de modo a proceder com a manutenção de um ambiente sustentável.

6 Agradecimentos

Os resultados deste trabalho são parte da Tese de Doutorado da primeira autora junto ao Programa de Pós-Graduação Geociências (Mineralogia e Petrologia), do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. As autoras agradecem o apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo, por meio do Programa de Incentivo à Pesquisa, que permitiu a criação do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio do Processo 2011/17261-6 e à pesquisadora Rachel Prochoroff por disponibilizar informações essenciais sobre a geodiversidade do município de Ilhabela.

7 Referências

- Almeida, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48: 15 - 26.
- Almeida, F.F.M. & Carneiro, C.D.R. 1998. Origem e Evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2): 135 - 150.
- Arana, R.; Rodríguez Estrella, T.; Mancheño, M.A. & Ortiz Silla, R. 1992. *Lugares de interés geológico de la Región de Murcia*. Murcia, Agencia regional para el medio ambiente y naturaleza. 219p.
- Arruda, K.E.C.; Garcia, M.G.M. & Del Lama, E.A. 2015. Geological Heritage Inventory as a Subsidiary for Geotourism: Caraguatatuba - São Paulo State, Brazil. In: INTERNATIONAL PROGEO SYMPOSIUM, 8, Reykjavik, 2015. *ProGEO programme and abstracts*, Reykjavik, p. 68-69.
- Arruda, K.E.C.; GARCIA, M.G.M.; DEL LAMA, E.A. 2017a. Inventário e Avaliação Quantitativa do Patrimônio Geológico do município de Caraguatatuba, São Paulo. *Geociências*, UNESP, São Paulo, 36 (3): 447 - 462.
- Arruda, K.E.C.; GARCIA, M.G.M.; DEL LAMA, E.A. 2017b. Inventário Geológico do Patrimônio Construído no Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim Paranaense de Geociências*, Paraná, 73 (1): 15-33.
- Asmus, H.E. & Ferrari, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozoico na região sudeste do Brasil. In: Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil, Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, p.75-88. (Série Projeto REMAC 4).
- Barreto, G.S. 2012. *Geologia e tectônica da porção oeste da Ilha de São Sebastião, SP e a comparação com as áreas continentais adjacentes*. Universidade de São Paulo, Trabalho de Conclusão de Curso, 65p.
- Brilha, J. 2005. *Patrimônio Geológico e Geoconservação: A conservação da natureza na sua vertente geológica*. Braga. Palimage (ed.), 173p.
- Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2): 119-134.
- Burek, C.V. & Prosser, C.D. 2008. *The history of geoconservation*. London, Geological Society. 312 p.
- Dixon, G. 1996. *A Reconnaissance Inventory of Sites of Geoconservation Significance on Tasmanian Islands*. Hobart, Parks and Wildlife Service. 116 p.
- Duque, L.C.; Murcia, V.; Abril, J.; García Salinas, F. & Elizaga, E. 1978. *Proyecto previo de puntos de interés geológico*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España. 47 p.
- García-Cortés, A. & Carcavilla-Urquí, L. 2009. Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG), *Instituto Geológico y Minero de España*, Madrid, versión 11, 61p.
- Garda, G.M. 1995. *Os Diques Básicos e Ultrabásicos da região costeira entre as cidades de São Sebastião e Ubatuba, Estado de São Paulo*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 156p.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Londres, John Wiley & Sons. 434 p.
- Gray, M. 2013. *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Londres, John Wiley & Sons. 508 p.
- Heilbron, M. & Machado, N. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (SE Brazil). *Precambrian Research*, 125(1-2): 87 - 112.
- Heilbron, M.; Valeriano, C.M.; Tassinari, C.C.G.; Almeida, J.C.H.; Tupinambá, M.; Siga Jr. O. & Trouw, R.J.A., 2008. Correlation of Neoproterozoic terranes between the Ribeira Belt, SE Brazil and its African counterpart: comparative tectonic evolution and open questions. In: PANKHURST, R.J., TROUW, R.A.J., BRITO NEVES, B.B., DE WIT, M.J. (ed.). *West Gondwana Pre-Cenozoic Correlations across the South Atlantic Region*. The Geological Society of London, p. 211-237.
- Kozłowski S. 2004. Geodiversity. The concept and scope of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52 (8/2): 833 - 837.
- Lago, M.; Arranz, E.; Andrés, J.A.; Soria, A.R. & Galé, C. 2001. *Patrimonio Geológico: bases para su estudio y metodología*. Zaragoza, Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. 107 p.
- Maffra, C.Q.T. 2000. *Geologia estrutural do embasamento cristalino na região de São Sebastião, SP: evidências de um domínio transpressivo*. Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 113p.
- Melo, M.S. & Pires Neto, A.G. 1977. Esboço geológico da província costeira entre as Serras do Juqueriquerê e Parati, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. *Anais*, São Paulo, SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA, p. 303-323.
- Mora, C.A.S.; Campanha, G.A.C. & Wemmer, K. 2013. Microstructures and K-Ar illite fine-fraction ages of the cataclastic rocks associated to the Camburu Shear Zone, Ribeira Belt, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 43 (4): 607 - 622.
- Mucivuna, V.C. 2016. *Estratégias de geoconservação aplicadas à geodiversidade do município de Bertioga-SP e às fortificações do litoral paulista*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 142p.
- Neumann, R. 1993. *Contribuição à Petrologia das Rochas Charnockíticas de Ubatuba, Leste do Estado de São Paulo*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 86p.
- Nieto, L.M. 2001. Geodiversity: propuesta de una definición integradora. *Boletín geológico y minero*, 112 (2): 3 - 12.
- Perrotta, M.M.; Salvador, E.D.; Lopes, R.C.; D'Agostinho, L.Z.; Peruffo, N.; Gomes, S.D.; Sachs, L.L.B.; Meira, V.T.; Garcia, M.G.M. & Lacerda Filho, J.V. 2005. Mapa geológico do estado de São Paulo. São Paulo, Serviço Geológico do Brasil, escala 1:750.000.
- Prochoroff, R. 2014. *Patrimônio geológico de Ilhabela-SP: estratégias de geoconservação*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 176p.
- Reverte, F.C. 2014. *Avaliação da Geodiversidade em São Sebastião - SP, com Patrimônio Geológico*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 208p.
- Reverte, F.C. & Garcia, M.G.M. 2016. O patrimônio geológico de São Sebastião - SP: inventário e uso potencial de geossítios com valor científico. *Geociências*, 35 (4): 495 - 511.
- Santos, P.L.A. 2014. *Patrimônio Geológico em Áreas de Proteção Ambiental: Ubatuba - SP*. Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 207p.
- Rocha, A.J.D.; LIMA, E.; SCHOBENHAUS, C. 2016. Aplicativo Geossit - Nova Versão. In: 48 CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Anais do 48 Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre - RS.
- Santos, E.M. 2016. *A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à Mesorregião do Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado, 242p.
- Seade. Fundação Sistema Educacional Análise de Dados. 2011. *Informações dos Municípios Paulistas*. Disponível em: Fundação Sistema Educacional Análise de Dados: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/imp/>.
- Serrano, E. & Ruiz-Flaño, P. 2007. Geodiversity: a theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62 (3): 140 - 147.
- Stanley, M. 2001. Geodiversity. *Earth Heritage*, 14: 15 - 18.
- Teixeira, L.R.; Legaspe, L.B.C. & Milanelli, J.C.C. 2011. Gestão Integrada de Grandes Empreendimentos: O Desafio do Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA - OCEANOGRAFIA E POLÍTICAS PÚBLICAS, 5, Santos, 2011. *Oceanografia e políticas públicas*, Santos, p. 15 - 18.
- Tupinambá, M.; Heilbron, M.; Valeriano, C.; Porto Júnior, R.; Blanco de Dios, F.; Machado, N.; Eirado Silva, L.G. & Almeida, J.C.H. 2012. Juvenile contribution of the Neoproterozoic Rio Negro Magmatic Arc (Ribeira Belt, Brazil): Implications for Western Gondwana Amalgamation. *Gondwana Research*, 21 (2-3): 422-438.
- Wimbledon, W.A.P.; Andersen, S.; Cleal, C.J.; Cowie, J.W.; Erikstad, L.; Gonggrijp, G.P.; Johansson, C.E.; Karis, L.O. & Suominen, V. 1999. Geological World Heritage: GEOSITES - a global site inventory to enable prioritisation for conservation. In: SYMPOSIUM OF THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR THE CONSERVATION OF THE GEOLOGICAL HERITAGE, 2, Trento, 1997. *Memoire Del Servizio Geologico d'Italia*, Trento, p. 45-60.
- Zalán, P.V. & Oliveira, J. A. B. 2005. Origem e evolução estrutural do sistema de riftes cenozoicos do sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 13 (2): 269 - 300.