

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

RAQUEL MAMBLONA MARQUES ROMÃO

**Métodos de inventário e avaliação quantitativa de locais de interesse geológico no Brasil: visão geral e aplicação ao município de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo**

São Paulo  
2017



RAQUEL MAMBLONA MARQUES ROMÃO

**Métodos de inventário e avaliação quantitativa de locais de interesse geológico no  
Brasil: visão geral e aplicação ao município de Cananeia, litoral sul do estado de  
São Paulo**

**Versão Original**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título de  
Mestre em Ciências

Área de Concentração: Mineralogia Experimental e Aplicada

Orientadora: Profa. Dra. Maria da Glória Motta Garcia

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Serviço de Biblioteca e Documentação do IGc/USP  
Ficha catalográfica gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
via programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de catalogação da publicação:  
Sonia Regina Yole Guerra - CRB-8/4208 | Anderson de Santana - CRB-8/6658

Mamblona Marques Romão, Raquel

Métodos de inventário e avaliação quantitativa de locais de interesse geológico no Brasil: visão geral e aplicação ao município de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo / Raquel Mamblona Marques Romão; orientadora Maria da Glória Motta Garcia. -- São Paulo, 2017.

96 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia) -- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2017.

1. Geoconservação. 2. Inventário . 3. Quantificação. I. Motta Garcia, Maria da Glória, orient. II. Título.





## Dedicatória

Dedico esta obra ao meu pai que, apesar de distante, sempre esteve presente em meus pensamentos me dando força, coragem e inspiração para seguir em frente e à minha mãe, um exemplo de mulher guerreira que me incentivou e deu o suporte para lutar pelos meus ideais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Maria da Glória Motta Garcia pelo apoio e por me ajudar a direcionar este trabalho.

Meus agradecimentos ao meu irmão Davi, minhas tias Cristina e Luciene, minha mãe Maria, e ao meu avô Antônio Ruy, por sempre compartilharem um amor e carinho incondicional.

Agradeço as queridas parceiras Stephani Somekawa, Patrícia Tavares, Daniel Sales, João Nelson, Afonso Reis, Marina, Natasha Marteleto, Pedro Cunha, aos amigos da turma de 2010 e agregados do curso de Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental pelos momentos, risadas, viagens e cervejas.

Meus agradecimentos as amigadas que construí na pós-graduação, em especial ao Fernando Araujo, Thomas Akabane, Nicholas Lima, Jonathan Barre, Júlio Lopes, André Stern e André Pires. Os cafezinhos, chás da tarde e fogueiras serão sempre memoráveis.

Agradeço aos colegas Gabriel Wolfsdorf, Edjane Santos e Astrid Velandia que me acompanharam nas atividades de campo necessárias para a coleta dos dados.

Agradeço às colegas integrantes do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo, em especial para as professoras Eliane Del Lama e Christine Bourotte, e às pós graduandas Vanessa Mucivuna, Fernanda Reverte, Karlla Arruda e Eliana Mazzucato por sempre estarem dispostas a esclarecer dúvidas e a ajudar.

Agradeço aos funcionários do Museu de Geociências, Ideval Costa, Miriam Della Posta e Daniel Machado pela amizade sincera, pelo carinho e apoio.

Agradeço também aos funcionários do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Marcos Campolim, Edson e Julior Junior pela ajuda e suporte nas atividades de campo.



“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida”

Sócrates

## RESUMO

Iniciativas no sentido de identificar o patrimônio geológico brasileiro com base em estratégias de Geoconservação vêm crescendo ao longo dos anos, em várias regiões do país. O presente estudo visa contribuir para a compreensão da trajetória e abrangência destas pesquisas que, apesar de importantes para a Geoconservação brasileira, são numericamente pouco expressivas devido a quatro fatores preponderantes: i) por serem pontuais; ii) devido à grande extensão do território brasileiro; iii) pela Geoconservação ainda ser uma ciência recente, sendo as pesquisas nacionais representativas apenas a partir de 2010; e iv) ainda que em número crescente, são poucos os pesquisadores envolvidos com a temática. Quanto maior o número de pesquisas realizadas sobre inventários do patrimônio geológico, melhor para a divulgação da Geoconservação no contexto acadêmico, intensificando o envolvimento de geocientistas com a temática, além do diálogo e da reflexão entre os diversos grupos de trabalho atuantes. Como parte destas iniciativas, métodos de inventário e avaliação quantitativa de sítios geológicos foram aplicados no município de Cananeia. O inventário resultou em doze sítios que representam contextos geológicos do Terreno Paranaguá, das intrusões alcalinas e básicas do Cretáceo, das variações do nível do mar no Quaternário e de processos atuais da dinâmica costeira. Onze geossítios foram definidos: 1) Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas, 2) Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá, 3) Serra do Itapitangui, 4) Sienito da Praia do Foles, 5) Granito Cambriú, 6) Granito Peralcalino do Ariri, 7) Granito milonítico do Ariri, 8) Intrusão diabásica do Pindaúba, 9) Intrusão alcalina do Morro de São João, 10) Terraço marinho pleistocênico do Mar Pequeno e 11) Processo erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia. Apenas um sítio da geodiversidade foi identificado, representado pelo Terraços de abrasão marinha da Ilha do Cardoso. A avaliação quantitativa foi feita por meio da plataforma de cadastro nacional GEOSSIT, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Os parâmetros avaliados para cada geossítio relacionam-se ao Valor Científico, Risco de Degradação e Potencial de Uso Educativo e Turístico. Em conjunto, estes dados pretendem contribuir para a reflexão acerca da situação atual da prática da Geoconservação no Brasil e para auxiliar iniciativas de valorização, divulgação e gestão da geodiversidade.

Palavras-chave: Cananeia, Geoconservação, Geossítio, Inventário, Patrimônio Geológico, Sítio da Geodiversidade

## ABSTRACT

Initiatives to identify Brazilian geological heritage based on Geoconservation strategies have been growing over the years in several regions of the country. The present study aims to contribute to the understanding of the trajectory and comprehensiveness of these researches that, although important for the Brazilian Geoconservation, are numerically little expressive due to four preponderant factors: i) being punctual; ii) due to the great extent of the Brazilian territory; iii) Geoconservation is still a recent science, and national surveys are only representative from 2010; and iv) although in increasing numbers, few researchers are involved with the subject. The greater the number of researches carried out on geological heritage inventories, the better for the dissemination of Geoconservation in the academic context, intensifying the involvement of geoscientists with the theme, as well as dialogue and reflection among the various working groups. As part of these initiatives, methods of inventory and quantitative evaluation of geological sites were applied in the municipality of Cananeia. The inventory resulted in twelve sites representing the geological contexts of the Paranaguá Terrain, the alkaline and basic intrusions of the Cretaceous, the variations of sea level in the Quaternary and current processes of the coastal dynamics. Eleven geosites were defined: 1) Pereirinha Beach metasediments and alkaline intrusions, 2) Metasediments of Ponta do Itacuruçá, 3) Serra do Itapitangui, 4) Sienito of Praia do Foles, 5) Cambriú Granite, 6) Peralcalino Granite of Ariri, 7) Ariri milonitic granite, 8) Pindaúba intrusion, 9) Alkaline intrusion of Morro de São João, 10) Pleistocene marine terrace of the Mar Pequeno, and 11) Erosive process of the coastal deposits of the Enseada da Baleia. Only one site of the geodiversity was identified, represented by the Terraces of marine abrasion of the Cardoso Island. The quantitative evaluation was done through the GEOSSIT national cadastre platform from the Geological Survey of Brazil (CPRM). The parameters evaluated for each geosite are related to the Scientific Value, Risk of Degradation and Potential of Educational and Tourist Use. Together, these data intend to contribute to the reflection about the current situation of the practice of Geoconservation in Brazil and to assist initiatives of valorization, diffusion and geodiversity management.

Keywords: Cananeia, Geoconservation, Geosite, Inventory, Geological Heritage, Geodiversity Site.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Mapa rodoviário de acesso à cidade de Cananeia a partir de São Paulo.

**Figura 2** - Mapa geológico do município de Cananeia.

**Figura 3** - Mapa com as características geomorfológicas da Cananeia.

**Figura 4** - Unidades de Conservação presentes no município de Cananeia.

**Figura 5** - Aspectos históricos de Cananeia. A) Réplica do Marco de Tordesilhas localizado na Ponta do Itacuruçá. B) Parede do Museu de Cananeia com a técnica utilizada para a construção das casas feitas com pedras, conchas e óleo de baleia. C) Casas do centro histórico. D) Orla da cidade com as construções históricas. E) Igreja São João Batista. F) Praça Martin Afonso com o obelisco e canhões utilizados para a defesa da vila de Cananeia.

**Figura 6** - Aspectos culturais de Cananeia. A) Pesca artesanal realizada pela Comunidade da Enseada da Baleia. B) Comunidade do Mandira. C) Ruínas do antigo engenho de arroz no quilombo do Mandira. D) Viveiro de ostras no quilombo do Mandira. E) Ostras in natura. F) Farofa de ostra.

**Figura 7** - Sítios selecionados no município de Cananeia. P1) Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas, P2) Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá, P3) Serra do Itapitanguí, P4) Sienito da Praia do Foles, P5) Granito Cambriú, P6) Granito Peralcalino do Ariri, P7) Granito Milonítico do Ariri, P8) Intrusão Diabásica do Pindaúba, P9) Intrusão alcalina do Morro São João, P10) Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno, P11) Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia.

**Figura 8** - Geossítio Metassedimentos da Praia do Pereirinha e Intrusões Alcalinas. A) Vista da elevação do Morro do Pereirinha do Mar Pequeno. A flecha demonstra o local onde a elevação está localizada. B) Vista geral do afloramento. C) Bandas claras e escuras presentes no xisto. D) Fraturas preenchidas por quartzo localizadas somente nas bandas claras. E) Observação em plano horizontal da banda mais clara, notar as inúmeras fraturas presentes. F) Observação das elevações do Morro de São João (à esquerda) e Morretes (à direita) sinalizadas pelas flechas pretas.

**Figura 9** - Geossítio Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá. A) Estratificação rítmica de composição arenosa (níveis mais claro) e silte (níveis mais escuros). B) Forte mergulho caracterizado nas rochas da Ponta do Itacuruçá. C) Crista de quartzito representante da grande camada que sustenta o relevo. A réplica do marco histórico também pode ser observável. D) Fraturas que preenchem e alteram a resistência da rocha. E) Veios de composição calciossilicática concordantes com a foliação. F) Dobras simétricas demonstrando a deformação dúctil.

**Figura 10** - Geossítio Serra do Itapitangui. A) Em sua enorme extensão a Serra do Itapitangui apresenta-se alongada com enormes escarpas de alta inclinação e topos agudos. Sua extensão abrange desde o Ariri até o município de Iguape. B) A vila de Cananeia localizada na planície costeira bordeada pela Serra do Itapitangui ao fundo.

**Figura 11** - Geossítio Sienito Três Irmãos da Praia do Foles. A) Vista geral do afloramento. B) Quartzo-sienito Três Irmãos. C) Intrusão de rocha mais escura e granulação mais fina. D) Quantidade de blocos que compõem o afloramento e vista da praia do Foles e a serra que contorna a praia.

**Figura 12** - Geossítio Granito Cambriú. A) Vista geral do afloramento. B) Intrusão do granito Cambriú no Sienito Três Irmãos. C) Intrusões de formas irregulares no Granito Cambriú. D) Vista a partir do geossítio. Observa-se o enorme maciço constituído pelo Sienito Três Irmãos, principal litotipo da Ilha do Cardoso, a Ponta do Itacuruçá e a praia de Cambriú.

**Figura 13** – Geossítio Granito Peralcalino do Ariri. A) Vista geral do afloramento localizado em propriedade particular. B) Blocos que compõem o geossítio. C) Amostra retirada do geossítio exibindo processo de alteração.

**Figura 14** - Geossítio Granito Milonítico do Ariri. A) Vista geral do afloramento. B) Granito Milonítico.

**Figura 15** - Geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba. A) Vista geral do afloramento. B) Diabásio, principal rocha encontrada no afloramento. C) Processo intempérico atuante no afloramento resultando na formação de solo. D) Alteração esferoidal em blocos de mesma composição do afloramento.

**Figura 16** - Geossítio Intrusão Alcalina do Morro São João. A) Vista geral do afloramento. B) Vista da elevação do Morro São João a partir do Mar Pequeno. C) Sienito, rocha predominante no morro. D) Vista a partir do mirante do Morro São João onde é possível observar a extensa Ilha Comprida. E) Vista da cidade de Cananeia e a serra que contorna a parte continental. F) Estado de conservação do mirante. G) Argolões de bronze fixados no sienito para as expedições de Martim Afonso. E) Altar colocado em meio a blocos do sienito.

**Figura 17** - Geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno. A) Afloramento contendo os tubos fósseis de *Callichirus*. A seta à esquerda, abaixo, demonstra os tubos presentes na base do afloramento. A seta superior à esquerda mostra as pichações gravadas na rocha. B) Base do Afloramento onde é possível observar os tubos fósseis, preferencialmente na vertical. C) Tubo fóssil encontrado em um dos inúmeros blocos. D) Vista geral do afloramento. E) Vista para a elevação do Morro de São João. F) Vista para a extensa Ilha Comprida. G) Casas localizadas à beira do Mar Pequeno; praticamente cada casa possui seu píer particular.

**Figura 18** - Geossítio Processo Erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia. A) Imagem de satélite na qual é possível observar a largura e extensão do esporão arenoso do PEIC e localização do processo erosivo. A flecha branca indica o local do provável rompimento do esporão. A bola vermelha sinaliza a Comunidade do Marujá. B) Vista sul do esporão com a variação de largura do esporão arenoso no local em questão. Ao fundo observam-se as edificações da comunidade da Enseada da Baleia. C) Vista norte do esporão e a menor largura verificada. D) Vista frontal do esporão arenoso no local do rompimento denominado “canhão” pela comunidade tradicional da Enseada da Baleia. E) Intensa variação da linha de costa afetando diretamente a comunidade da Enseada da Baleia. Foto tirada em julho de 2016. F) Comparação da variação da linha de costa para abril de 2017. Notar a aproximação do Mar de Ararapira na Igreja, identificada com a seta preta. G) Vista do esporão da comunidade da Enseada da Baleia. Notar o padrão meandrante do Mar do Ararapira. H) Zona costeira da comunidade na qual predomina a planície sedimentar. Ao fundo observa-se o relevo montanhoso do PEIC constituído por rochas sieníticas do Neoproterozoico.

**Figura 19** – Sítio da Geodiversidade Terraços de Abrasão Marinha da Ilha do Cardoso. A) Vista geral do afloramento com os terraços marinhos ao fundo. Notar a grande quantidade de blocos ao seu redor. B) Sienito Três Irmãos com orientação de fluxo magmático. C e D) Terraços marinhos de até 50 metros de extensão com padrão de fraturamento sub-horizontal que submete à formação de terraços marinhos. E) Blocos métricos de formato romboédrico. F) Diques de composição básica. Formação de piscinas importantes para o ecossistema marinho G) Xenólitos do metassedimentos demonstrando o caráter intrusivo no Sienito Três Irmãos. H) Vista a partir do geossítio. Observa-se a Ponta do Itacuruçá e a Praia de Ipanema.

**Figura 20** - Síntese dos dados para os valores referentes ao potencial uso educativo e turístico, risco de degradação e valor científico para os sítios de Cananeia. Granito Sienito da Praia do Foles (GSPF), Granito milonítico do Ariri (GMA), Granito Peralcalino do Ariri (GPA), Metassedimentos da praia do Pereirinha e intrusões (MSPPIA), Serra do Itapitangui (SI), Granito Cambriú (GC), Granito sienito três irmãos (GSTI), Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá (MSPI), Intrusão básica do Pindaúba (IBP), Terraço marinho do mar pequeno (TMMP), Intrusão alcalina do Morro São João (IAMSJ), Processo Erosivo da Enseada da Baleia (PEEB).

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1** - Relações entre a geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação. Fonte: Brilha (2016).

**Quadro 2** - Síntese dos principais dados de cada geossítio.

**Quadro 3** - Unidades geológicas pertencentes a cada geossítio.

**Quadro 4** - Critérios presentes em cada parâmetro avaliativo pelo GEOSSIT.

**Quadro 5** - Valores atribuídos a cada parâmetro avaliativo e possíveis classificações.

**Quadro 6** - Resultados do Valor Científico pelo método GEOSSIT.

**Quadro 7** - Resultados Resultados do Risco de Degradação pelo método GEOSSIT.

**Quadro 8** - Valores finais do Potencial uso didático(VE) e turístico(VT) dos geossítios.

**Quadro 9** - Associação dos principais eventos geológicos ou processos registrados no município de Cananeia.

**Quadro 10** - Potenciais usos, conteúdo para o ensino fundamental e médio, processos geológicos associados e outras áreas do conhecimento possíveis de serem abordados nos geossítios.

**Quadro 11** - Enquadramento legal dos geossítios e sítios da geodiversidade.

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

PEIC - Parque Estadual da Ilha do Cardoso

PELC - Parque Estadual Lagamar de Cananeia

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico Nacional

CONDEPHAAT - Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico

CPRM - Serviço Geológico do Brasil



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Justificativa .....	3
1.2	Objetivos .....	4
1.3	Caracterização da área .....	5
1.4	Contextualização do meio físico.....	5
1.5	Patrimônio Natural.....	8
1.6	Patrimônio Arqueológico .....	9
1.7	Patrimônio Histórico .....	10
1.8	Patrimônio Cultural .....	11
1.9	Metodologia .....	13
1.10	Etapas de trabalho .....	15
1.10.1	Revisão bibliográfica.....	15
1.10.2	Trabalhos de campo .....	16
1.10.3	Avaliação quantitativa.....	16
1.10.4	Integração dos resultados .....	16
2	INICIATIVAS DE INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO NO BRASIL: PANORAMA ATUAL .....	17
3	GEOSSÍTIOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.1	Introdução .....	18
3.2	Descrição dos Geossítios .....	23
3.2.1	Geossítio Metassedimentos da Praia do Pereirinha e Intrusões Alcalinas .....	23
3.2.2	Geossítio Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá .....	27
3.2.3	Geossítio Serra do Itapitangui .....	30
3.2.4	Geossítio Sienito da Praia do Foles .....	32
3.2.5	Geossítio Granito Cambriú .....	34
3.2.6	Geossítio Granito Peralcalino do Ariri .....	36
3.2.7	Geossítio Granito Milonítico do Ariri .....	39
3.2.8	Geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba .....	41
3.2.9	Geossítio Intrusão Alcalina do Morro São João .....	43
3.2.10	Geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno .....	48
3.2.11	Geossítio Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia .....	52
3.2.12	Sítio da Geodiversidade Terraços de Abrasão Marinha da Ilha do Cardoso .....	56

4	AVALIAÇÃO QUANTITATIVA .....	61
4.1	A Plataforma GEOSSIT .....	61
4.2	Resultados .....	62
4.2.1	Valor científico.....	63
4.2.2	Risco de Degradação .....	64
4.2.3	Potencial uso educativo e turístico .....	66
4.2.4	Discussão dos dados.....	68
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
5.1	Conclusões sobre o inventário .....	72
5.2	Avaliação Quantitativa .....	75
5.3	Gestão do patrimônio geológico- sugestões.....	76
5.3.1	Enquadramento legal dos geossítios e sítio da geodiversidade.....	76
5.3.2	Propostas para a gestão dos geossítios e sítios da geodiversidade no PEIC.....	77
5.3.3	Propostas para a gestão dos geossítios localizados na Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe. ....	78
5.3.4	Propostas para a gestão dos geossítios localizados na Área de Proteção Permanente (APP) 79	
5.4	Conclusões.....	79
	REFERÊNCIAS.....	81
	<b>Apêndice A – Artigo.....</b>	<b>84</b>





## 1 INTRODUÇÃO

O termo geodiversidade foi idealizado na década de 1920 para conceituar os elementos abióticos da natureza. Este conceito foi definido como processos e eventos geológicos que deram origem a uma enorme variedade de ocorrências, como: minerais, rochas, fósseis, solos, estruturas e geformas (Gray 2008). Estes elementos registram importantes eventos na evolução geológica do planeta e que, ademais, servem de substrato para toda a biodiversidade presente.

Apesar da geodiversidade ser parte da natureza, esta não é foco de conservação tal como a biodiversidade. Neste sentido, atualmente vem sendo realizado um grande esforço para a proteção de determinados elementos da geodiversidade, pois ameaças tanto naturais como antrópicas vêm levando à sua destruição. Algumas atividades que podem levar a danos irreversíveis são: a mineração, a expansão urbana, obras de infraestrutura, o agronegócio, atividades recreativas sem devido planejamento, ou mesmo a própria falta de conhecimento sobre as Geociências, pois não é possível preservar o que não se conhece (Brilha 2005). A degradação causada por algumas destas atividades é necessária para que a sociedade moderna se constitua como é hoje, mas é importante encontrar mecanismos para minimizar estes impactos, que podem vir em forma de leis que protejam a geodiversidade.

Ao atribuir valores para um objeto, torna mais fácil para a sociedade compreender sua importância. No caso da geodiversidade o valor mais conhecido é o econômico, que diz respeito ao valor associado aos recursos minerais (o ferro, o cobre, o zinco, o chumbo, o estanho, o titânio, o ouro a prata, pedras preciosas, combustíveis fósseis, água e solos). Ainda é utilizada como matéria-prima em diversos objetos, ferramentas e utensílios que necessitamos em nossa sociedade moderna.

Entretanto, utilizar as Geociências somente a partir de seu valor econômico constitui uma forma limitada de aplicar este conhecimento (Azevedo 2007). Sendo assim, outros valores da geodiversidade vêm sendo explorados a partir de uma ciência recente, a Geoconservação. Esta área do conhecimento tem como objetivo a identificação, conservação e valorização dos elementos mais representativos da geodiversidade, com valores excepcionais do ponto de vista científico, educativo ou turístico (Brilha 2016).

Um exemplo de aplicação do valor educativo da geodiversidade está presente em iniciativas de divulgação das Geociências, como por exemplo, o projeto Caminhos Geológicos do Rio de Janeiro, Sítios Geológicos e Paleontológicos do Paraná e Monumentos Geológicos do Rio Grande do Norte e São Paulo (Nascimento et al., 2008). Nestes locais, a geodiversidade é claramente introduzida como componente à paisagem, trazendo um novo olhar para estimular a compreensão da dinâmica terrestre e suas interdependências, com a transmissão do conhecimento geocientífico. Tornam-se assim importantes ações para apresentar os conceitos de geodiversidade à população em geral e despertar o sentido de pertencimento e de conservação.

No litoral norte de São Paulo o reconhecimento de sítios a partir do inventário do patrimônio geológico tem servido como base para diversas iniciativas como a implantação de doze painéis interpretativos, livros educativos baseados na geologia local, cursos de introdução às Geociências para monitores ambientais, roteiros geoturísticos e a elaboração de webmaps (Geohereditas – USP 2017; Mazoca et al., 2017; Garcia et al., 2017).

Para que ações semelhantes sejam desenvolvidas em outros locais é necessária a aplicação de Estratégias de Geoconservação. Para tanto, segundo Brilha (2005), é fundamental que primeiramente sejam identificados os sítios que apresentem tal valor excepcional (científico, turístico ou educativo), a partir do inventário. No Brasil, a identificação de sítios geológicos por meio de inventários vem crescendo consideravelmente como consequência do grande número de trabalhos desenvolvidos desde 2007, os quais contribuem para a valorização da geodiversidade brasileira (Romão & Garcia, 2017).

Nesse contexto, este trabalho insere-se como uma iniciativa para o quadro geral de identificação de sítios geológicos no Brasil. Doze sítios foram selecionados no município de Cananeia, levando em consideração principalmente o seu valor científico, embora valores turísticos e educativos também tenham sido considerados como forma de aumentar seu potencial visando sua valorização. Os sítios inventariados podem servir como base para a compreensão mais abrangente da natureza como um sistema complexo e dinâmico, demonstrando que o meio físico está relacionado aos aspectos biológicos, culturais e históricos.

## 1.1 *Justificativa*

No litoral do estado de São Paulo, uma das regiões extremamente afetadas pela degradação ambiental é a central, que envolve os municípios de Santos, Cubatão, Praia Grande, Guarujá e São Vicente. A construção das malhas viárias Anchieta-Imigrantes facilitou o acesso da capital ao litoral, gerando uma elevada procura turística. A venda de loteamentos ocorreu de forma desastrosa e exterminou grande parte dos ecossistemas que dependiam das características geomorfológicas de planícies costeiras, como manguezais, estuários e restingas. Atividades portuárias, industriais, ferroviárias e petroquímicas instaladas também contribuíram para a alteração da paisagem e promoveram um grande desequilíbrio ambiental.

No litoral sul, o município de Cananeia também apresenta características geomorfológicas parecidas com a zona central, contudo sua planície costeira não foi alterada em comparação aos municípios da Baixada Santista. Inserida na região do Lagamar Paulista, Cananeia tem como paisagem diversas ilhas separadas por canais de água salobra e serras afastadas da zona costeira. Navegar pelos canais é uma ótima oportunidade para avistar inúmeras espécies de aves, mamíferos e répteis que utilizam os manguezais e estuários para alimentação e reprodução. Atrativos naturais como praias, costões, cachoeiras, rios e trilhas em meio à Mata Atlântica e restinga também estão presentes.

Fatores vinculados à atual preservação ambiental foram promovidos através da criação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) e do Parque Estadual Lagamar de Cananeia (PELC), que impulsionaram uma demanda turística a estas áreas protegidas. A região preserva ainda o registro da época colonial no Brasil em suas edificações e é uma das poucas do litoral paulista em que comunidades tradicionais resistem em suas terras, garantindo uma enorme herança histórica, ambiental e cultural.

Visto que até o momento nenhuma estratégia de Geoconservação foi aplicada em Cananeia e que suas áreas protegidas são divulgadas somente através de seus elementos bióticos, a motivação deste trabalho surge para a identificação dos elementos representativos da geodiversidade para que seja valorizada e conhecida por moradores e visitantes, dando continuidade ao que vem sendo aplicado ao litoral norte paulista.

Inserir a vertente geológica ao patrimônio natural possibilita uma reinterpretação do meio físico, demonstrando sua inter-relação com o funcionamento de ecossistemas e da

natureza. No próprio Plano de Manejo do PEIC, verifica-se que os aspectos geológicos são inseridos para uma contextualização regional, entretanto nenhum afloramento é citado de acordo com sua relevância científica, educativa ou turística. Os locais identificados nesta pesquisa poderão contribuir para que práticas de turismo e educação ambiental auxiliem na compreensão da história geológica de Cananeia e para novas alternativas à visitação da região.

## 1.2 *Objetivos*

Esta dissertação tem como objetivo geral a identificação e a avaliação de locais de interesse geológico no município de Cananeia, com valor científico (geossítios) e valores turístico e educativo (sítios da geodiversidade), correlacionando-os, quando possível, à história, à cultura e à biodiversidade da região. A pesquisa está incluída em um projeto maior de inventário do patrimônio geológico do litoral do estado de São Paulo e os resultados obtidos para o município integrarão a base de dados gerais.

Para atingir este objetivo geral foram estabelecidos como objetivos específicos:

- (i) Levantamento das iniciativas de inventário e quantificação do patrimônio geológico no Brasil, com destaque para os métodos que estão sustentando estas ações;
- (ii) Inventário de sítios com valor científico (geossítios);
- (iii) Inventário dos sítios com valores educativos e turísticos (sítios da geodiversidade);
- (iv) Avaliação quantitativa dos sítios segundo o valor científico, potenciais de uso turístico e educativo e risco de degradação;
- (v) Análise e integração dos resultados obtidos no contexto do município abordado.



### 1.3 Caracterização da área

A área de estudo selecionada para esta pesquisa foi o município de Cananeia, localizado no litoral sul do estado de São Paulo, a cerca de 270 km da capital. O acesso principal a partir de São Paulo é feito pela rodovia Régis Bittencourt (BR-116), sendo necessário pegar a alça de acesso para a SP-226, 20 km após a cidade de Registro (Figura 1).

O município é composto por zonas continentais e insulares (Ilhas de Cananeia, Cambriú, Bom Abrigo e Ilha do Cardoso), totalizando área de 1.237 km<sup>2</sup> e população aproximada de doze mil habitantes (IBGE, 2016).

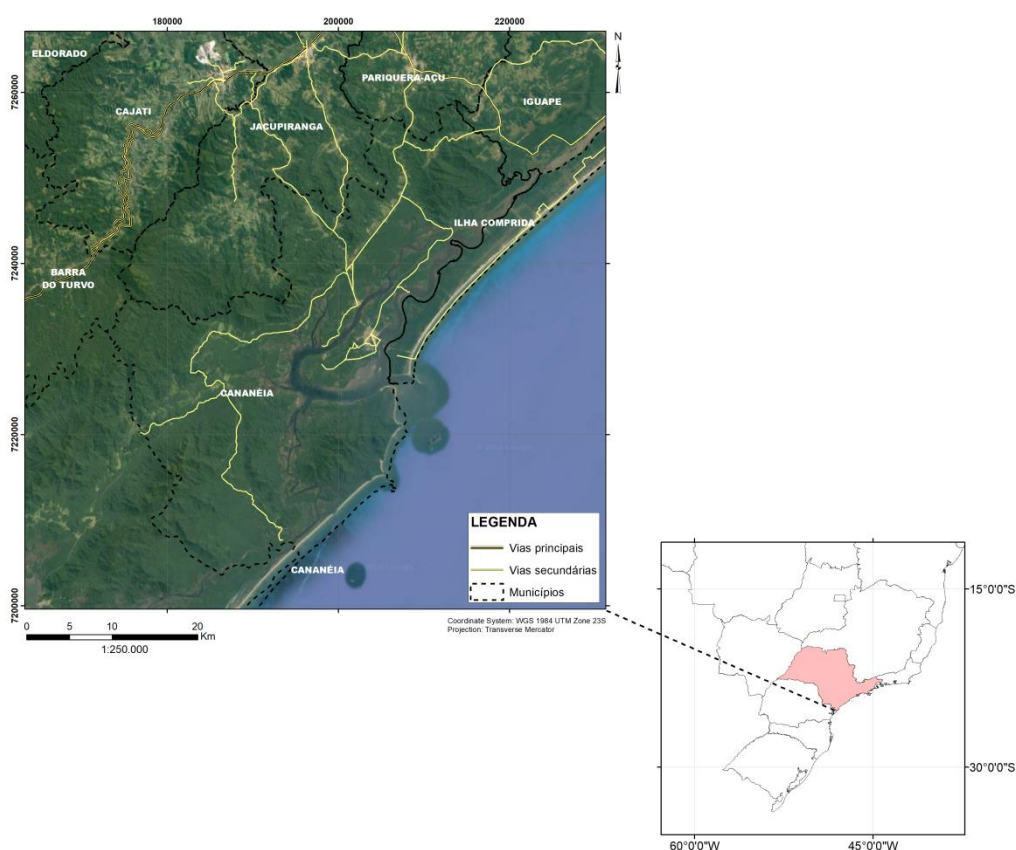


Figura 1. Mapa rodoviário de acesso à cidade de Cananeia a partir de São Paulo.

### 1.4 Contextualização do meio físico

A região do Vale do Ribeira, localizada ao sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, abriga hoje a maior área contínua preservada de Mata Atlântica, o que levou a UNESCO a declarar a região como Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Em certo

compartimento, o Vale do Ribeira se estende sobre a forma de uma enorme planície sedimentar, conhecido como Lagamar Paulista. Ali é possível encontrar manguezais, restingas, praias, canais e estuários de grande importância para a manutenção da biodiversidade.

O Rio Ribeira de Iguape, corpo d'água que tem seu fluxo encaixado no Vale do Ribeira, formou o cenário que sucedeu as diversas regressões e transgressões marinhas pleistocênicas e holocênicas do complexo estuarino-lagunar da região (Ab'Saber, 2000). Neste período, alguns maciços costeiros ficaram isolados da Serra do Mar e transformaram-se em ilhas montanhosas nos períodos de máxima ingressão marítima. No período de regressões formaram-se as faixas de areias que posteriormente foram retrabalhadas e desenvolveram os atuais feixes de restinga (Ab'Saber, 2000).

O município está situado na Planície Costeira Cananeia-Iguape que, em grande parte, apresenta-se coberta por sedimentos quaternários (Suguio & Tessler 1992). A planície ocupa área com cerca de 130 km de extensão ao longo da costa (entre a Ilha do Cardoso e o maciço de Itatins, em Peruíbe) e 40 km adentrando o continente até a cidade de Registro (Guedes, 2009).

As sequências sedimentares identificadas foram de extrema importância para correlacionar as unidades litoestratigráficas cenozoicas do Grupo Mar Pequeno, sendo elas: Formação Pariquera-Açu, Formação Cananeia e Formação Ilha Comprida (Suguio & Petri 1973). Segundo estes autores, a Formação Cananeia possui elevada importância na geologia regional da área, pois além de ocupar grandes extensões na planície, constitui a fonte essencial de detritos para os atuais subambientes, além de conter areias regressivas tipo "blanket sands" ou "sheet sands" que evidenciam os principais processos atuantes em sua formação.

Os depósitos sedimentares encontram-se sobre o embasamento cristalino de idade pré-cambriana que apresenta rochas metamórficas recortadas por intrusões graníticas, ambas pertencentes ao Terreno Paranaguá, um dos domínios tectônicos que compõem a Província Mantiqueira. Esta unidade distribui-se em faixa alongada de 250 km de extensão NE-SW e aproximadamente 30 km de largura que ocupa a porção sul-sudeste do Brasil (Cury 2009). O complexo ígneo inclui grande variedade de rochas graníticas, sendo representado pelas suítes Morro Inglês, Rio do Poço e Canavieiras-Estrela (Cury, 2009). Os dados petrográficos e estruturais demonstram que as suítes pertencentes ao Terreno Paranaguá

colocaram-se durante estágio tardio do período colisional, no contexto de aglutinação do Supercontinente Gondwana, que balizou parte da região costeira entre o sul e sudeste do Brasil (Cury, 2009).

Outro importante evento que ocorreu no Terreno Paranaguá são intrusões da mais expressiva granitogênese do tipo A do sudeste brasileiro, com rochas graníticas e sieníticas que demonstram importante magmatismo de natureza alcalina e peralcalina. Estas intrusões são numerosos maciços graníticos que se distribuem principalmente nas proximidades de zonas de cisalhamento, como por exemplo os maciços Serra do Cordeiro, Mandira, Guaraú, Barra do Turvo, Graciosa, Marumbi, Palermo entre outros (Cury, 2009; Siga Junior, 1995) (Figura 2). O último evento intrusivo na região é representado por rochas alcalinas mesozoicas, como o Morro São João e sua correspondente Morretes, na Ilha Comprida.

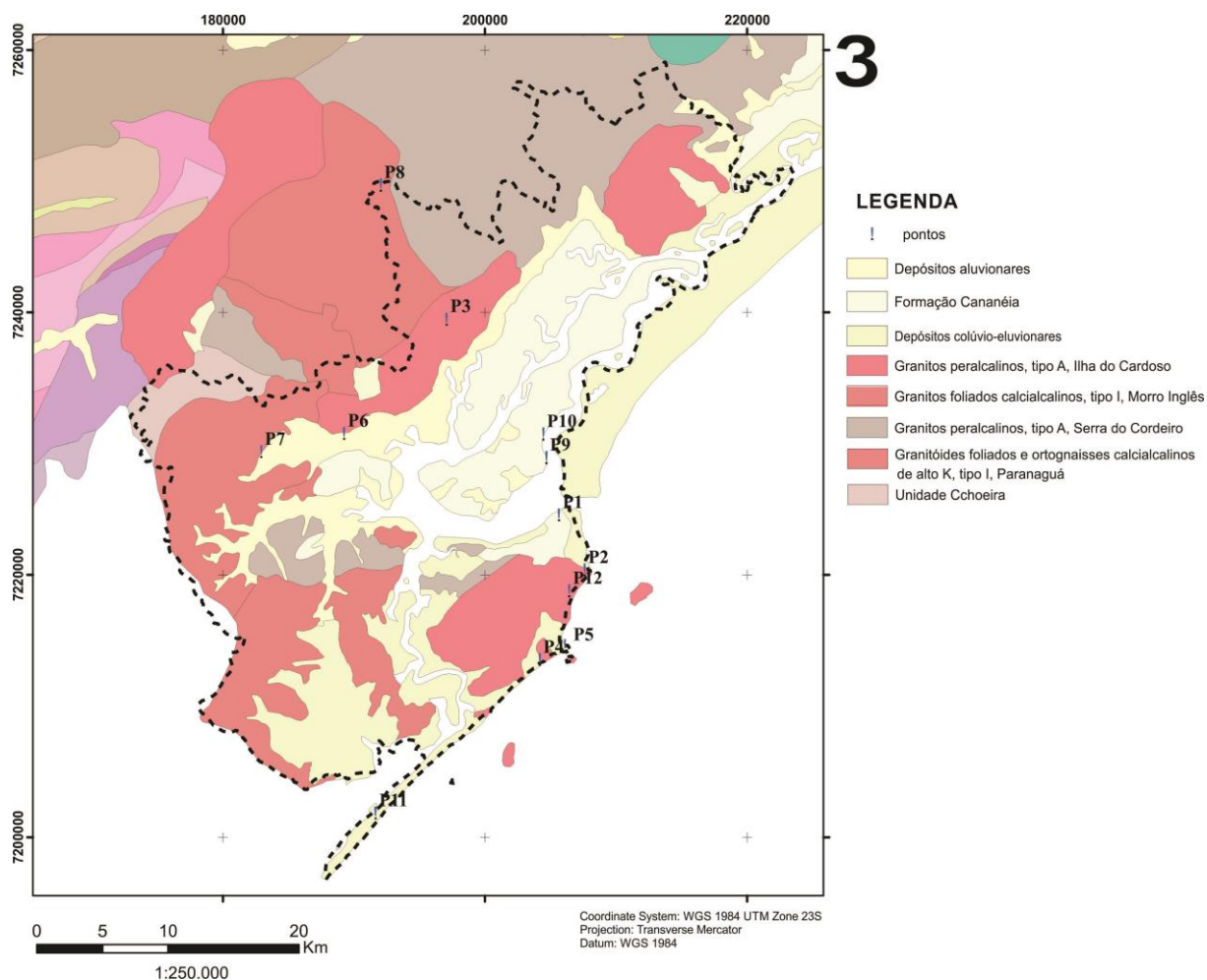


Figura 2. Mapa geológico do município de Cananeia.

A abertura do Supercontinente Gondwana e consequente abertura do Atlântico Sul desenvolveu linhas de falhas paralelas que atuaram na formação da feição geomorfológica da Serra do Mar (Ab'Saber 1995). Esta feição é muito significativa no estado de São Paulo, pois é a principal serra que delimita o Planalto Atlântico do litoral. O esforço para sua formação não foi homogêneo em toda a serra, gerando diferenças conforme sua posição, ora mais próximos da zona costeira ora mais afastados, sendo que em certos pontos, os maciços pertencentes a Serra do Mar distanciam até 80 quilômetros da atual linha de costa (Ab'Saber, 2000). Assim, ao contrário do litoral norte paulista, que se caracteriza por fortes declives montanhosos da Serra do Mar, a costa sul apresenta territórios baixos e extensas praias, em que ocasionalmente há elevações. As principais serras presentes em Cananeia estão na área continental, expostas pelas serras do Gigante, Mandira e Itapitangui (Figura 3).

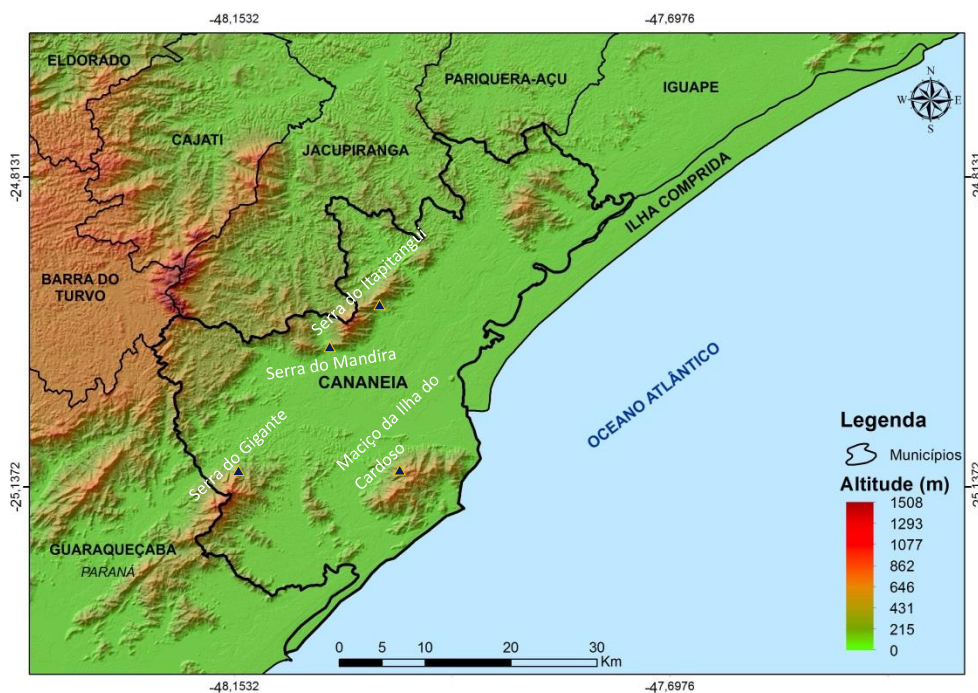


Figura 3. Mapa com as características geomorfológicas da Cananeia.

### 1.5 Patrimônio Natural

Importantes áreas de preservação ambiental foram criadas no município incluindo zonas remanescentes de Mata Atlântica. Estas zonas, classificadas como Unidades de Conservação, são administradas pela Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo. Apresentam elevada diversidade de espécies de fauna e flora e garantem o equilíbrio de

ecossistemas importantes (manguezais, restingas, ilhas, costões rochosos) utilizados por várias espécies para reprodução, alimentação ou migração como no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, no Parque Estadual Lagamar de Cananeia, na Reserva Extrativista Mandira, na APA Marinha do Litoral Sul e na Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe (Figura 4).

Além de estas UCs assegurarem a preservação de ecossistemas da Mata Atlântica, elas contribuem indiretamente para a manutenção do Complexo Estuarino Lagunar Iguape-Cananeia, que tem papel significativo para a migração de aves e na manutenção do estoque pesqueiro na região sul do Brasil (Secretaria do Meio Ambiente, 2002).

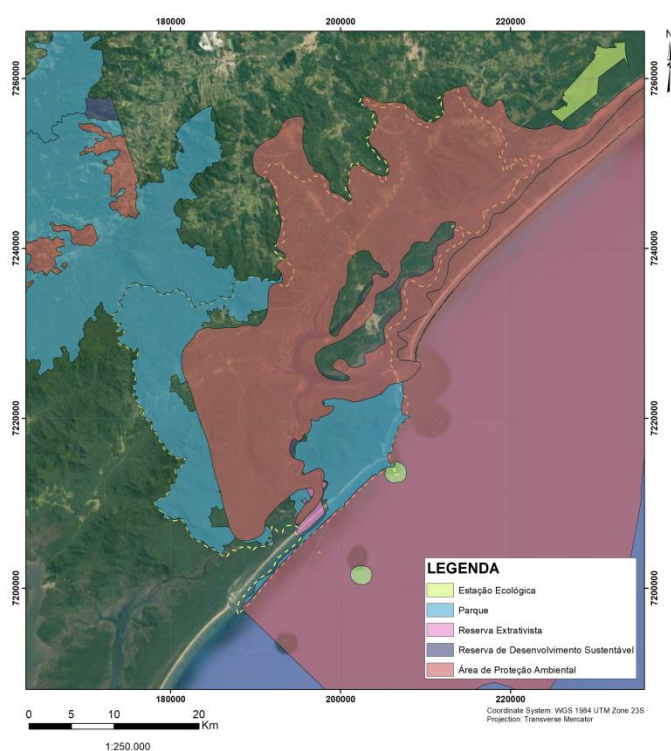


Figura 4. Unidades de Conservação presentes no município de Cananeia.

### 1.6 Patrimônio Arqueológico

Os primeiros registros de ocupação humana na região estão presentes nos diversos sítios arqueológicos de sambaquis. Estes registros foram feitos por grupos caçadores-coletores, que construíam montes utilizando principalmente conchas de moluscos. Além das

conchas também é possível encontrar ossos de animais, ossadas humanas, fragmentos de cerâmica e instrumentos líticos (Almeida & Suguio, 2011).

Atualmente, este tipo de patrimônio é fiscalizado pelo Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN) por ser considerado bem da União. Este reconhecimento foi obtido após a identificação de sua relevância pelo registro dos costumes dos primeiros habitantes, dos materiais e técnicas utilizados, bem como da evolução das culturas praticadas pelo homem. Embora apresente leis para sua proteção, muitos sambaquis vêm sendo destruídos devido à falta de monitoramento, e pelo turismo desordenado (Almeida & Suguio 2011).

Além de sua importância arqueológica, os sambaquis são também utilizados como evidências para o estudo das variações do nível relativo do mar.

As diversas áreas do conhecimento possíveis de serem trabalhadas promovem aos sambaquis grande potencial turístico, como verificado por Almeida & Suguio (2011) nos sambaquis presentes em Cananeia, através do contato com a natureza, aprendizado cultural e ambiental que os mesmos podem promover.

### *1.7 Patrimônio Histórico*

Cananeia apresenta-se como um dos principais lugares na história da colonização do Brasil. O primeiro registro inicia-se em 1531, com a expedição de Martim Afonso de Souza. A coroa portuguesa delimitou na região a linha imaginária do Tratado de Tordesilhas, para o qual foi construído um monumento de pedra na Ponta do Itacuruçá, na Ilha do Cardoso (Figura 5A). O marco original foi retirado do local e transferido para o Museu de História do Rio de Janeiro (Estado de São Paulo, 2017).

Na época colonial, as conchas presentes nos sambaquis foram largamente utilizadas para a construção civil a partir da produção de cal, técnica conhecida como berbigão, que utilizava pedra, conchas e óleo de baleia. No interior e exterior de muitas casas e no museu de Cananeia ainda é possível observar essa técnica que era então utilizada é conservada até hoje (Figura 5B).

Atualmente, o município tornou-se um importante núcleo tombado como patrimônio histórico pelo CONDEPHAAT, no qual está preservada a arquitetura colonial através de casarões, ruas e ruínas (Figuras 5C e D). Construções como a igreja São João Batista, o



obelisco, os canhões presentes na Praça Martin Afonso e os argolões de bronze para amarrar as caravelas das expedições são exemplos dessa passagem (Figura 5E e F)(Estado de São Paulo, 2017).

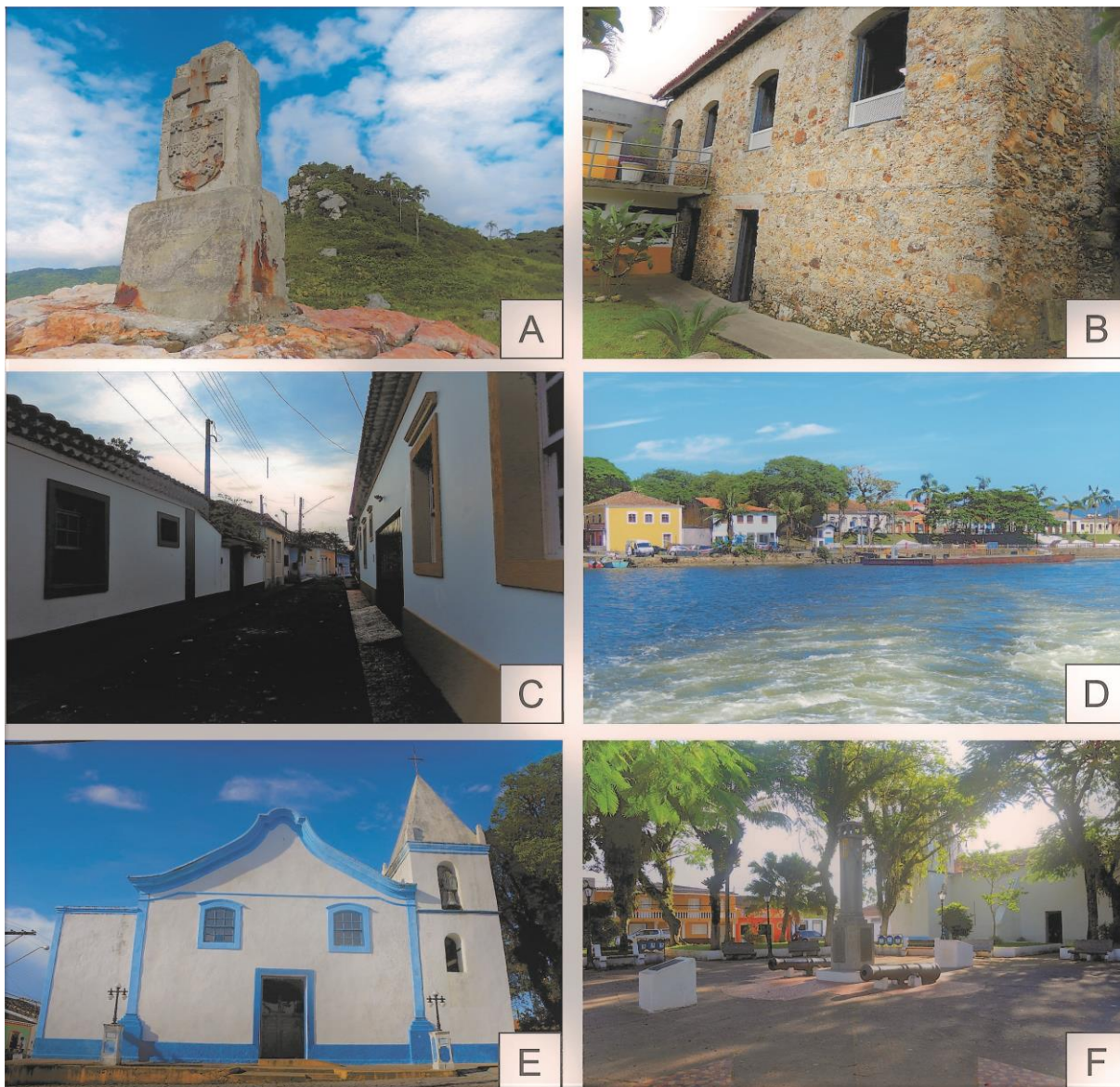


Figura 5. Aspectos históricos de Cananeia. A) Réplica do Marco de Tordesilhas localizado na Ponta do Itacuruçá. B) Parede do Museu de Cananeia com a técnica utilizada para a construção das casas feitas com pedras, conchas e óleo de baleia. C) Casas do centro histórico. D) Orla da cidade com as construções históricas. E) Igreja São João Batista. F) Praça Martin Afonso com o obelisco e canhões utilizados para a defesa da vila de Cananeia.

### 1.8 Patrimônio Cultural

O município de Cananeia apresenta um rico registro de ocupações pré e pós-coloniais, originadas de populações culturalmente distintas, tais como as comunidades indígenas, quilombolas e caiçaras. Estas comunidades possuem forte relação de

dependência com o meio físico quanto à utilização de recursos para garantia de sua sobrevivência e do seu modo de vida.

Atualmente há uma grande procura pelo turismo de base comunitária, que visa interagir com as comunidades tradicionais, refletindo sobre o modo de vida, costumes e tradições. A cultura destas comunidades está relacionada à agricultura, pesca, artesanato, culinária, manifestações e festas regionais em que o fandango, música típica caiçara, é tocada.

No PEIC a ocupação humana é caracterizada por comunidades tradicionais como, por exemplo, pela presença do caiçara (pescador-lavrador). Ao todo são sete comunidades: Pereirinha, Itacuruçá, Cambriú, Foles, Marujá, Enseada da Baleia e Pontal do Leste. O Marujá é a comunidade que possui maior concentração de habitantes e estrutura para a visita. A principal fonte de renda dessas comunidades é através do turismo e da atividade pesqueira no mar e na laguna, técnicas como o cerco, armadilha feita de madeira para reter os peixes é frequentemente vista no estuário (Figura 6A).

Na zona continental do município está presente a Reserva Extrativista do Mandira, local em que havia um antigo engenho de arroz em que a comunidade quilombola do Mandira resistiu (Figura 6B). A Casa de Pedra é uma antiga ruína dessa época, onde existia o antigo engenho construído com conchas, pedras e óleo de baleia (Figura 6C).

Neste quilombo foi desenvolvido um interessante projeto de sustentabilidade visando o manejo e comercialização de ostras, uma das principais fontes de renda que abastecem a demanda de grandes centros urbanos, como São Paulo e Curitiba. Anteriormente à aplicação do projeto, as ostras eram retiradas em qualquer época do ano, não respeitando o tempo de defeso e sendo vendidas a preços muito baixos para atravessadores. A comunidade se organizou com a ajuda de instituições de ensino e criou uma cooperativa para comercializar o produto. As ostras são cultivadas em viveiros feitos de madeira e malhas de aço que estão fixados na laguna (Figura 6D). Este projeto aumentou a autoestima e a identidade caiçara, valorizando sua origem e cultura. A comunidade oferece ainda diversos pratos feitos à base de ostras (Figura 6E e F).

Outras comunidades tradicionais presentes em Cananeia são o bairro de Santa Maria, que teve início através da vinda de alemães para o Brasil, a comunidade caiçara do Ariri, localizada nos limites entre os estados de São Paulo e Paraná, e a comunidade do Varadouro.



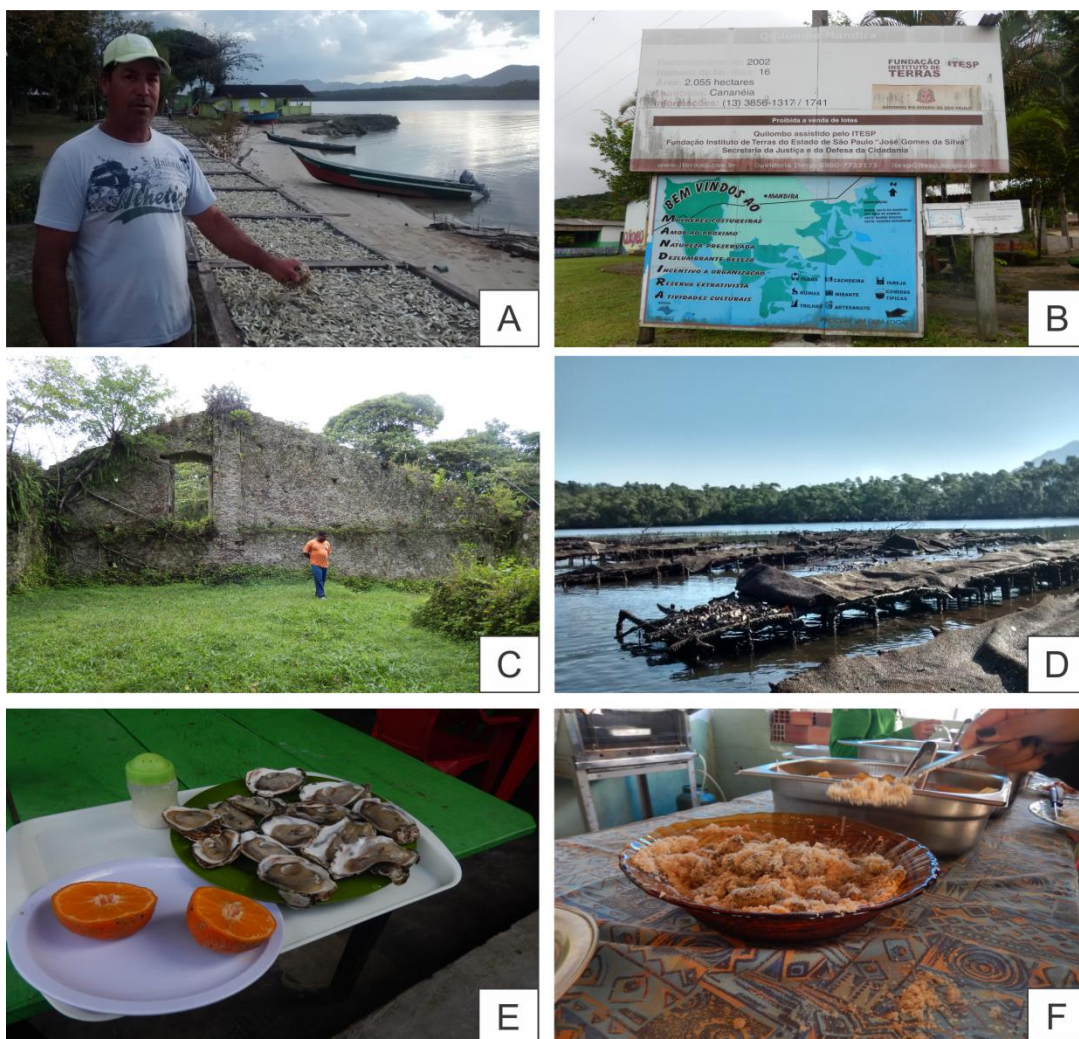


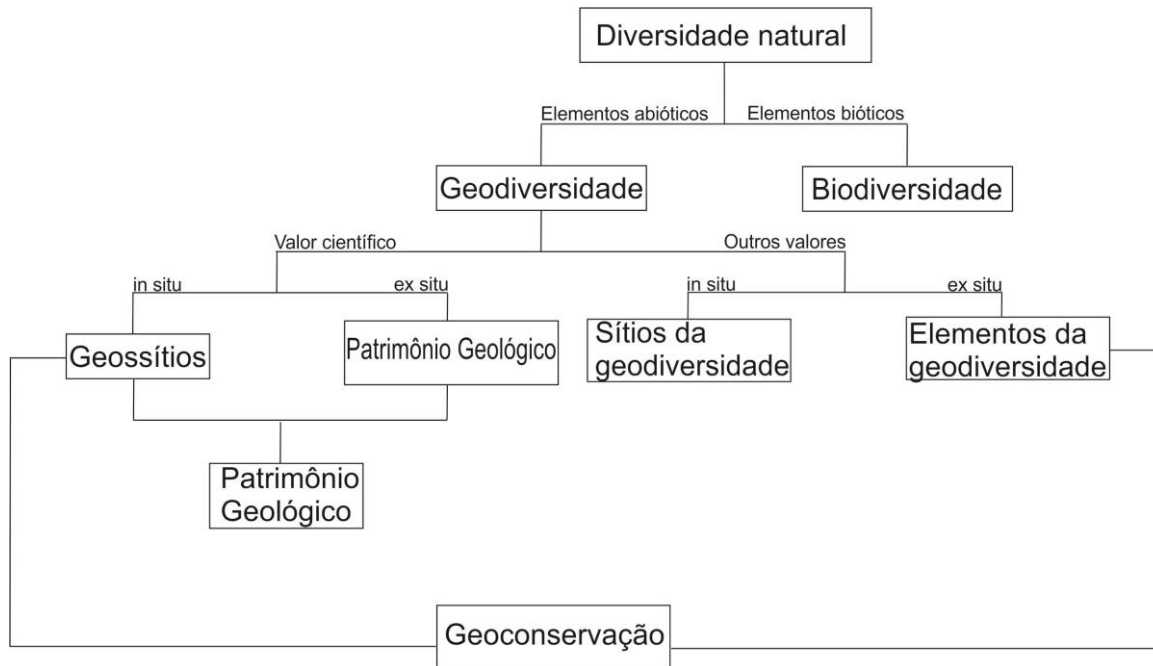
Figura 6. Aspectos culturais de Cananeia. A) Pesca artesanal realizada pela Comunidade da Enseada da Baleia. B) Comunidade do Mandira. C) Ruínas do antigo engenho de arroz no quilombo do Mandira. D) Viveiro de ostras no quilombo do Mandira. E) Ostras in natura. F) Farofa de ostra.

### 1.9 Metodologia

Para que os locais mais representativos com valor científico, educativo ou turístico sejam realmente preservados, é necessário o desenvolvimento de estratégias de Geoconservação. Segundo Brilha (2005), estas estratégias são baseadas em etapas sequenciais, constituídas por inventário, quantificação, enquadramento legal, conservação, divulgação e por fim, seu monitoramento.

Com base nestes valores, uma nova proposta é desenvolvida por Brilha (2016), que classifica os tipos de sítios geológicos a partir de características que os tornam singulares em termos de raridade, representatividade, idade e interesse para a ciência (Quadro 1).

Quadro 1. Relações entre à geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação. Fonte: Brilha (2016)



Quanto ao valor científico, sua importância é conferida no âmbito do conhecimento e produção acadêmica, sendo valiosos locais para compreender eventos e processos que sustentaram importantes descobertas científicas para a construção da história e compreensão da evolução geológica. Constituem geossítios os que, em seu conjunto, sustentam o patrimônio geológico de certa região e podem ter também valores educativo e turístico importantes. Aos sítios nos quais estes últimos são predominantes, o autor denomina como sítios da geodiversidade, que também necessitam de atenção, principalmente nos locais que poderiam ser utilizados no viés do geoturismo por sua relevância estética, pela paisagem ou a partir da educação.

Segundo Brilha (2005), como é impossível conservar toda a geodiversidade, a geoconservação só deve ser concretizada depois de um apurado trabalho de definição daquilo que deve ser considerado patrimônio geológico. Neste contexto vale ressaltar que os sítios de interesse geológico (geossítios e sítios da geodiversidade) são uma pequena parcela da geodiversidade e que, se não houver medidas apropriadas para sua conservação, há o sério risco de desaparecimento destes registros não renováveis. Somente com um adequado estudo de identificação e gestão é que estes locais podem ser utilizados através de seu valor científico, educativo ou turístico.

Como forma de orientar a seleção dos sítios foi utilizado o método de Brilha (2016) para o inventário de áreas restritas. Para tanto, o autor esclarece as etapas necessárias para

esta seleção, sendo elas: i) Revisão bibliográfica e consulta a especialistas, ii) Lista de locais potenciais, iii) Trabalhos de campo para verificar a representatividade do sítio, integridade, raridade na área de estudo e conhecimento científico, iv) Lista final de sítios e v) Avaliação quantitativa.

A avaliação quantitativa foi realizada por meio do método desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), presente na plataforma *online* denominada GEOSSIT (CPRM, 2017). Três parâmetros principais são avaliados: A) Valor científico, B) Risco de Degradação e C) Potencial de Uso Educativo e Turístico. A plataforma foi desenvolvida com base nos métodos de Brilha (2016) e Garcia-Cortés & Carcavilla-Urquí (2009). Após finalizada a quantificação, os resultados são analisados e discutidos com base na classificação obtida.

### *1.10 Etapas de trabalho*

Para atingir os objetivos propostos as seguintes etapas de trabalho foram realizadas:

#### *1.10.1 Revisão bibliográfica*

Esta etapa foi feita a partir da investigação das principais referências relacionadas aos temas da Geoconservação, como geodiversidade, patrimônio geológico e geoturismo, que norteiam o referencial teórico deste trabalho. Também foram pesquisadas diversas publicações sobre o contexto geológico e geomorfológico da região, e consulta a pesquisadores foram necessárias para que o conjunto dessas ações gerassem uma lista dos potenciais sítios a serem trabalhados.

Para o artigo *“Iniciativas de inventário e Quantificação do Patrimônio Geológico no Brasil: Panorama Atual”* foram investigados 61 inventários do patrimônio geológico desenvolvidos no Brasil. Para este levantamento foi feito uma exaustiva busca de publicações em periódicos, nos anais dos principais eventos científicos dedicados à temática, como o Congresso Brasileiro de Geologia e o Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, além da consulta às bases de bibliotecas das diversas instituições de ensino. As conclusões desta publicação visam contribuir para a compreensão da abrangência destas estratégias, para reflexão acerca da situação atual da prática da Geoconservação no Brasil e para a avaliação dos métodos que sustentam essas ações.

### 1.10.2 Trabalhos de campo

Esta etapa teve como objetivo o reconhecimento da área de estudo e análise dos afloramentos que seriam avaliados a partir de sua representatividade, integridade e raridade. Primeiramente, os sítios pré-selecionados foram visitados e descritos na caderneta de campo. Na descrição, foram identificados os aspectos geológico-estruturais, além de suas características para associação interdisciplinar com a biodiversidade, história e cultura.

Além disso, foi feito o registro fotográfico, coleta de coordenadas e amostras. Realizaram-se ao todo quatro saídas de campo entre os anos de 2016 e 2017.

### 1.10.3 Avaliação quantitativa

Em uma estratégia de Geoconservação, a avaliação quantitativa constitui-se na etapa seguinte ao inventário. Para este tipo de avaliação, atribui-se pontuações específicas a critérios preestabelecidos. O resultado fornece a verificação numérica dos valores referentes à relevância científica, ao risco de degradação e ao potencial de uso para o turismo e para a educação. Embora não definitivos, os resultados obtidos na quantificação são dados sólidos que podem ser úteis para direcionar outras iniciativas presentes em uma estratégia de Geoconservação.

### 1.10.4 Integração dos resultados

Após as etapas de seleção, revisão bibliográfica, trabalhos de campo, descrição e avaliação quantitativa, os dados foram integrados visando direcionar sugestões para que os sítios possam ser melhor explorados e valorizados através do turismo e da educação ambiental. Estas sugestões podem ser feitas tanto em nível municipal, especialmente para as secretarias de Turismo e de Meio Ambiente, como diretamente para os gestores das unidades de conservação envolvidas.

## 2 INICIATIVAS DE INVENTÁRIO E QUANTIFICAÇÃO DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO NO BRASIL: PANORAMA ATUAL

Artigo publicado no periódico “Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vide apêndice A.

**Resumo:** Este trabalho apresenta a investigação de 61 inventários do patrimônio geológico desenvolvidos no Brasil até o momento. A análise dos dados foi baseada nos seguintes critérios: método de seleção dos geossítios, método utilizado para o inventário e método de quantificação, além da distribuição geográfica das pesquisas no território brasileiro. Observa-se que os trabalhos de identificação do patrimônio geológico brasileiro vêm crescendo ao longo dos anos, porém o país ainda carece de muitas pesquisas, principalmente em regiões nas quais pouca ou nenhuma atividade foi identificada. As conclusões obtidas visam contribuir para compreensão da trajetória e abrangência destas estratégias, para reflexão acerca da situação atual da prática da Geoconservação no Brasil e para a avaliação dos métodos que sustentam essas ações.

### 3 GEOSÍTIOS DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 Introdução

Na geodiversidade está o registro dos diversos processos atuantes na formação de rochas, solos, fósseis, minerais entre outros, que possibilita a reconstituição da evolução geológica. Em Cananéia a geodiversidade é representada por uma variedade de rochas com idades e características distintas, que revelam eventos geológicos com escala de tempo que variam de milhões a mil anos atrás.

Para compreender os eventos geológicos relacionados à formação da região, serão a seguir descritos os geossítios selecionados como patrimônio geológico do município. Para esta seleção, foi utilizado como principal critério o valor científico que os mesmos possuem.

Os onze geossítios selecionados são apresentados seguindo a ordem geocronológica associada aos eventos relativo à sua formação, sendo eles: i) Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas, ii) Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá, iii) Serra do Itapitangui, iv) Sienito da Praia do Foles, v) Granito Cambriú, vi) Granito Peralcalino do Ariri, vii) Granito Milonítico do Ariri, viii) Intrusão diabásica do Pindaúba, ix) Intrusão alcalina do Morro de São João, x) Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno, xi) Processo Erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia (Figura7).

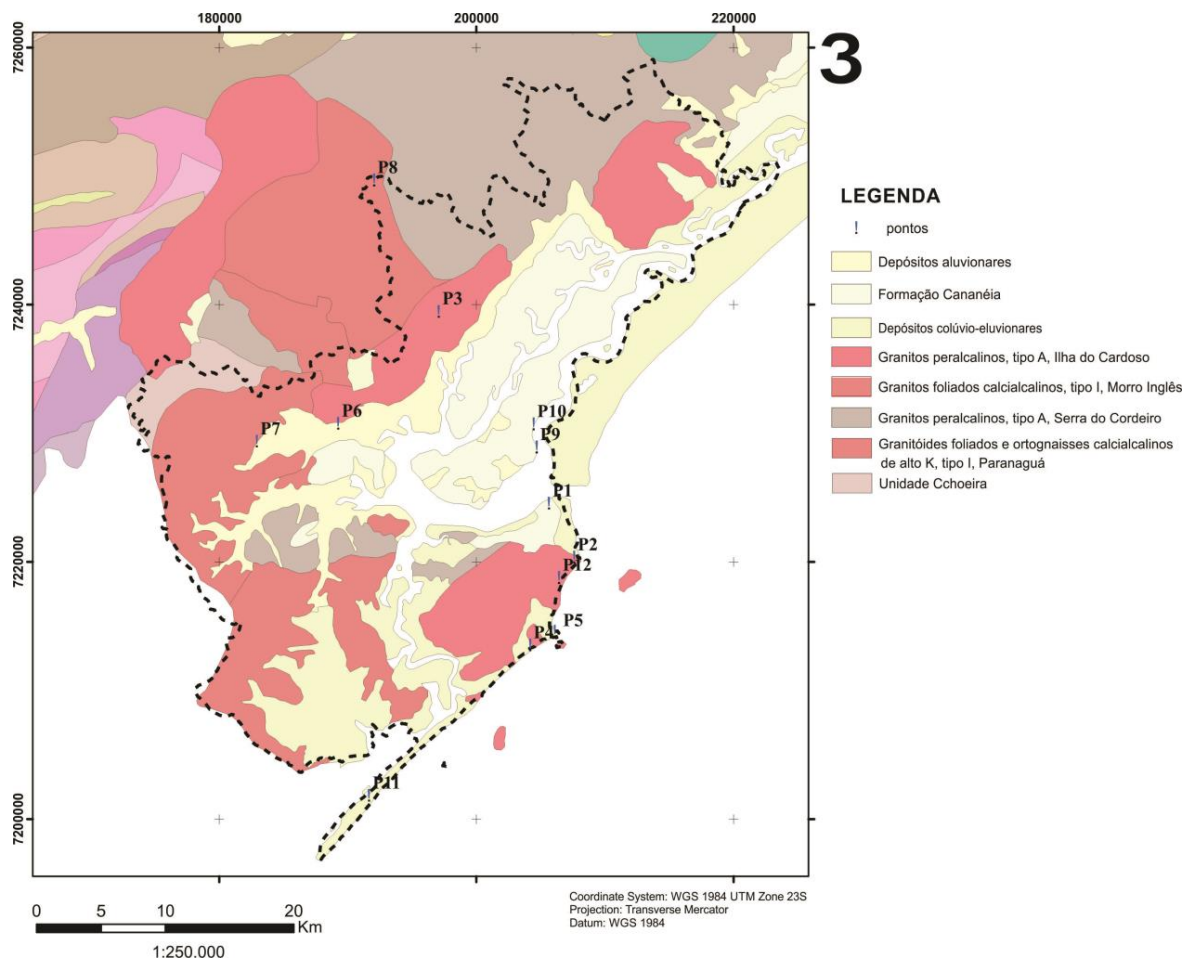


Figura 7. Sítios selecionados no município de Cananéia. P1) Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas, P2) Metassedimentos da Ponta do Itacuruça, P3) Serra do Itapitangui, P4) Sienito da Praia do Foles, P5) Granito Cambriú, P6) Granito Peralcalino do Ariri, P7) Granito Milonítico do Ariri, P8) Intrusão Diabásica do Pindaúba, P9) Intrusão alcalina do Morro São João, P10) Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno, P11) Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia.

O quadro 2 sintetiza os principais dados relacionados a cada geossítio como sua localização, litotipo, e o quadro 3 apresenta o contexto geológico dos mesmos. Seguem-se depois as descrições detalhadas de cada geossítio. O sítio da geodiversidade selecionado também foi incluído nesses quadros e sinalizado.

Com base nas referências disponíveis que abordam as etapas em Geoconservação é consenso que o inventário do patrimônio geológico é etapa primordial, que deve ser realizada a partir da seleção de geossítios com relevância científica. A descrição foi baseada no levantamento bibliográfico feito na região por meio de referências disponíveis, como Oliveira (1989), Suguio & Tessler (1992), Riccomini (1995), Weber (1998), Passarelli (2001), Spinelli (2007), Müller (2007), Spinelli & Gomes (2008), Cury (2009), Angulo et al., (2009), Passarelli et al., (2004), Souza & Souza (2015), Almeida et al., (2015). Realizou-se também a

consulta verbal e, via e-mails, para tirar eventuais dúvidas e complementar os dados obtidos a professores e pesquisadores que trabalham ou trabalharam na região.

Como a região é dotada de riquezas naturais extremamente diferenciadas que promovem a procura de turistas e pesquisadores das diversas áreas do conhecimento, também foram associados outros tipos de interesses aos geossítios como: biológico, cultural, histórico e turístico.

As regiões litorâneas do Brasil tornaram-se importantes locais para o aperfeiçoamento e desenvolvimento do conhecimento relativos ao Período Quaternário. Entretanto, também são alvo de grande interesse por parte da ocupação humana em zonas costeiras, que teve início em tempos pré-históricos com a ocupação de paleoíndios e, atualmente é ameaçada pela especulação imobiliária. Desta maneira, urge a necessidade de conservação e gestão de determinados locais que expressam importância significativa para a ciência, antes que os mesmos desapareçam.



Quadro 2. Síntese dos principais dados de cada geossítio.

<b>Geossítio</b>	<b>Localização</b>	<b>Litotipo predominante</b>
<i>Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas</i>	Ilha do Cardoso	Xisto
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruça</i>	Ilha do Cardoso	Mica-xistos
<i>Serra do Itapitangui</i>	Cananeia	Granito peralcalino
<i>Granito Sienito da Praia do Foles</i>	Ilha do Cardoso	Quartzo-sienito
<i>Granito Cambriú</i>	Ilha do Cardoso	Álcali-feldspato granito
<i>Granito Peralcalino do Ariri</i>	Cananeia	Granito
<i>Granito Milonítico do Ariri</i>	Cananeia	Granito
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	Cananeia	Diabásio
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	Cananeia	Sienito
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	Cananeia	Arenito
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	Ilha do Cardoso	Depósitos litorâneos
<b>Sítio da Geodiversidade</b>	<b>Localização</b>	<b>Litotipo predominante</b>
<i>Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso</i>	Ilha do Cardoso	Sienito

Quadro 3. Unidades geológicas pertencentes a cada geossítio.

		<b>Unidades Tectono-estratigráficas</b>	<b>Unidades Litoestratigráficas</b>	<b>Geossítios</b>
Quaternário	Pleistoceno	Coberturas Sedimentares Cenozoicas	Formação Cananeia	Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno
	Holoceno		Depósitos Litorâneos Indiferenciados	Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia
Cretáceo	Sup.		Intrusões alcalinas e básicas	Intrusão Alcalina do Morro São João
	Inf.			Intrusão de diabásio do Pindaúba
Neoproterozoico	Criogeniano		Formação Rio das Cobras	Metassedimentos da Praia do Pereirinha e Intrusões Alcalinas
				Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá
	Ediacarano	Terreno Paranaguá-	Granitos peralcalinos, tipo A. (Mandira)	Granito Peralcalino do Ariri
				Granito Cambriú
			Sienito da Praia do Foles	
		Granitos foliados calcoalcalinos, tipo I (Morro Inglês)	Granito Milonítico do Ariri	

## 3.2 Descrição dos Geossítios

### 3.2.1 Geossítio Metassedimentos da Praia do Pereirinha e Intrusões Alcalinas

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Morro localizado à oeste da praia do Pereirinha no Parque Estadual da Ilha do Cardoso.
<b>Acesso:</b>	É necessário pegar uma embarcação em Cananéia.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	205930/ 7224560 e 205881/ 7224731
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área complexa.
<b>Dimensão:</b>	Hectares
<b>Descrição sucinta:</b>	Morro constituído por rochas metassedimentares de baixo grau, datadas pelo método Sm-Nd e visualização das únicas elevações presentes na ilha de Cananeia e Ilha Comprida.
<b>Litotipo predominante:</b>	Xisto
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Formação Rio das Cobras (NPrC): muscovita-biotita-quartzo xisto com granada, silimanita e cianita: quartzito, calcixisto, biotita gnaiss e anfibolito; raros metagrauvaca, metarcóseo e gondito; metarenito e metassedimentos.
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico, didático e turístico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

Localizado em pequena elevação do lado oeste da praia do Pereirinha (Figura 8A), o geossítio é de fácil acesso e fica próximo às edificações do museu, sanitários e alojamentos do núcleo Perequê, do PEIC. Vindo de Cananeia é necessário o uso de embarcação, via Mar Pequeno, e depois caminhar pela estrada principal do parque. Em condições ideais de maré as embarcações podem parar diretamente na Praia do Pereirinha, muito próximo ao geossítio.

O geossítio é composto por duas áreas associadas a dois eventos geológicos distintos:

i) Elevação à oeste da Praia do Pereirinha constituída por rochas metassedimentares neoproterozoicas (Figura 8B).

O litotipo predominante é um xisto de origem sedimentar com coloração cinza. Apresenta bandamento rítmico, alternando bandas claras e escuras (Figura 8C). O bandamento é representado por intercalações pelíticas e psamíticas, que possuem espessuras variadas, de

subcentimétricas a métricas (Weber, 1998). Nas bandas claras observa-se um denso fraturamento, preenchidos por quartzo de espessura de até 0,5mm (Figura 8D e E).

As rochas metassedimentares na Ilha do Cardoso ocupam unicamente o domínio setentrional e distribuem-se em faixa alongada de direção E-W. Foram diferenciadas em conjuntos litológicos por três domínios (quartzo-xistos, mica-xistos e mica quartzo-xistos), sendo o domínio quartzo-xisto o que melhor representa o geossítio composto por biotita e muscovita, com níveis centimétricos ricos em quartzo (Weber, 1998).

Os xistos possuem em sua composição mineralógica quartzo, micas (biotita, muscovita/sericita) e andaluzita e sua textura varia de lepidoblástica a granolepidoblástica e porfiroblástica (Weber, 1998).

Segundo Weber (1998), os dados geoquímicos sugerem que a rocha fonte dos metassedimentos são prováveis andesitos desenvolvidos em arcos de ilha continental, cujo protolitos foram derivados do manto durante o Paleoproterozoico com idades entre  $1.883 \pm 27$  Ma.

ii) Ponto de observação das duas únicas elevações presentes na Ilha de Cananéia e Ilha Comprida, denominadas respectivamente Morro de São João e Morretes.

Deste local é possível ter uma excelente observação das elevações do Morro de São João (Ilha de Cananeia) e sua correspondente Morretes (Ilha Comprida), importantes intrusões alcalinas do mesozoico que se destacam na planície sedimentar. Estas elevações estão separadas pelo Mar Pequeno, que no local atinge aproximadamente 1 km de largura. A elevação do Morro de São João possui área de  $1,8 \text{ km}^2$  e 137 metros de altura, já sua correspondente possui proporções menores, com área de  $0,4 \text{ km}^2$  e 47 metros de altura (Figura 8F).

Do ponto de vista turístico, o geossítio está localizado em local extremamente visitado e conhecido pelos visitantes, popularmente chamado de Baía dos Golfinhos, pois a observação de botos-cinza próximo à costa é frequente.

Pelo fato do Núcleo Perequê possuir infraestrutura como sanitários, restaurantes, centro de interpretação e ser o núcleo mais acessível, tornou-se o mais visitado por turistas e estudantes. Regularmente centenas de pessoas visitam o local, fato intensificado na última década por grupos de alunos do ensino médio, fundamental e superior para práticas de estudos do meio. Esta atividade tornou-se uma das principais fontes de renda do parque e de geração de emprego para os monitores ambientais e comunidade local.

Os alunos visitam esta parte do núcleo com o objetivo de sensibilização, observação e algumas vezes coleta de dados nos diversos ecossistemas presentes na ilha, como a praia, restinga, mata de encosta, costão rochoso e manguezal. A atividade mais esperada pelos alunos e frequentemente realizada é a entrada ao ecossistema do manguezal, zona de sacrifício que foi acrescentada ao plano de manejo para contato com o ecossistema.

Em relação à vulnerabilidade, apesar desse local ser extremamente visitado durante todo o ano, o geossítio encontra-se extremamente preservado não sendo identificada nenhuma ameaça antrópica, apenas alterações ligadas a processos naturais, também baixa.

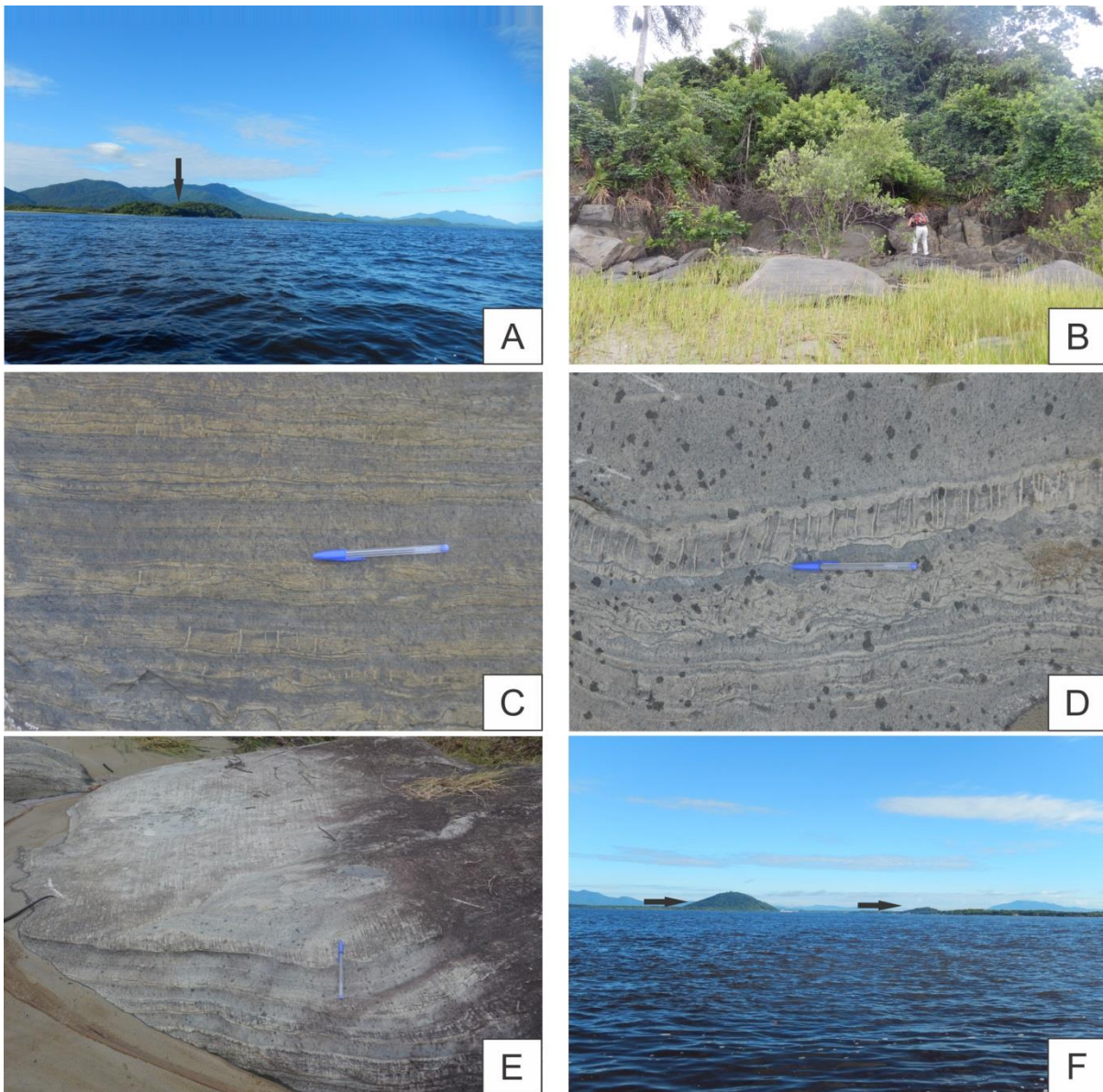


Figura 8. Geossítio Metassedimentos da Praia do Pereirinha e Intrusões Alcalinas. A) Vista da elevação do Morro do Pereirinha do Mar Pequeno. A flecha demonstra o local onde a elevação está localizada. B) Vista geral do afloramento. C) Bandas claras e escuras presentes no xisto. D) Fraturas preenchidas por quartzo localizadas somente nas bandas claras. E) Observação em plano horizontal da banda mais clara, notar as inúmeras fraturas presentes. F) Observação das elevações do Morro de São João (à esquerda) e Morretes (à direita) sinalizadas pelas flechas pretas.

### 3.2.2 Geossítio Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Ilha do Cardoso/ Ponta do Itacuruçá
<b>Acesso:</b>	De barco via Mar Pequeno até a Praia do Itacuruçá ou a pé, caminhando desde o Núcleo Perequê
<b>Coordenadas (UTM):</b>	207901.85/7220364.30
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	50x10 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Geoforma que se estende para a zona costeira por conta das rochas metassedimentares apresentarem-se em faixas alongadas de direção E-W.
<b>Litotipo predominante:</b>	Mica-xistos
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitos peralcalinos tipo A da Ilha do Cardoso (NP3peγ3Aic)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico, didático e turístico
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

Este geossítio apresenta excelente exposição e está localizado na Ilha do Cardoso, entre as praias do Itacuruçá e Ipanema, mais precisamente na Ponta do Itacuruçá, uma geoforma que se estende para a zona costeira por conta das rochas metassedimentares apresentarem-se em faixas alongadas de direção E-W. Trata-se de uma exposição contínua ao longo de 500 metros, de fácil acesso. No entanto, é necessário o uso de embarcação desde Cananéia via Mar Pequeno.

Na Ilha do Cardoso, este tipo de rocha ocorre de forma descontínua, distribuindo-se somente em seu domínio setentrional e estende-se através do canal de Ararapira adentrando o continente. Na zona continental, estas rochas possuem continuidade no bairro de Taquari e ocorrem como segmentos ao longo do Domínio Paranaguá, representando restos das encaixantes em meio ao complexo ígneo (Weber, 1995). Dados geoquímicos e geocronológicos, segundo este mesmo autor, sugerem que a rocha fonte destes metassedimentos sejam possíveis andesitos, formados em arcos de ilha continental, cujos protólitos foram derivados do manto durante o Paleoproterozoico ( $2.141 \pm 55$  Ma).

A rocha é representada pelo domínio dos mica xistos, litotipo que caracteriza a faixa central dos metassedimentos encontrados na Ilha do Cardoso (Weber, 1999). Exibe estratificação rítmica e alternância de coloração cinza escura e cinza claro, em geral com grãos finos a

muito finos, que varia entre silte e areia, respectivamente (Figura 9A). Quando alteradas, destacam-se a coloração vermelha para os níveis arenosos e a amarela para os níveis siltosos. A foliação geral apresenta localmente mergulho vertical que se destaca na paisagem (Figura 9B).

Merecem destaque as camadas psamíticas de até 30 metros de espessura, que indicam um aumento da deposição arenosa e que deram origem, posteriormente, à crista de quartzito com orientação EW que sustenta a feição topográfica que se destaca na Ponta do Itacuruçá (Figura 9C) (Karmann et al., 1999).

Fraturas na direção noroeste foram preenchidas por material que a tornou mais resistente neste contato (Figura 9D). Segundo Karmann et al., (1999), este preenchimento está relacionado com cristais submilimétricas de magnetita e ilmenita, abundantes nas rochas metassedimentares e que também ocorrem em formas dispersas, acompanhando a foliação principal e indicando controle estrutural.

Veios de composição calciossilicáticas concordantes com a foliação cortam o afloramento (Figura 9E). Além disso, dobras assimétricas também concordantes com a foliação demonstram o esforço atuante (Figura 9F). Nestas dobras é possível observar estruturas sedimentares primárias preservadas como estratificação cruzada e laminações cruzadas por migração de ondas (Petri & Fúlfaro, 1970). Segundo Karmann et al., (1999), a foliação é plano axial às dobras fechadas e isoclinais, com espessamento de charneira, rompimento de flancos e transposição.

Do geossítio é possível observar a Ilha do Bom Abrigo e a Serra do Itapitangui em toda sua extensão, bordejando os municípios de Cananeia e ao seu fim o de Iguape. Observa-se também a elevação do Morro de São João e Morretes presentes em Cananeia.

Do ponto de vista turístico, o geossítio está em local de elevada beleza cênica, além de conter importantes registros históricos da passagem dos portugueses pela região, encontrados na Ponta do Itacuruçá e na Ilha do Bom Abrigo, o que agrega elevado interesse histórico ao geossítio (Figura 9C).

Em relação à sua integridade, o local encontra-se extremamente preservado, visto que as ameaças identificadas causadas por processos naturais não possuem impacto relevante.





Figura 9. Geossítio Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá. A) Estratificação rítmica de composição arenosa (níveis mais claro) e silte (níveis mais escuros). B) Forte mergulho caracterizado nas rochas da Ponta do Itacuruçá. C) Crista de quartzito representante da grande camada que sustenta o relevo. A réplica do marco histórico também pode ser observável. D) Fraturas que preenchem e alteram a resistência da rocha. E) Veios de composição calciossilicática concordantes com a foliação. F) Dobras simétricas demonstrando a deformação dúctil.

### 3.2.3 Geossítio Serra do Itapitangui

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Serra que contorna o município de Cananéia até o município de Iguape.
<b>Acesso:</b>	A melhor observação deste enorme maciço é a partir da Ilha Comprida, local onde há o atracadouro da balsa que cruza o Mar Pequeno a partir de Cananéia.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	197364.83/ 7239470.91
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	50km <sup>2</sup>
<b>Descrição sucinta:</b>	Serra que contorna o município de Cananéia e apresenta enorme destaque na paisagem.
<b>Litotipo predominante:</b>	Granito peralcalino
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitóide peralcalino, tipo A
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico, turístico e didático
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Oliveira (1989), Passareli, (2001), Passareli et al., (2004)

A Serra do Itapitangui destaca-se na paisagem da planície costeira por conta de sua grande dimensão. Apresenta-se alongada com enormes escarpas de alta inclinação e topos agudos (Figura 10A, B). Outros nomes também existem para a Serra do Itapitangui, que mudam de acordo com bairros ou municípios localizados nas suas proximidades. Na área de estudo, a Serra do Itapitangui recebe a denominação de Serra do Mandira. Dois autores estudaram a Serra do Itapitangui e forneceram dados de duas zonas distintas, uma ao norte e outra ao sul do maciço.

A Serra do Itapitangui pertence ao Domínio Iguape, um dos quatro compartimentos tectônicos pertencentes à porção sul do Cinturão do Ribeira, balizado a norte pela Zona de Cisalhamento Serrinha e a sul pela zona costeira (Passareli, 2001). Este domínio desenvolveu-se no final do Neoproterozoico, como resultado de colagens vinculadas à formação do Gondwana Ocidental. Constitui-se de rochas graníticas datadas em 600 Ma, intrusivas em metassedimentos de baixo grau (Passareli et al., 2004). Passarelli (2001), subdividiu o Domínio Iguape em três grupos, sendo um deles o que se enquadra o granito da Serra do Itapitangui, cujas características são de rochas graníticas do tipo intraplaca e idade de 580 Ma pelo método Rb-Sr.

Neste domínio ocorrem também granitos similares aos granitos da Suíte Serra do Mar, com idade de 580 Ma, o que caracteriza melhor a zona na qual o maciço granítico Mandira está localizado. Segundo Passareli (2001) e Passarelli et. al. (2004) é um anfibólio-biotita sienogranito foliado com granulação fina, que representa magmatismo cálcio-alcálico de alto K com tendência peralcalina e características de ambiente intraplaca.

Segundo Oliveira (1989), o Maciço Mandira é um corpo intrusivo de composição granítica peralcalina de 50 km<sup>2</sup> de área de forma alongada elipsoidal. É seccionado em três porções condicionadas por falhamentos. Nestes falhamentos regionais, cuja direção é NW, importantes cursos d'água estão encaixados, como os rios Mandira e Itapitangui.

A história petrogenética do granito Mandira é descrita por Oliveira (1989), sendo consequência de um magmatismo básico juvenil, fusão parcial da crosta inferior, intrusões de stocks, plutons, diques e pequenos corpos irregulares de granitos porfiríticos cortando todas as unidades. Durante o *emplacement*, processos de metassomatismo sódico precoce, greisenização e metassomatismo potássico tardio ocorreram. Resfriamento e posterior fraturamento gerou a estrutura N40W na qual se encaixa o Rio Itapitangui.

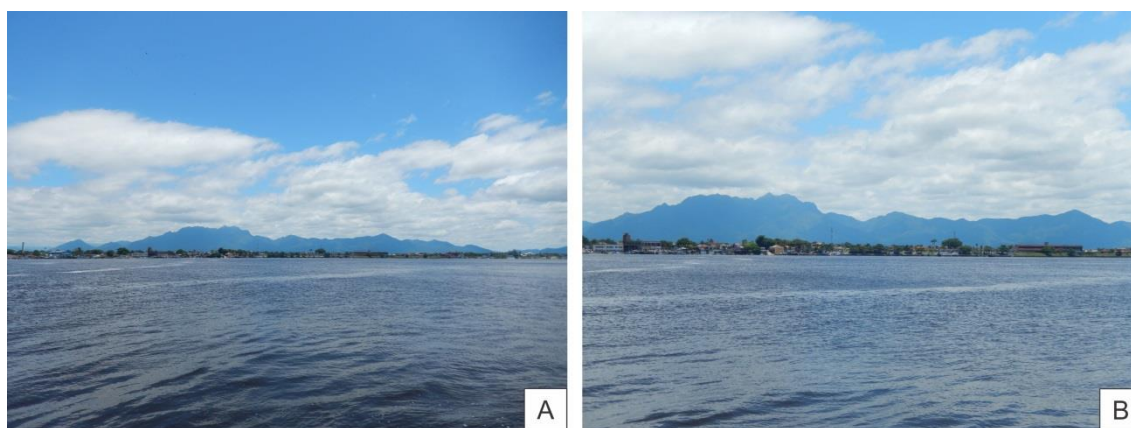


Figura 10. Geossítio Serra do Itapitangui. A) Em sua enorme extensão a Serra do Itapitangui apresenta-se alongada com enormes escarpas de alta inclinação e topos agudos. Sua extensão abrange desde o Ariri até o município de Iguape. B) A vila de Cananeia localizada na planície costeira bordada pela Serra do Itapitangui ao fundo.

### 3.2.4 Geossítio Sienito da Praia do Foles

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Ilha do Cardoso/ Costão ao lado sul na Praia do Foles
<b>Acesso:</b>	De barco via mar aberto até a praia do Foles ou a pé desde a praia do Itacuruçá.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	204464.00/7213521.00
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	20x15 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Sienito datado pelo método Sm-Nd, K-Ar e U-Pb
<b>Litotipo predominante:</b>	Sienito Três Irmãos (quartzo-sienito)
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitos peralcalinos tipo A da Ilha do Cardoso (NP3pey3Aic)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico e turístico
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

Este geossítio é facilmente acessado e está localizado no costão sul da Praia do Foles, na Ilha do Cardoso. O costão é constituído por um pequeno lajedo envolto por inúmeros blocos de dimensões métricas (Figura 11A).

A rocha apresenta-se com grande capa de alteração, sua cor é cinza clara e não há mais o predomínio dos minerais escuros vistos em outras rochas da Ilha, como por exemplo o Sienito Três Irmãos (STI) (Figura 11B). Destaca-se neste costão a presença de rocha intrusiva com características mais finas e coloração preta, caracterizada como um quartzo sienito (Figura 11C).

Segundo Weber (1998), a mineralogia do sienito é composta por microclínio micropertítico a mesopertítico que ocorre tanto como fenocristais idiomórficos, normalmente com crescimento zonado e englobando pequenos núcleos de plagioclásio. Os plagioclásios são idiomórficos a hipidiomórficos, ocorrendo disseminados na matriz ou em pequenos núcleos aprisionados em fenocristais de microclíneo. Os principais minerais máficos presentes são anfibólios representados por hornblendas xenomórficas a idiomórficas e os minerais acessórios são representados pela apatita, opacos e zircão.

A datação deste corpo realizada por Weber (1999), através do método Sm-Nd resultaram em  $2030 \pm 55\text{Ma}$  que demonstra a diferenciação do manto durante o Paleoproterozoico. Para K-



Ar em anfibólios foi obtida idade de  $597 \pm 14$  Ma demonstrando rápido resfriamento desta rocha. Para o método U-Pb resultou em idades  $618 \pm 7$  Ma relativa à época de cristalização dos zircões.

Do ponto de vista turístico, a Praia do Foles é frequentemente visitada por turistas, que decidem fazer a trilha desde a comunidade do Marujá e passar o dia na praia. A Praia do Foles possui uma única família estabelecida no local, que oferece hospedagem a partir de campings ou alugueis de casas. O local também possui a serra em contato direto com a zona costeira, paisagem incomum em uma área na qual o predomínio é a planície costeira (Figura 11D).

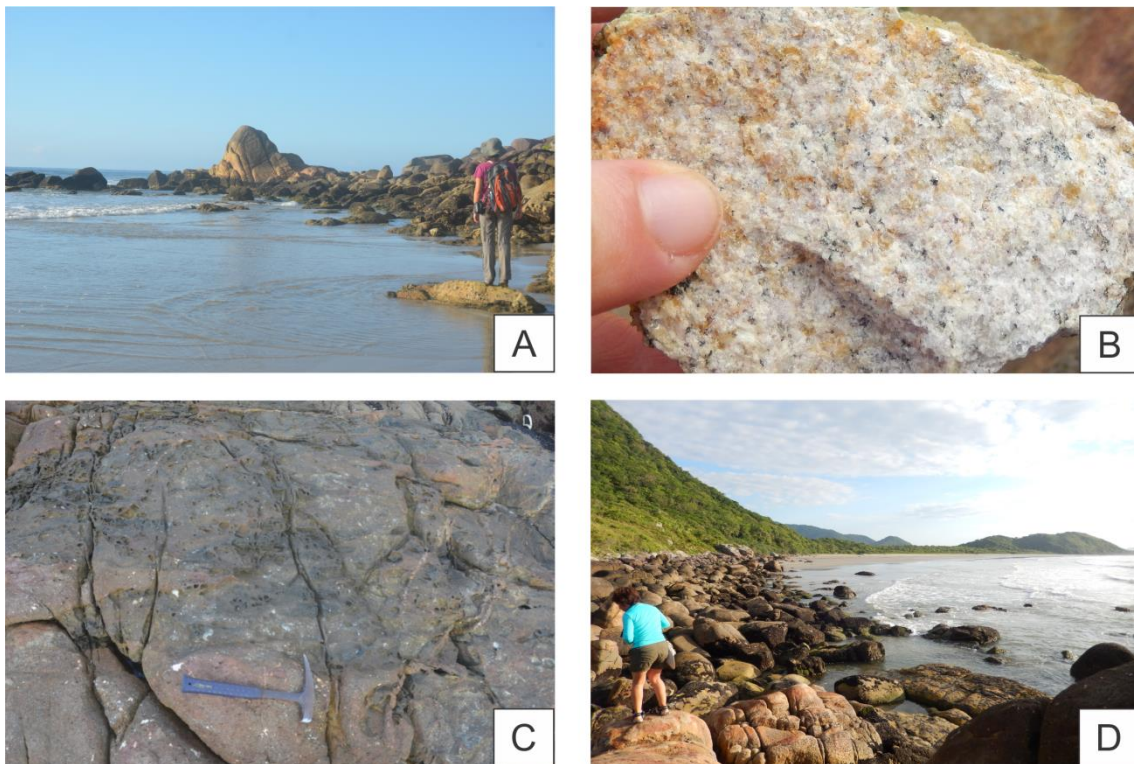


Figura 11. Geossítio Sienito Três Irmãos da Praia do Foles. A) Vista geral do afloramento. B) Quartzo-sienito Três Irmãos. C) Intrusão de rocha mais escura e granulação mais fina. D) Quantidade de blocos que compõem o afloramento e vista da praia do Foles e a serra que contorna a praia.

### 3.2.5 Geossítio Granito Cambriú

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Ilha do Cardoso/ Costão localizado do lado sul da praia do Cambriú
<b>Acesso:</b>	De barco via mar aberto até a praia do Cambriú ou a pé, desde a praia do Itacuruça.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	206371.21/7214613.76
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	100x20 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Álcali-feldspato granito intrusivo no Sienito Três Irmãos.
<b>Litotipo predominante:</b>	Álcali-feldspato granito
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitos peralcalinos tipo A da Ilha do Cardoso (NP3peγ3Aic)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico e turístico
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

Localizado no costão rochoso entre as praias de Cambriú e do Folinho, este geossítio possui acesso de dificuldade moderada que deve ser feito a partir da Praia de Cambriú, na Ilha do Cardoso. Para chegar ao geossítio é necessário percorrer longo caminho de blocos e lajedos, além de ser essencial verificar se as condições da maré estão ideais para a passagem (Figura 12A).

A rocha é um granito leucocrático, que se distingue do Sienito Três Irmãos por sua cor cinza-rosada, com presença de biotita, textura inequigranular e granulação média. Em seções delgadas (Weber, 1998), predomina nessa rocha o microclínio normalmente hipidiomórfico com geminação em grade (55%), além de quartzo (20%), plagioclásio (5%), ocorrendo em maior ou menor proporção. A hornblenda e a biotita são os principais minerais máficos. Os minerais acessórios mais comuns são apatita, zircão, opacos e titanita, distribuindo-se em diagrama QAP no campo relativo ao álcali-feldspato granito.

Verifica-se também a relação intrusiva entre o Granito Cambriú e o Sienito Três Irmãos, observável a partir de enclaves com formas arredondadas e/ou angulares do sienito encaixante englobado no Granito Cambriú (Figura 12B, C).

As rochas que compõem o geossítio são as mesmas encontradas nas ilhas do Bom Abrigo e do Cambriú (Weber, 1998), sugerindo que ambas já estiveram unidas, mas foram separadas

por conta de eventos ocorridos no Quaternário, tais como alterações climáticas que influenciaram nas variações do nível relativo do mar.

O Granito Cambriú foi analisado pelo método Sm-Nd, o que resultou em idades de  $1.536 \pm 49$  Ma que sugerem que estas rochas se originaram a partir de material do manto superior durante o Mesoproterozoico. Idades de cristalização U-Pb em zircões apresentam-se distribuídas e alinhadas em Diagrama U-Pb e resultaram em  $583 \pm 45$  Ma. Para o método K-Ar foi realizada análise em anfibólio cujas idades concentraram-se entre  $531 \pm 5$  Ma (Weber, 1995).

Do geossítio é possível observar a Ponta do Itacuruçá, o enorme maciço constituído pelo Sienito Três Irmãos, a Ilha do Bom Abrigo, a Praia do Cambriú e a parte setentrional da Ilha do Cambriú (Figura 12D), o que o torna um ponto de observação geomorfológica importante.

Do ponto de vista turístico, a Praia do Cambriú é a segunda praia com mais infraestrutura após a comunidade do Marujá. Lá está estabelecida a comunidade tradicional do Cambriú, que oferece campings e casas para hospedagens, além de bares para alimentação. O local tem elevada beleza devido a ser uma das únicas praias onde a serra está em contato direto com a zona costeira, paisagem incomum em uma área na qual predomina a planície costeira. Além disso, no canto norte da praia, desagua o Rio Cambriú, rio de elevada largura e energia que potencializa a beleza do lugar.

A integridade do geossítio não foi afetada por nenhuma ameaça tanto antrópica como natural e sua vulnerabilidade é baixa por conta da resistência da rocha.

O geossítio apresenta ainda interesse cultural, preservados nos costumes e tradições da pequena comunidade do Cambriú, como a pesca artesanal.

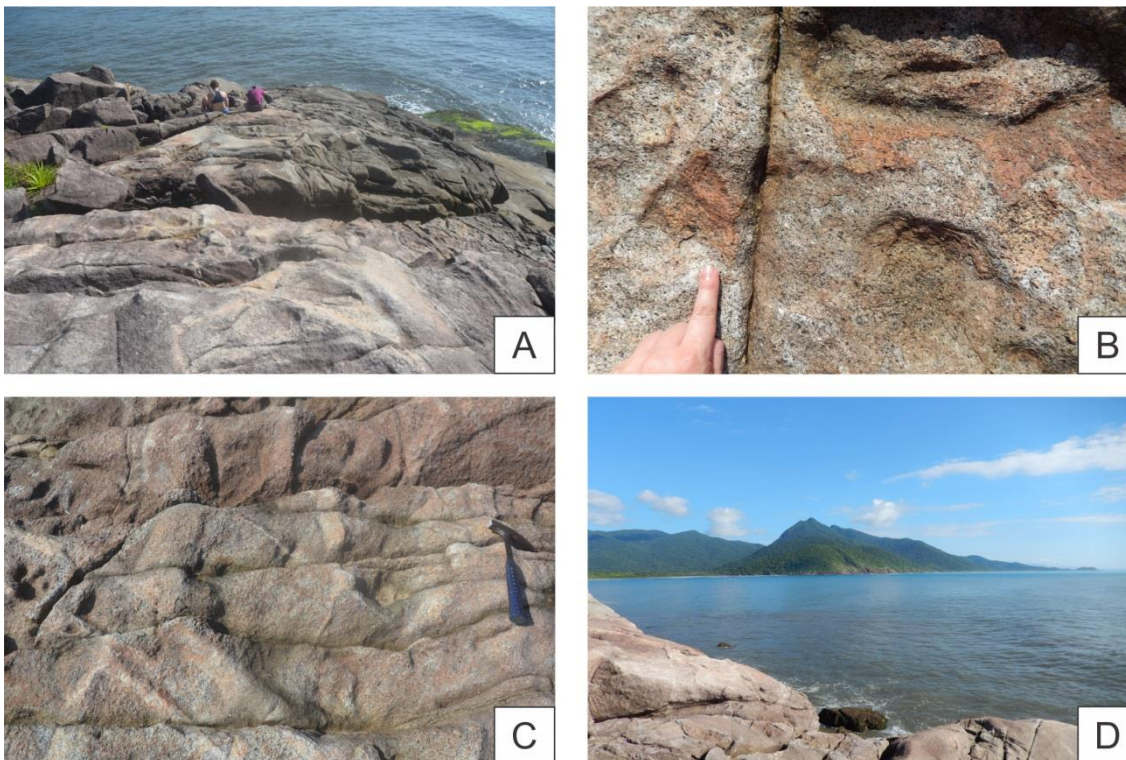


Figura 12. Geossítio Granito Cambriú. A) Vista geral do afloramento. B) Intrusão do granito Cambriú no Sienito Três Irmãos. C) Intrusões de formas irregulares no Granito Cambriú. D) Vista a partir do geossítio. Observa-se o enorme maciço constituído pelo Sienito Três Irmãos, principal litotipo da Ilha do Cardoso, a Ponta do Itacuruçá e a praia de Cambriú.

### 3.2.6 Geossítio Granito Peralcalino do Ariri

<b>Localização/ Ponto de Referência:</b>	Estrada do Ariri/ Logo após as ruínas do Quilombo do Mandira
<b>Acesso:</b>	Estrada do Ariri
<b>Coordenadas (UTM):</b>	0795326/723135
<b>Tipo (Fuentes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	150x30 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Afloramento composto por blocos <i>in situ</i> com dimensões métricas de composição granítica.
<b>Litotipo predominante:</b>	Granito
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitos peralcalinos, tipo A (NPEpy3A)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso Potencial</b>	Científico
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

O acesso ao geossítio deve ser feito a partir da vila de Itapitanguí através da estrada do Ariri, estrada de terra que também dá acesso ao Quilombo do Mandira. O geossítio está localizado



em uma propriedade particular cujo dono utiliza o local como moradia e para a criação de animais.

Trata-se de uma extensa área com dimensão de 150x30 metros composta por inúmeros blocos *in situ* de proporções métricas (Figura 13A e B). A rocha é um granito com coloração preta que atinge tons mais esverdeados. Apresenta textura fanerítica média e equigranular. É composta principalmente por grãos de quartzo, feldspato plagioclásio e feldspato alcalino, além de mineral máfico (biotita) e encontra-se extremamente intemperizada com extensa capa de alteração (Figura 13C).

Os granitos da Ilha do Cardoso, mais precisamente na Ponta do Cambriú, possuem semelhanças com o granito identificado no geossítio, sugerindo sua continuidade na zona continental (Weber, 1998). As análises U-Pb obtidas mostram idades próximas no intervalo de  $567 \pm 76\text{Ma}$  (Weber, 1998).

Em relação ao potencial turístico do geossítio, não foi reconhecido nenhum elemento que poderia agregá-lo como um atrativo. Entretanto o geossítio está localizado próximo ao Quilombo do Mandira, local visitado por muitos turistas que desejam conhecer os costumes e as tradições da comunidade quilombola. Além disso, nas últimas décadas, essa estrada tornou-se uma importante rota de cicloturismo, o que intensificou seu movimento.

Sobre sua vulnerabilidade, não foi identificada nenhuma ameaça tanto antrópica como natural.



Figura 13. Geossítio Granito Peralcalino do Ariri. A) Vista geral do afloramento localizado em propriedade particular. B) Blocos que compõem o geossítio. C) Amostra retirada do geossítio exibindo processo de alteração.

### 3.2.7 Geossítio Granito Milonítico do Ariri

<b>Localização/ Ponto de Referência:</b>	Estrada do Ariri/ Antes da vila de Santa Maria
<b>Acesso:</b>	Estrada do Ariri
<b>Coordenadas (UTM):</b>	788831.00/ 7229964.00
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	100x15 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Afloramento composto por um único bloco in situ de dimensões métricas de composição granítica.
<b>Litotipo predominante:</b>	Granito
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitóides foliados e ortognaisses calcialcalinos de alto K, tipo I (NP3peγ1I): Paranaguá (gm)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso Potencial</b>	Científico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Cury (2009)

O acesso ao geossítio deve ser feito a partir da vila de Itapitanguí, através da estrada do Ariri, que também dá acesso ao Quilombo do Mandira. O mesmo encontra-se em corte de estrada e seu acesso é difícil por conta da vegetação (Figura 14A)

O geossítio representa uma das suítes do terreno Paranaguá. Este terreno é composto por unidades pré-cambrianas e distribui-se segundo faixa alongada ocupando os estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo.

Constitui-se em grande parte por um complexo ígneo sendo que a partir de dados petrográficos, foi classificado em três suítes graníticas que diferem entre si a partir de suas texturas e estruturas (Suíte Morro Inglês, Suíte Rio do Poço e Suíte Canavieiras-Estrela) (Cury, 2009).

O geossítio apresenta características típicas da Suíte Morro Inglês. Esta suíte é composta por rochas graníticas que se estendem desde a Ilha de São Francisco do Sul (SC) até a região de Iguape (SP).

As rochas pertencentes à Suíte Morro Inglês foram formadas em arco magmático e possuem caráter cálcio-alcalino de alto K a shoshonítico, com conteúdos relativamente altos de Ba,

Nb, Zr, Rb, Sr, Th e  $K_2O$ , o que indica um ambiente sin a tardi-colisional relacionado a arcos magmáticos maduros, com fontes modificadas pela contaminação crustal (Cury, 2009).

O geossítio apresenta características de um granito leucocrático, cuja coloração varia de tons cinza claros (Figura 14B), granulação média com fenocristais foliados de feldspato potássico. Segundo Cury (2009) neste granito ocorre uma textura que difere das demais devido o mantimento de feldspato alcalino por minerais opacos (óxidos), com níveis de opacos acompanhando o zoneamento interno dos fenocristais.

Segundo Cury (2009) a rocha é um sienogranito ou monzogranito porfirítico, com estrutura gnáissica. É composto principalmente por fenocristais de K-feldspato, quartzo, plagiocásio, biotita, anfibólio, epidoto, titanita, apatita, allanita e zircão. É possível observar fraturamento (principalmente dos fenocristais) e estiramento (quartzo, feldspato e biotita) na fábrica mineral.

Intrusões irregulares leucograníticas de dimensões centimétricas até 1,5 m de espessura e em direções diversas (cortando ou concordante à estrutura) podem ser observadas (Cury, 2009). Os veios e diques ocorrem encaixados na maioria em litotipos deformados, especialmente nos milonitos.

Além dos dados petrográficos, os dados estruturais dessas suítes apontam que suas colocações ocorreram durante estágio tardio do período colisional. Foram posicionados a partir de eventos no pré-cambriano e também no Mesozoico referentes aos arqueamentos Guarapira e Ponta Grossa e também à ruptura do Gondwana Sul-Occidental, decorrente da abertura do Oceano Atlântico Sul. Estes eventos podem ser observados nos litotipos do Terreno Paranaguá como falhas rúpteis, transcorrentes e inversas, e pela presença de diques basálticos de direção NW-SE (Cury, 2009).

Este granito foi datado utilizando dois métodos distintos para U-Pb. No método ID-TIMS os valores apontam  $498 \pm 5$  Ma. Os dados obtidos por LA-ICP-MS estão distribuídos entre o Neoproterozoico Superior, com idades entre  $601 \pm 20$  Ma. Os dados K-Ar estão associados ao período Cambriano, caracterizando idades de  $544 \pm 19$  Ma e isothermas superiores a  $250^\circ$ - $200^\circ C$  (Cury, 2009).

Em relação à vulnerabilidade, não foi identificada nenhuma ameaça tanto antrópica como natural.

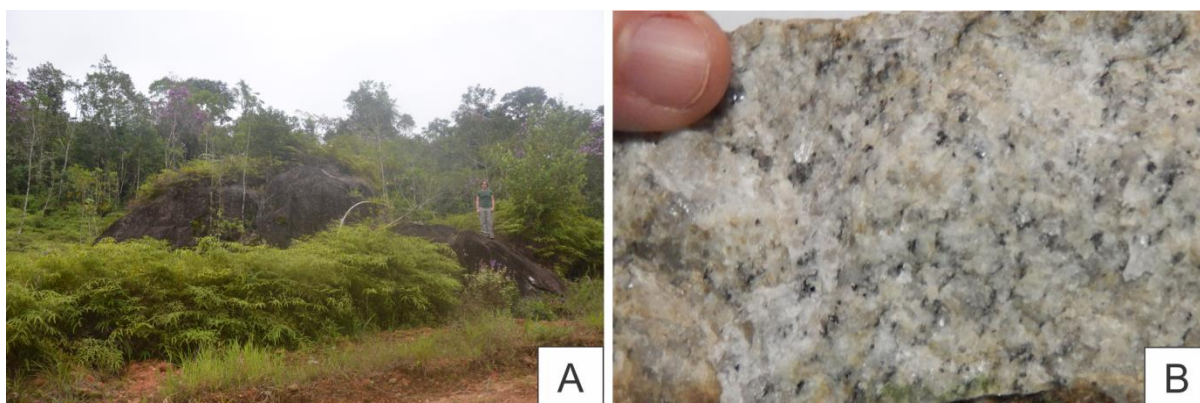


Figura 14. Geossítio Granito Milonítico do Ariri. A) Vista geral do afloramento. B) Granito Milonítico.

### 3.2.8 Geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba

<b>Localização/ Ponto de Referência:</b>	Estrada do Pindaúba
<b>Acesso:</b>	O geossítio está situado em corte de estrada cujo trajeto é feito quase inteiramente por estrada de terra.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	798801.48/ 7249901.53
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	100x15 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Afloramento que representa significativa intrusão de diabásio com mais de 100 metros de extensão.
<b>Litotipo predominante:</b>	Diabásio
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Não foi identificado pelos autores.
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa.
<b>Uso Potencial</b>	Científico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Almeida et al., ( 2015); Almeida et al., (2017)

O acesso ao geossítio é feito pela Estrada do Pindaúba, estrada de terra em condições moderadas de conservação. O geossítio está localizado em corte de estrada e refere-se a um dique associado a importante evento intrusivo na região, com 100 metros de comprimento e 15m de altura (Figura 15A).



Essa intrusão, identificada em conjunto com outras ocorrências, torna-se um importante dado para compreender a fragmentação do Supercontinete Gondwana e consequente abertura do Oceano Atlântico Sul relacionada ao Arco de Ponta Grossa, cujos diques de composição toleítica e alcalina estão concentrados entre os lineamentos de Guapiara e São Jerônimo-Curiúva.

A rocha é um diabásio composto por plagioclásio e grãos intergranulares de clinopiroxênio associados com magnetita e ilmenita, sendo apatita o principal mineral acessório (Almeida et al., 2017) (Figura 15B). Dados analíticos obtidos pelos supracitados autores fornecem idades U/Pb em zircões entre 129,8 e 134 Ma desta rocha. A idade obtida revela um aspecto científico interessante, pois demonstra que nem todos os diques de diabásio estão associados ao magmatismo da Serra Geral.

O afloramento encontra-se por vezes extremamente intemperizado, sendo possível observar blocos da mesma rocha encontrada no afloramento com esfoliação esferoidal (Figura 15C e D). Devido à formação de espesso pacote pedológico muita vegetação se desenvolveu no geossítio, o que dificulta muito seu acesso e observação.

Em relação à vulnerabilidade não foi identificada nenhuma ameaça antrópica, porém sua vulnerabilidade natural é moderada por conta dos processos erosivos e intempéricos.



Figura 15. Geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba. A) Vista geral do afloramento. B) Diabásio, principal rocha encontrada no afloramento. C) Processo intempérico atuante no afloramento resultando na formação de solo. D) Alteração esferoidal em blocos de mesma composição do afloramento.

### 3.2.9 Geossítio Intrusão Alcalina do Morro São João

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Escritório da Sabesp e antiga fábrica Golfinho Azul.
<b>Acesso:</b>	Pegar a Rua Ernesto M. Simões para acesso ao escritório da Sabesp e Rua Ricardo Boechat Ramos para acesso à antiga fábrica Golfinho Azul.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	0204979/7228924
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Mirante.
<b>Dimensão:</b>	1,8 km <sup>2</sup>
<b>Descrição sucinta:</b>	Única elevação presente na Ilha de Cananeia constituída de rocha alcalina decorrente de significativo evento intrusivo.
<b>Litotipo predominante:</b>	Sienito.
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Coberturas sedimentares do Cenozoico (Q1nc).
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa.
<b>Uso potencial:</b>	Científico, didático e turístico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Riccomini (1995), Spinelli (2007), Spinelli & Gomes (2008)

O geossítio está localizado próximo ao centro de Cananeia e compreende duas subáreas que apresentam o mesmo litotipo, porém com acessos distintos.

i) O Morro de São João é a única elevação presente na Ilha de Cananeia e tem 137m de altitude e área de aproximadamente 1,8 km<sup>2</sup>. Possui densa cobertura vegetal e em seu topo foi erguido um mirante para visualização da paisagem.

ii) Afloramento na base do Morro São João com presença de inúmeros blocos *in situ* de dimensões métricas (Figura 16A).

O Morro São João é conhecido segundo a bibliografia como o Maciço Alcalino de Cananeia. Essa elevação corresponde a uma das inúmeras ocorrências no Brasil de rochas alcalinas de idade mesozoica registradas no Cretáceo Superior (Figura 16B). À sua frente, na Ilha Comprida, é possível observar outra ocorrência alcalina relacionada ao mesmo evento (Morretes), de dimensões menores. Essas duas elevações estão interligadas pela Laje do Argolão, que foi estudada por Suguio et al., (1987) e encontra-se submersa devido à presença do Mar Pequeno. As intrusões têm provavelmente idades similares e estão controladas tectonicamente pelo Lineamento Guapiara, pertencente à feição estrutural Arco de Ponta Grossa, também do Mesozoico (Spinelli, 2007; Riccomini, 1995).

O Arco de Ponta Grossa é uma estrutura soerguida que possui falhamentos subparalelos com eixo de direção NW. Está associado a falhas normais, fraturamento, arqueamentos regionais e *horsts* dômicos (Vieira, 1973 apud Spinelli, 2007). O magmatismo basáltico, de composição toleítica, intruiu utilizando o padrão de faturamento da estrutura, o que deu origem a importantes intrusões. como, por exemplo o da Serra Geral, formadas a partir da ativação da Plataforma Sul-Americana (Almeida, 1986) que preencheram a Bacia do Paraná e posteriormente serviram como fonte para os sedimentos da mesma bacia.

Além dos diques de composição básica outro evento, porém de carácter alcalino, teve início a partir de uma pluma mantélica que perpetuou por aproximadamente 40 Ma entre o Cretáceo Inferior e o Cretáceo Superior (Herz, 1977) dando origem a importantes corpos alcalinos conhecidos como Itatiaia e Poços de Caldas e, na área de estudo em questão, o Morro de São João. Além destes corpos alcalinos, outros inúmeros exemplos estão concentrados ao longo do Arco de Ponta Grossa, localizados predominantemente entre os lineamentos Guapiara e São Jerônimo-Curiúva, como Jacupiranga, Juquiá e Pariquera-Açu.

O Morro de São João é formado por rochas sieníticas (Figura 16C) que possuem como encaixante o embasamento cristalino de idade pré-cambriana, representado por filitos, xistos e gnaisses do Grupo Açungui (Spinelli, 2007, Riccomini, 1995). Dois tipos litológicos predominantes foram identificados: álcali feldspato sienitos e quartzo-álcali feldspato sienitos (Spinelli, 2007). A unidade descrita em Perrota et al., (2005) como coberturas sedimentares do Cenozoico (Q1cn) não corresponde à verificada em campo.

Dados mineralógicos, geoquímicos e geocronológicos desta rocha alcalina foram obtidos por Spinelli (2007). Mineralogicamente a rocha é composta por feldspato alcalino (mesopertita), como fase mais abundante. Plagioclásio possui ocorrência restrita e quartzo é o segundo mineral félsico relevante, além de clinopiroxênio e anfibólio com variações composicionais correspondendo às etapas máficas que aparecem subordinadas a biotita e olivina. Os minerais acessórios presentes são apatita, titanita, opacos e zircão. O estado de cristalização, segundo o mesmo autor, indica temperaturas de formação de 950°C para os álcali feldspato sienitos, relativo a um ambiente levemente oxidado e ao redor de 800°C para os quartzo-álcali feldspato sienitos, associado a ambiente menos oxidado sobre baixa pressão.



Riccomini (1995) correlaciona o padrão de fraturamento à tectônica mesozoica-cenozoica atuante na região sudeste do Brasil, demonstrando a evolução dos regimes e esforços dominantes. O autor discute duas fases atuantes na deformação do maço, uma de orientação NE-SW de natureza extensional e do cretáceo superior relacionada à extensão do Alinhamento Guapiara e outra, de orientação NW-SE, de caráter transcorrente sinistral de idade paleogênica, referente à ativação de antigas zonas de cisalhamento do Rifte Continental do Sudeste do Brasil que, em condições rúpteis registradas em juntas e falhas, asseguraram a colocação de diques de lamprófito e geração de juntas nos diques de traquito.

Os diques que cortam o Morro de São João variam de granulação grossa a fina, chegando até a afanítica. Segundo Riccomini (1995), os diques de traquito possuem a mesma direção NW que é igualmente verificada na Laje do Argolão, interpretando que possivelmente a laje trata-se também de um dique de traquito.

Dados geocronológicos deste corpo alcalino foram obtidos através do método K-Ar (Amaral et al., 1967, Sonoki & Garda, 1988) e pelo método Rb-Sr (Spinelli, 2000; Spinelli et al., 2001). Mais recentemente outros dados realizados por Spinelli & Gomes (2008) forneceram idades similares para os dois métodos aplicados. Através do método Ar-Ar em biotita os autores supracitados obtiveram idades de 83,3 Ma, e pelo método Rb-Sr, idades de  $85,6 \pm 2,7$  Ma.

Do mirante do morro é possível observar a laguna do Mar Pequeno, a extensa Ilha Comprida, a zona costeira, o relevo montanhoso da parte norte da Ilha do Cardoso coberto por densa vegetação, o Mar de Cubatão, as serras que contorna a zona continental do município e parte das edificações presentes na Ilha de Cananeia (Figura 16D e E). Neste contexto, conceitos como a compartimentação geomorfológica do litoral paulista podem ser abordados pois o mirante é um excelente local para observar a geomorfologia do litoral sul paulista.

Do ponto de vista turístico, apesar do local ter potencial, não é considerado como um atrativo para o município. Atualmente o mirante encontra-se extremamente abandonado e danificado, oferecendo riscos a quem visita o local pela falta de manutenção, além de árvores de grande porte impedirem parte da observação. Com a alta demanda de turismo

pedagógico na região, se houvesse interesse por parte da prefeitura, o mirante do Morro de São João poderia se tornar um novo atrativo local sendo inserido nas atividades propostas de estudo do meio, embora com os riscos que a construção oferece torna-se inviável a ida de crianças ao local (Figura 16F).

O geossítio possui importante registro histórico por conter argolões de bronze utilizados para amarrar as caravelas da expedição de Martim Afonso de Souza, no período de exploração das terras brasileiras (Figura 15G) (Estado de São Paulo, 2018). Com a falta de atenção e de valorização deste patrimônio um dos três argolões foi roubado, restando apenas dois, os quais têm a observação dificultada por conta da variação das marés. No local também é possível encontrar elementos culturais como a Gruta de Nossa Senhora de Fátima (Figura 15H), pequena cavidade formada por blocos do sienito em que a santa foi colocada em um altar. Este local encontra-se atualmente com acesso restrito por ser uma propriedade particular e é necessário pedir a autorização ao dono da propriedade.

Em relação à vulnerabilidade, não foi identificada nenhuma ameaça tanto antrópica como natural que possam danificar a integridade do afloramento.

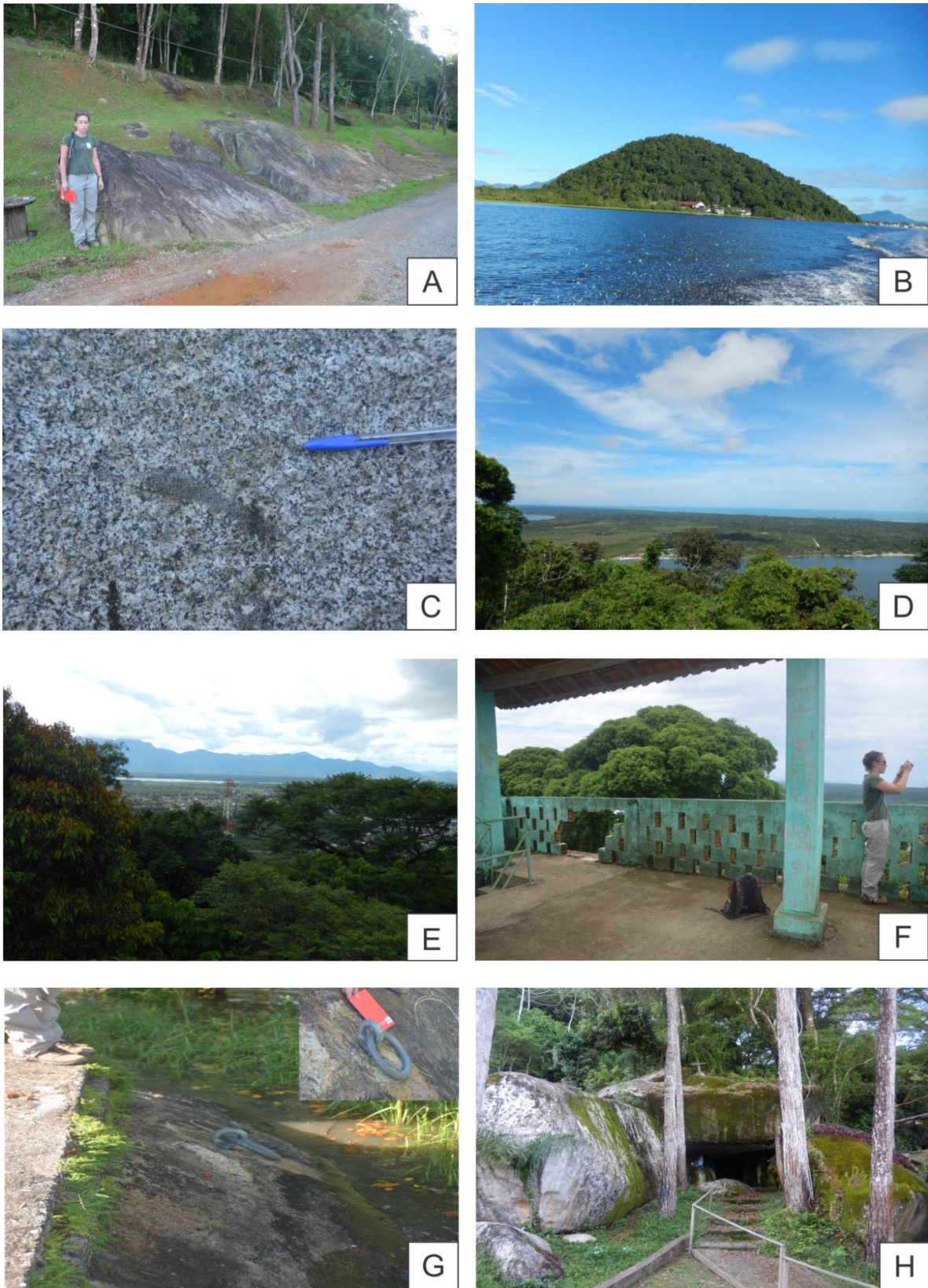


Figura 16. Geossítio Intrusão Alcalina do Morro São João. A) Vista geral do afloramento. B) Vista da elevação do Morro São João a partir do Mar Pequeno. C) Sienito, rocha predominante no morro. D) Vista a partir do mirante do Morro São João onde é possível observar a extensa Ilha Comprida. E) Vista da cidade de Cananeia e a serra que contorna a parte continental. F) Estado de conservação do mirante. G) Argolões de bronze fixados no sienito para as expedições de Martim Afonso. H) Altar colocado em meio a blocos do sienito.

### 3.2.10 Geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Próximo ao hotel Mar Azul.
<b>Acesso:</b>	Avenida Luís Wilson Barbosa, número 570
<b>Coordenadas (UTM):</b>	0204751/7230719
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Pontual
<b>Dimensão:</b>	25x4 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Terraço marinho constituído de arenito inconsolidado com bioturbação.
<b>Litotipo predominante:</b>	Sedimentos da Formação Cananeia
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Coberturas sedimentares do Cenozoico da Formação Cananeia (Q1cn). Sedimento arenoso fino na base com níveis de minerais pesados e intercalações argilosas, estratificações onduladas e cruzadas de baixo ângulo, intensa bioturbação e estrutura de sobrecarga; no topo ocorrem estratificação plano-paralela e greta de contração.
<b>Vulnerabilidade:</b>	Alta
<b>Uso potencial:</b>	Científico, didático e turístico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Suguo & Tessler (1992)

Este geossítio é de fácil acesso e encontra-se na borda do canal lagunar Mar Pequeno, na Avenida Luís Wilson Barbosa. Para chegar ao geossítio é necessário entrar em uma viela localizada na lateral do hotel. Ao fim desta viela descer para acessar os píeres por uma rampa ou escada e virar à direita. Para alcançar a base do geossítio é aconselhável verificar as condições de maré, pois o afloramento recebe interferências diretas de suas variações ao longo do dia.

Trata-se de um afloramento composto principalmente por sedimentos inconsolidados que representam um terraço de construção marinha pleistocênico com 4 metros de altura e 25 metros de comprimento (Figura 17A), formado a partir de evento regressivo (Suguo & Tessler 1992).

O sedimento é fino de coloração marrom avermelhado com presença de estratificação plano-paralela, composto principalmente por grãos de quartzo e pequenas proporções de mineral mais escuro. São facilmente observáveis estruturas formadas a partir de bioturbação, que foram promovidas por organismos indicativos de ambiente marinho (Suguo & Tessler, 1992) (Figura 17B e C). Em sua base, observa-se uma pequena praia

formada na maré baixa com grande quantidade de blocos angulosos de tamanhos variados, com mesma composição da rocha encontrada no afloramento (Figura 17D). Nesses blocos é possível observar bons exemplos das estruturas dos tubos fósseis ainda preservados.

Deve-se destacar que as reconstruções de antigas posições ocupadas pelos níveis relativos do mar só se tornam possíveis com a definição de indicadores, sendo eles geológicos (terraços de construção ou abrasão marinha e *beach rocks*), biológicos (restos ou vestígios de organismos que colonizavam o substrato) ou pré-históricos (sambaquis) (Suguio, 2003). O indicador biológico presente no afloramento foi feito por animais da espécie *Callichirus Major Sp* (Suguio & Tessler, 1992), popularmente conhecido como “corrupto”. A título de curiosidade, este organismo é o mesmo que hoje é frequentemente capturado e utilizado como isca em pescarias. Classifica-se como um crustáceo decápode marinho que constrói seus tubos cavando e revirando os sedimentos presentes na zona intermarés.

O valor científico do geossítio é justificado pela preservação desse depósito sedimentar, que evidencia paleoníveis marinhos superiores ao presente. O evento em questão demonstra o processo atuante durante o Período Quaternário, sendo o mais significativo o da variação do nível relativo do mar que ocorreu há 120 mil anos.

A partir de seu potencial didático, tornou-se representativo para práticas de campo em disciplinas oferecidas pelo Instituto de Geociências e Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, baseado em um dos pontos presentes no roteiro geológico desenvolvido por Suguio & Tessler (1992), que propõem uma excursão aos depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). O geossítio também está inserido no inventário geológico do estado de São Paulo, demonstrando ser um importante local para compreensão da história geológica do estado.

Do geossítio é possível observar parte da orla de Cananéia, em cujo término localiza-se a elevação do Morro de São João (Figura 17E). À sua frente, paralela à linha de costa da Ilha de Cananeia e separada pelo Mar Pequeno, é possível observar a Ilha Comprida com a presença de denso manguezal (Figura 17F).

Neste âmbito, outros interesses estão associados, sendo possível a abordagem multidisciplinar sobre os aspectos biológicos de formação vinculados aos manguezais da Ilha

Comprida, além de sua importância na dinâmica costeira, por se tratar de uma ilha barreira que impede diversos processos erosivos. Outro fator que pode ser abordado é o desenvolvimento histórico da ocupação da orla de Cananeia e sua importância como local de abrigo para as navegações do século XVI, por conta da calmaria das águas.

Do ponto de vista turístico, o geossítio está localizado em local que poderia se tornar um atrativo devido aos diversos elementos naturais possíveis de serem observados na paisagem. Entretanto, o local não possui nenhuma infraestrutura.

As ameaças ao geossítio ocorrem a partir do interesse da especulação imobiliária, por se tratar de um terreno particular com boa localização. Caso seja implantada alguma edificação, o geossítio será certamente aterrado em eventual instalação de um píer para o uso de embarcações, o que é notório em todos os terrenos vizinhos (Figura 17G). Outra questão é a presença de pichações no afloramento, onde nomes e frases são gravados, o que acaba destruindo os tubos fossilizados de *Callichirus*, podendo causar danos à sua integridade (Figura 17A). Além disso, também é notória a fragilidade do geossítio por conta dos intensos processos erosivos devido à sua localização no canal lagunar, sendo afetado em diversas escalas, que podem levar a transformações por causa da intensidade de variações das marés e ações de ventos, ressacas e ondas.





Figura 17. Geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno. A) Afloramento contendo os tubos fósseis de *Callichirus*. A seta à esquerda, abaixo, demonstra os tubos presentes na base do afloramento. A seta superior à esquerda mostra as pichações gravadas na rocha. B) Base do Afloramento onde é possível observar os tubos fósseis, preferencialmente na vertical. C) Tubo fóssil encontrado em um dos inúmeros blocos. D) Vista geral do afloramento. E) Vista para a elevação do Morro de São João. F) Vista para a extensa Ilha Comprida. G) Casas localizadas à beira do Mar Pequeno; praticamente cada casa possui seu píer particular.

### 3.2.11 Geossítio Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia

<b>Localização/ Ponto de Referência:</b>	Comunidade da Enseada da Baleia
<b>Acesso:</b>	Seu acesso é feito via embarcação a partir de Cananéia.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	795995.91/ 7201883.39
<b>Tipo (Fuertes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Pontual
<b>Dimensão:</b>	2x3 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Afloramento com intenso processo erosivo promovido pela dinâmica costeira e pelo Mar de Ararapira, com risco de desaparecer em futuro próximo.
<b>Litotipo predominante:</b>	Arenito
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Depósitos Litorâneos Indiferenciados (Qli): areia, silte e argila.
<b>Vulnerabilidade:</b>	Alta
<b>Uso Potencial</b>	Científico, didático e turístico.
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Müller (2007); Angulo et al., (2009); Souza & Souza (2015).

Este geossítio encontra-se entre a zona costeira e o Mar de Ararapira, estuário que divide o extremo norte do litoral paranaense e sul paulista. No local está estabelecida a comunidade da Enseada da Baleia, pequena vila centenária de pescadores da Ilha do Cardoso. Seu acesso é fácil e pode ser feito a pé ou de bicicleta pela comunidade do Marujá ou de barco, a partir de Cananeia.

A zona costeira e o Mar do Ararapira são separados pelo esporão arenoso da Ilha do Cardoso. Este esporão, de idade holocênica, tem início após o maciço do Marujá e estende-se 14 km para Sul (Figura 18A), com larguras variadas, ora estreitas, ora alargadas (Figura 18B e C). Na região da Comunidade da Enseada da Baleia é verificada a menor largura do esporão, atingindo atualmente apenas 2 metros. Neste local, o esporão aflora apresentando características de uma falésia com aproximadamente 3 metros de altura e 30 metros de extensão (Figura 18D).

A variação na largura do esporão é controlada principalmente pela presença do Mar do Ararapira. Este corpo de água configura-se alongado, meandrante, com fluxo paralelo à costa e orientação SSW-NNE. Possui largura e comprimento de 400 metros e 16 km, respectivamente (Müller, 2007). Próximo à sua desembocadura há uma zona estuarina denominada Barra do Ararapira, com aproximadamente 1 km de largura. Neste local, ainda



nos limites da Ilha do Cardoso, outra comunidade está estabelecida (Comunidade do Pontal do Leste).

O processo erosivo mencionado refere-se à erosão contínua da margem interna que ocorre devido à natureza meandrante do Mar de Ararapira, que desgasta as margens côncavas e deposita nas convexas. Para a margem costeira é verificado o predomínio de erosão seguida de acreção.

Este local vem sendo monitorado há décadas e tornou-se de extrema importância para os estudos da dinâmica costeira, devido às inúmeras variações da linha de costa na região (Mihaly & Angulo, 2002) (Figura 18E e F). As pesquisas demonstram as causas dos processos erosivos e suas consequências sociais e ambientais, como por exemplo as transformações que o cordão arenoso irá promover a partir de seu rompimento, que ocasionará a mudança na configuração do Mar do Ararapira e alterará sua dinâmica hidrológica e o aporte de sedimentos da região. Além disso, as mudanças nas barras de areia, associadas à formação de uma nova desembocadura, alteram o padrão de circulação de ondas e correntes, o que pode modificar a morfologia e as características oceanográficas e ambientais das lagunas, estuários e costas próximas (Angulo et al., 2009).

O período de tempo exato deste rompimento é incerto por conta da acreção de novos sedimentos que reconstróem o esporão e retardam sua abertura. Se, entretanto, os processos erosivos de alta energia, como grandes ressacas e ondas, tornarem-se frequentes, o rompimento pode ser antecipado (Angulo et al., 2009).

Na última grande ressaca que atingiu as comunidades em 2016, a defesa civil foi acionada e o caso tornou-se conhecido por aparecer em matérias de jornais que discutiram a fragilidade do local e a angústia das famílias que foram realocadas.

Este geossítio torna-se desta maneira um importante exemplo da relação das geociências com a sociedade. Compreender os processos costeiros na região é de extrema relevância para o ordenamento do uso e ocupação das comunidades tradicionais estabelecidas e também para o manejo da Unidade de Conservação da Ilha do Cardoso e do Paraná (Parque Nacional do Superagui).

Do ponto de vista turístico, a Enseada da Baleia já é frequentemente visitada por turistas durante o ano inteiro, que utilizam os serviços de alimentação, pousadas e campings para estadia oferecida pela comunidade. Do geossítio é possível observar o extenso Mar do Ararapira que deságua no oceano. Na outra margem do canal está o município de Guaraqueçaba, pertencente ao estado do Paraná. Contornando a paisagem observa-se uma enorme serra pertencente à zona continental (Figura 18G). No contato com a zona costeira é possível observar a planície sedimentar da região e o relevo montanhoso do PEIC, constituído por rochas sieníticas neoproterozoicas (Figura 18H).

O geossítio possui elevado valor cultural registrado nos costumes da comunidade tradicional da Enseada da Baleia, como a pesca artesanal e comercialização de peixes secos. O local também possui um centro de artesãs que utilizam a rede de pesca para a confecção de roupas e acessórios chamado de “Mulheres Artesãs da Enseada da Baleia”. Além disso, por estar localizado em zona estuarina, o geossítio possui elevado interesse biológico pela alta concentração e oferta de alimentos para fauna e flora.

O geossítio apresenta ainda considerável potencial didático. O processo de erosão pode ser observado atualmente e a partir do uso de outras ferramentas, tais como imagens de satélite, viabiliza discussão sobre a dinâmica deste local.

Em relação à vulnerabilidade do geossítio, o processo natural atuante está danificando sua integridade; já para possíveis ameaças antrópicas, não foi identificado nenhum indício.

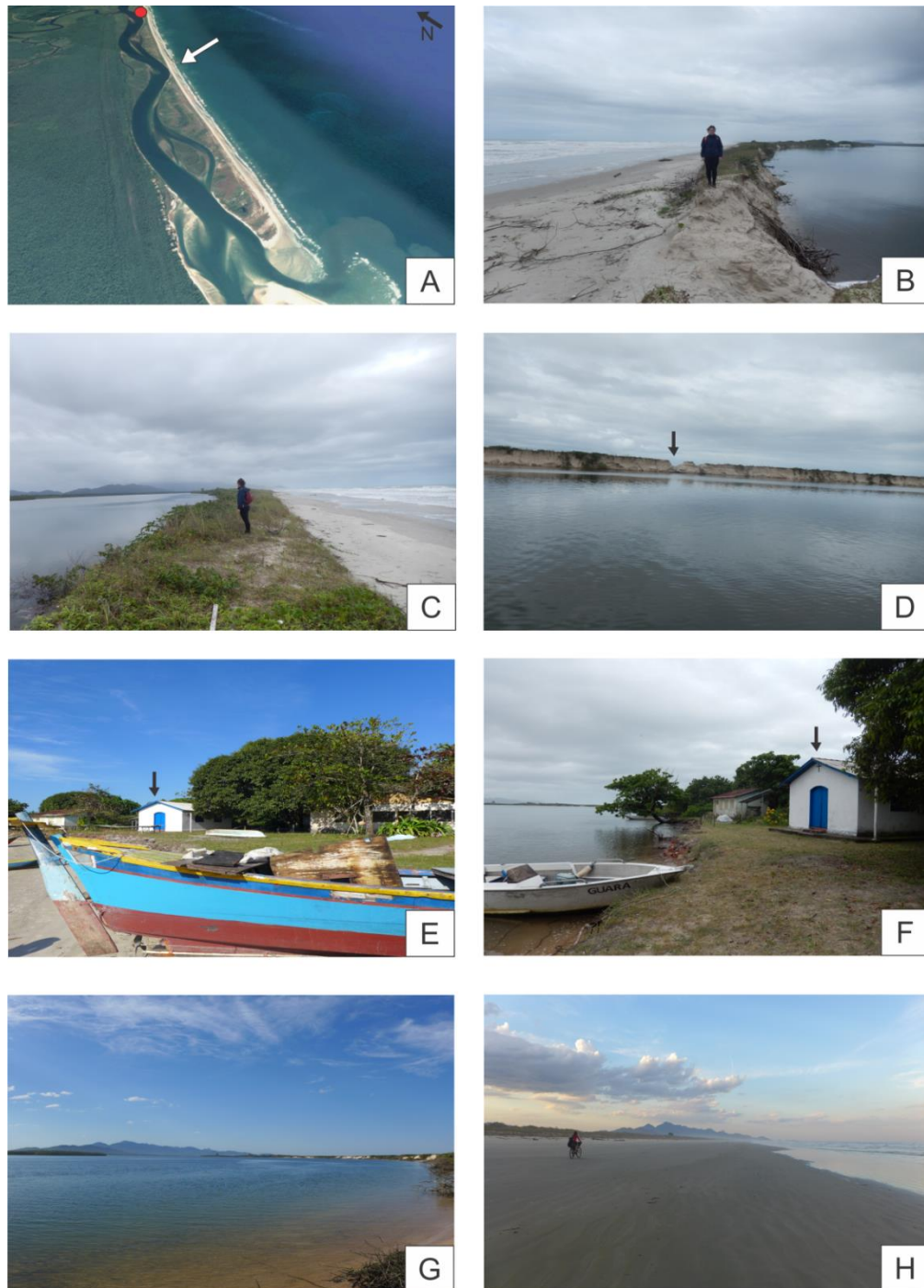


Figura 18. Geossítio Processo Erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia. A) Imagem de satélite na qual é possível observar a largura e extensão do esporão arenoso do PEIC e localização do processo erosivo. A flecha branca indica o local do provável rompimento do esporão. A bola vermelha sinaliza a Comunidade do Marujá. B) Vista sul do esporão com a variação de largura do esporão arenoso no local em questão. Ao fundo observam-se as edificações da comunidade da Enseada da Baleia. C) Vista norte do esporão e a menor largura verificada. D) Vista frontal do esporão arenoso no local do rompimento denominado “canhão” pela comunidade tradicional da Enseada da Baleia. E) Intensa variação da linha de costa afetando diretamente a comunidade da Enseada da Baleia. Foto tirada em julho de 2016. F) Comparação da variação da linha de costa para abril de 2017. Notar a aproximação do Mar de Arapira na Igreja, identificada com a seta preta. G) Vista do esporão da comunidade da Enseada da Baleia. Notar o padrão meandrante do Mar do Arapira. H) Zona costeira da comunidade na qual predomina a planície sedimentar. Ao fundo observa-se o relevo montanhoso do PEIC constituído por rochas sieníticas do Neoproterozoico.

### 3.2.12 Sítio da Geodiversidade Terraços de Abrasão Marinha da Ilha do Cardoso

<b>Localização/ Ponto de referência:</b>	Ilha do Cardoso/ Costão localizado do lado sul da Praia de Ipanema
<b>Acesso:</b>	De barco via Mar Pequeno até a praia de Ipanema, ou a pé desde a Ponta do Itacuruçá.
<b>Coordenadas (UTM):</b>	206708.00/7218782.0
<b>Tipo (Fuentes-Gutiérrez &amp; Fernández-Martínez, 2010):</b>	Área
<b>Dimensão:</b>	50x20 metros
<b>Descrição sucinta:</b>	Rocha que se apresenta intensamente fraturada formando terraços marinhos constituídos da principal litologia presente nos maciços da Ilha do Cardoso.
<b>Litotipo predominante:</b>	Sienito Três Irmãos
<b>Unidade (Perrota et al., 2005):</b>	Granitos peralcalinos tipo A da Ilha do Cardoso (NP3pey3Aic)
<b>Vulnerabilidade:</b>	Baixa
<b>Uso potencial:</b>	Científico e turístico
<b>Referencial bibliográfico:</b>	Weber (1998)

Este geossítio está localizado no costão sul da Praia de Ipanema, na Ilha do Cardoso. Compõe-se num extenso afloramento constituído por enormes lajedos fraturados de até 50 metros de extensão, além de inúmeros blocos arredondados de dimensões e composições variadas e grandes matacões com esfoliação esferoidal (Figura 19A). Possui acesso moderado que pode ser feito de barco, via Mar Pequeno, ou a pé a partir da Ponta do Itacuruçá, cujo acesso torna-se difícil por conta da extensa travessia e passagem por caminhos irregulares.

Trata-se de um sienito leucocrático, de cor cinza claro, inequigranular de granulação média a grossa que quando intemperizado apresenta espessa capa de alteração, que modifica sua coloração para tonalidades avermelhadas. Apresenta cristais com orientação de fluxo magmático (Figura 19B) que, segundo Weber (1998), ocorre a partir da disposição dos fenocristais de feldspato potássico e de anfibólio.

O complexo ígneo da Ilha do Cardoso é representado maioritariamente por este sienito, denominado Sienito Três Irmãos, formado durante o Neoproterozoico. Este litotipo possui relações diretas com a geomorfologia da Ilha do Cardoso e compõe o principal domínio montanhoso, que atinge as maiores altitudes na ilha.

A rocha apresenta-se extremamente fraturada devido à presença de famílias de fraturas que dão origem a blocos métricos de formato romboédrico, cuja parte superior encontra-se plana (Figura 19C, D, E). Segundo Petri & Fúlfaro (1970), esse padrão de faturamento sub-horizontal submete à formação de terraços que são intensificados pela abrasão marinha.

Terraços foram considerados importantes ocorrências para a reinterpretações da geomorfogênese do litoral brasileiro, principalmente de eventos pertencentes ao Quaternário e também, segundo Pirazzoli (1986) geram interessantes informações sobre movimentos tectônicos.

Terraços de abrasão marinha são formados habitualmente em zonas de surfe, nas quais as ondas que quebram com elevada energia exercem grande pressão nas rochas (Cuchlaine & King, 1959). Seu desgaste ocorre por conta de processos químicos, físicos, hidráulicos e mecânicos como a partir da energia de ondas em conjunto com a ação mecânica de areias, cascalhos e seixos transportados, composição química das águas do mar após o contato com as rochas, além de agentes biológicos (Pirazzoli, 1986).

Segundo Ab'Saber (1955), na costa brasileira, é possível encontrar terraços de abrasão marinha que chegam a variar de 4 a até 60 metros acima do nível atual. O autor considera ainda os terraços com até 7 metros, aqueles que correspondem aos baixos níveis de erosão da fachada atlântica paulista, que revela a existência de uma superfície parcial de denudação subáerea, que antecedeu em muito o avanço da linha de costa atual.

Diques de espessura de até um metro e direções variadas (N50E a N40W) cortam o sienito (Figura 19F). Segundo Weber (1998), este corpo de composição básica é composto predominantemente de olivina, piroxênio/anfibólio e por fenocristais milimétricos de plagioclásio, originando uma textura microporfirítica. Como minerais acessórios destaca-se a presença de allanita e opacos. A rocha básica em questão é um diabásio, datado por Weber (1995) pelo método K/Ar e com idades de  $77 \pm 2$  Ma.

Outro litotipo presente no afloramento ocorre como enclaves de rochas metassedimentares, com formas alongadas e angulosas, o que demonstra o caráter intrusivo do sienito nos metassedimentos (Figura 19G).

Do geossítio é possível observar a Praia de Ipanema, a Ilha do Bom Abrigo, a Ponta do Itacuruçá e a zona costeira. Na parte voltada ao interior do PEIC observa-se densa vegetação típica de Mata Atlântica, preservada por conta da existência desta unidade de conservação.

A integridade do afloramento é excelente, visto que as ameaças identificadas estão relacionadas apenas a tênues processos erosivos e intempéricos.

Em relação ao seu potencial didático, pela excelente exposição das fraturas, este geossítio torna-se um bom local para explicar os processos relacionados à formação de terraços de abrasão marinha e à variação do nível relativo do mar. Também ilustra a justaposição de rochas a partir dos enclaves observados, que são importantes para o conhecimento da dinâmica interna do planeta que, a partir de esforços, modifica estruturas e características das rochas.

Outro aproveitamento didático identificado decorre do uso de costões rochosos para práticas de conservação e sensibilização através da educação ambiental. São considerados ecossistemas marinhos de extrema importância para a biodiversidade, pois muitas espécies dependem fortemente do substrato rochoso para alimentação, reprodução e desenvolvimento, refletindo a forte interação dos fatores bióticos e abióticos para a fixação de organismos.

Segundo Murray et al., (2002), costões rochosos formados por blocos são locais de alta relevância biológica devido à possibilidade de formação de microhábitats, através de piscinas naturais permanentes ou temporárias, de acordo com a interferências das marés. Este tipo de costão, que por biólogos é classificado pelo termo "*blocos fragmentados*", é de extrema importância para os ecossistemas costeiros, pois apresenta elevada biodiversidade devido à variedade de ambientes possíveis de ocupação por muitos organismos (Ghilardi-Lopes et al., 2012). Além de também serem bons locais para estudos de impacto de derramamento de petróleo, por sua retenção nos blocos o que torna o geossítio com elevado potencial interdisciplinar.

Na costa brasileira estes ecossistemas estão predominantemente localizados na região sudeste e sul. No sudeste o expressivo número de costões ocorre devido ao alinhamento estrutural e condicionamento tectônico do maciço da Serra do Mar, que apresenta

características de contato direto com a zona costeira (Coutinho & Zalmon 2009), sendo possível encontrar costões formados por expressiva quantidade de blocos ou matacões, lajedos planos ou fortemente inclinados e paredões verticais.

Do ponto de vista turístico, o geossítio encontra-se em local pouco visitado por conta da dificuldade de acesso (Figura 19H). Segundo o monitor ambiental Júnior, que acompanhou esta pesquisa, somente quinze pessoas realizam esta trilha durante o ano. No entanto, poderia tornar-se um atrativo por conta da singular formação geológica presente, expressa a partir de seu fraturamento.





Figura 19. Sítio da Geodiversidade Terraços de Abrasão Marinha da Ilha do Cardoso. A) Vista geral do afloramento com os terraços marinhos ao fundo. Notar a grande quantidade de blocos ao seu redor. B) Sienito Três Irmãos com orientação de fluxo magmático. C e D) Terraços marinhos de até 50 metros de extensão com padrão de fraturamento sub-horizontal que submete à formação de terraços marinhos. E) Blocos métricos de formato romboédrico. F) Diques de composição básica. Formação de piscinas importantes para o ecossistema marinho G) Xenólitos do metassedimentos demonstrando o caráter intrusivo no Sienito Três Irmãos. H) Vista a partir do geossítio. Observa-se a Ponta do Itacuruçá e a Praia de Ipanema.



#### 4 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Em uma estratégia de Geoconservação, a avaliação quantitativa refere-se na etapa seguinte ao inventário. Para este tipo de avaliação, são atribuídas pontuações específicas a critérios preestabelecidos. O resultado fornece a verificação numérica dos valores referentes à relevância científica, ao risco de degradação e ao uso potencial para o turismo e a educação.

Desde que os primeiros trabalhos relacionados à temática tiveram início, vários métodos vêm sendo utilizados para quantificar os sítios de interesse geológico no Brasil (Romão & Garcia, 2017). Dentre os métodos disponíveis estão o de Brilha (2016) e Garcia-Cortés & Urquí (2009), que serão utilizados neste trabalho por meio da plataforma GEOSSIT, desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (Rocha & Schobbenhaus, 2016). A plataforma tem grande potencial para servir de base a futuras iniciativas de inventário do patrimônio geológico, em âmbito estadual ou nacional. Desta maneira, a opção de utilizar o GEOSSIT surgiu da necessidade de compreender como está sendo feita a padronização das informações referentes aos sítios geológicos no país.

##### 4.1 A Plataforma GEOSSIT

O GEOSSIT tem como finalidade catalogar e avaliar os sítios de interesse geológico do Brasil, auxiliando no inventário (caracterização e descrição) e na quantificação. Mais detalhes sobre o funcionamento da plataforma estão disponíveis em: <http://www.cprm.gov.br/geossit/>.

A avaliação quantitativa é realizada por meio de três parâmetros: A) Valor científico, B) Risco de degradação e C) Potencial uso educativo e turístico. O valor científico apresenta sete critérios avaliativos, enquanto o risco de degradação possui cinco e, o potencial uso educativo e turístico quinze (Quadro 4).

Quadro 4. Critérios presentes em cada parâmetro avaliativo pelo GEOSSIT.

<i><b>Critérios utilizados para a quantificação do valor científico</b></i>	<i><b>Critérios utilizados para a quantificação do Risco de Degradação</b></i>	<i><b>Critérios utilizados para a quantificação do Potencial Uso Educativo e Turístico</b></i>
A1- Representatividade	B1-Deterioração de elementos geológicos	C1- Vulnerabilidade
A2- Local tipo	B2- Proximidade a áreas / atividades com potencial para causar degradação	C2- Acessibilidade
A3- Conhecimento científico	B3-Proteção legal	C3- Limitações ao Uso
A4-Integridade	B4-Acessibilidade	C4-Segurança
A5- Diversidade geológica	B5-Densidade populacional	C5- Logística
A6- Raridade		C6- Densidade populacional
A7- Limitações ao uso		C7- Associação com outros valores
		C8- Beleza cênica
		C9- Singularidade
		C10- Condições de observação
		C11-Potencial didático
		C12- Diversidade geológica
		C13- Potencial para divulgação
		C14- Nível econômico
		C15- Proximidade a zonas recreativas

Para cada critério, atribui-se uma nota correspondente à situação do sítio que é multiplicada por um peso especificado pelo sistema. Após esta etapa, a classificação é realizada automaticamente pelo sistema, que indica sua pontuação e relevância final para cada parâmetro (Quadro 5).

Quadro 5. Valores atribuídos a cada parâmetro avaliativo e possíveis classificações

<i><b>Parâmetro</b></i>	<i><b>notas</b></i>	<i><b>Classificação</b></i>
Valor científico	0, 1, 2, 4	Relevância Nacional/ Internacional
Risco de degradação	0 a 4	Alto/ Baixo/ Médio
Potencial uso educativo e turístico	0 a 4	Relevância Regional/ Nacional/ Internacional

## 4.2 Resultados

Neste item serão apresentados os resultados da avaliação quantitativa para os sítios inventariados em Cananeia.

#### 4.2.1 Valor científico

O objetivo deste parâmetro é designar um valor para mensurar a importância do sítio para o conhecimento geocientífico da região.

O quadro 6 mostra os valores obtidos para o valor científico dos geossítios e sítio da geodiversidade. A máxima pontuação possível neste parâmetro é de 400 pontos. De acordo com a plataforma, para valores acima de 200 pontos, o local é classificado como geossítio; abaixo deste valor, como sítio da geodiversidade. O método ainda disponibiliza uma classificação quanto à relevância, que pode ser nacional ou internacional.

Os maiores valores foram determinados para os geossítios *“Intrusão alcalina do Morro São João”* e *“Intrusão Diabásica do Pindaúba”*, ambos com 295 pontos. O terceiro geossítio com maior pontuação foi o *“Serra do Itapitanguí”*, seguido dos *“Metassedimentos da Ponta do Itacuruça”*, *“Processo Erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia”*, *“Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno”*, *“Granito Cambriú”*, *“Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas”*, *“Granito Milonítico do Ariri”*, *“Granito Peralcalino do Ariri”* e com menor valor *“Granito Sienito da Praia do Foles”*. Todos os geossítios apresentaram relevância nacional.

No caso do sítio da geodiversidade *“Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso”*, sua posição em relação aos geossítios o coloca em terceiro lugar, com valor científico de 270 pontos e relevância nacional. Sua posição justifica-se na avaliação, devido ao seu conhecimento científico e raridade na região.

Quadro 6. Resultados do Valor Científico pelo método GEOSSIT.

*Avaliação quantitativa do valor científico pelo método GEOSSIT*

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Valor científico total	Posição	Relevância
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	4	0	2	1	1	4	2	230	7º	Nacional
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	4	1	2	4	1	4	2	295	1º	Nacional
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	4	1	2	1	2	2	2	225	6º	Nacional
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	4	1	4	2	1	4	4	295	2º	Nacional
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruça</i>	4	0	2	4	1	2	2	245	5º	Nacional
<i>Terraços de abrasão marinha da Ilha do Cardoso</i>	4	0	1	4	1	4	2	270	3º	Nacional
<i>Granito Cambriú</i>	2	0	0	4	1	4	2	205	8º	Nacional
<i>Serra do Itapitangui</i>	4	0	2	4	2	4	1	270	4º	Nacional
<i>Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas</i>	2	0	2	4	1	2	2	185	9º	Nacional
<i>Granito Peralcalino do Ariri</i>	1	0	0	4	1	2	1	135	11º	Regional
<i>Granito Milonítico do Ariri</i>	1	0	0	2	1	4	4	165	10º	Regional
<i>Granito Sienito da Praia do Foles</i>	2	0	0	1	1	2	2	130	12º	Regional

#### 4.2.2 Risco de Degradação

Este parâmetro faz a análise de potenciais ameaças que podem danificar o sítio. Com o resultado, é possível definir as condições reais de integridade, que podem servir como registro para monitoramento destes locais, assim como orientar prioridades em medidas de gestão visando sua conservação.

O quadro 7 apresenta os resultados obtidos para a avaliação quantitativa do Risco de Degradação. A máxima pontuação possível de ser alcançada é 400 pontos, sendo que quanto maior o valor, maior é o risco.

Os resultados obtidos indicam que o geossítio com alto risco de degradação é o *“Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno”*. Para médio risco, estão respectivamente o *“Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia”*, *“Intrusão Diabásica do Pindaúba”*, *“Intrusão alcalina do Morro São João”* e *“Granito Milonítico do Ariri”*. Os restantes dos geossítios: *“Granito Peralcalino do Ariri”*, *“Serra do Itapitanguí”*, *“Metassedimentos da Ponta do Itacuruça”*, *“Granito Cambriú”*, *“Granito Sienito da Praia do Foles”*, e *“Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas”* apresentaram baixo risco.

No caso do sítio da geodiversidade *“Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso”*, foi classificado em último lugar, com o risco de degradação mais baixo dentre os demais sítios.

Quadro 7. Resultados do Risco de Degradação pelo método GEOSSIT

Avaliação quantitativa do Risco de Degradação pelo método GEOSSIT

	B1	B2	B3	B4	B5	Valor RD total	Posição	Resultado
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	4	3	2	1	1	265	2º	Médio
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	0	4	3	4	1	210	4º	Médio
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	4	4	4	4	1	370	1º	Alto
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	3	1	4	2	1	245	3º	Médio
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruça</i>	1	0	1	0	1	65	8º	Baixo
<i>Terraços de abrasão marinha da Ilha do Cardoso</i>	0	0	1	0	1	30	12º	Baixo
<i>Granito Cambriú</i>	0	0	2	0	1	50	9º	Baixo
<i>Serra do Itapitangui</i>	0	4	0	0	1	90	7º	Baixo
<i>Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas</i>	0	0	1	0	1	30	11º	Baixo
<i>Granito Peralcalino do Ariri</i>	0	1	3	2	1	120	6º	Baixo
<i>Granito Milonítico do Ariri</i>	2	1	4	2	1	210	5º	Médio
<i>Granito Sienito da Praia do Foles</i>	0	0	2	0	1	50	10º	Baixo

#### 4.2.3 Potencial uso educativo e turístico

Este parâmetro tem como objetivo avaliar as possíveis maneiras que o geossítio pode ser explorado do ponto de vista educativo e turístico. O quadro 8 apresenta os resultados obtidos para a avaliação quantitativa do referido uso.

Os resultados demonstram que os geossítios com maior potencial para o uso educativo são o “*Intrusão alcalina do Morro São João*” e “*Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da*

*Enseada da Baleia*". Em terceiro o "*Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno*", seguidos dos "*Intrusão Diabásica do Pindaúba*", "*Serra do Itapitangui*", "*Granito Cambriú*", "*Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá*", "*Granito Milonítico do Ariri*", "*Granito Peralcalino do Ariri*" e com menor valor "*Granito Sienito da Praia do Foles*".

Para os resultados do potencial uso turístico, os geossítios com maiores pontuações foram o "*Intrusão alcalina do Morro São João*" e "*Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno*". Em terceiro, classificou-se o "*Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia*". Seguido dos "*Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas*", "*Granito Cambriú*", "*Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá*", "*Granito Milonítico do Ariri*", "*Intrusão Diabásica do Pindaúba*", "*Granito Peralcalino do Ariri*", e com menor pontuação o "*Serra do Itapitangui*".

No caso do sítio da geodiversidade "*Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso*", os resultados obtidos são baixos e sua relevância, tanto sobre os aspectos educativos como turísticos é regional.

Quadro 8. Valores finais do Potencial uso didático(VE) e turístico(VT) dos geossítios.

<i>Avaliação quantitativo do Potencial Uso educativo e turístico pelo método GEOSSIT</i>																	
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	VE	VT
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	3	1	2	1	4	1	4	1	2	4	4	3	4	1	3	270/N	220/N
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	4	4	4	3	4	1	1	1	3	3	4	3	3	1	4	320/N	275/N
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	1	4	2	2	4	1	3	0	3	2	4	3	4	1	4	265/N	225/N
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	2	2	4	1	2	1	0	0	3	3	4	2	3	1	1	230/N	170/R
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá</i>	4	0	2	1	3	1	2	1	2	4	1	3	3	1	2	195/R	190/R
<i>Terraços de abrasão marinha da Ilha do Cardoso</i>	0	0	2	1	3	1	4	0	2	3	1	2	3	1	4	180/R	160/R
<i>Granito Cambriú</i>	4	0	1	1	4	1	4	0	2	4	1	3	3	1	4	200/N	195/R
<i>Serra do Itapitanguí</i>	0	0	1	1	3	1	4	0	2	4	4	4	3	1	3	225/N	145/R
<i>Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas</i>	4	0	2	1	4	1	4	2	1	4	1	3	3	1	4	210/N	220/N
<i>Granito Peralcalino do Ariti</i>	2	2	2	1	3	1	3	0	2	2	1	2	1	1	2	165/R	150/R
<i>Granito Milonítico do Ariti</i>	4	2	4	2	3	1	3	0	1	1	1	2	1	1	1	190/R	170/R
<i>Granito Sienito da Praia do Foles</i>	0	0	2	1	3	1	4	0	2	3	1	2	3	1	4	140/R	150/R

#### 4.2.4 Discussão dos dados

Os geossítios com valor científico pontuados acima da média obtida (220) são locais que, de fato, são significativos para compreender a história geológica da região e onde os principais eventos e processos estão associados à sua formação estão registrados. Por exemplo, como nos geossítios: “*Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá*”, “*Serra do Itapitanguí*”, “*Intrusão Diabásica do Pindaúba*”, “*Intrusão alcalina do Morro São João*”, “*Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno*” e “*Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia*” (Quadro 9).



Quadro 9. Associação dos principais eventos geológicos ou processos registrados no município de Cananeia.

Geossítio	Evento geológico ou processo
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruça</i>	Formação do embasamento
<i>Serra do Itapitanguí</i>	Intrusão peralcalina
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	Intrusões básicas
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	Intrusões alcalinas
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	Variação do nível relativo do mar
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	Dinâmica costeira e alterações recentes da paisagem

Ao examinar os resultados a respeito do valor científico analisaram-se então quais critérios influenciavam para que fosse obtida a relevância internacional para os geossítios com valores mais altos. Para que o geossítio “*Intrusão alcalina do Morro São João*” alcançasse a relevância internacional, observou-se que critérios A3 (Conhecimento científico) e A7 (Limitações de uso) interviram para que não houvesse essa classificação. No caso do geossítio “*Intrusão Diabásica do Pindaúba*”, não alcançou tal relevância devido ao baixo valor atribuído aos critérios A2 (Local tipo), A4 (integridade) e A5 (diversidade geológica).

Em relação aos resultados do parâmetro risco de degradação, estes estão conforme o que foi verificado em Cananeia, principalmente nos locais com baixo risco de degradação, que são representados por maciços ou grandes afloramentos de rochas ígneas e metassedimentares com reduzida vulnerabilidade, que neste caso não foram afetadas por ameaças naturais ou antrópicas.

Observou-se que para o geossítio “*Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno*”, com alto risco, justifica-se sua classificação pela intensa fragilidade do sedimento que compõe o afloramento e forte processo erosivo atuante. Além de não ter nenhuma proteção legal e ser extremamente visado pela especulação imobiliária.

Sobre o resultado de médio risco para o “*Processo erosivo dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia*”, não está coerente, pois este apresenta intenso processo erosivo, com alto risco de desaparecer em futuro próximo. Verificou-se que um fator determinante para este resultado foi o critério B3 (proteção legal), por conta de estar localizado dentro dos limites da Unidade de Conservação. No caso do “*Intrusão alcalina do Morro São João*”

apresentar médio risco, também não está de encontro com o que foi observado em campo por conta da resistência da rocha.

Para os resultados do potencial uso educativo e turístico, os três geossítios com valores mais altos realmente são bons locais para serem utilizados no viés educativo, pois são locais didáticos para práticas de ensino, tanto no ensino superior como também no médio e fundamental. No entanto, é necessário melhorar sua estrutura utilizando para tanto princípios da educação ambiental como painéis interpretativos.

As três primeiras colocações encontram-se inseridas em locais com melhor acesso ou razoável infraestrutura turística, o que influenciou nas pontuações mais elevadas. Os geossítios “Intrusão alcalina do Morro São João” e “Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno” estão localizados próximos ao centro histórico do município. Apesar dos resultados, estes locais necessitam de investimentos para tornarem-se realmente atrativos turísticos, principalmente no que concerne à acessibilidade, informações geoturísticas e placas informativas.

De modo geral, foi identificado que o conjunto dos geossítios localizados em Cananea apresentam baixo valor científico e risco de degradação e médio valor educativo e turístico, sendo que o uso mais adequado foi o educativo em comparação com o turístico (Figura 20).

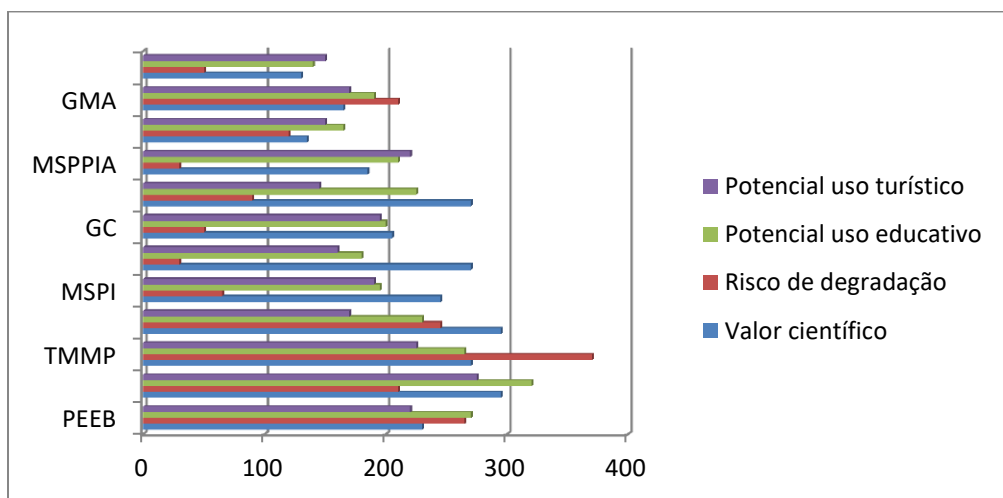


Figura 20. Síntese dos dados para os valores referentes ao potencial uso educativo e turístico, risco de degradação e valor científico para os sítios de Cananea. Granito Sienito da Praia do Foles (GSPF), Granito milonítico do Ariri (GMA), Granito Peralcalino do Ariri (GPA), Metassedimentos da praia do Pereirinha e intrusões (MSPPIA), Serra do Itapitangui (SI), Granito Cambriú (GC), Granito sienito três irmãos (GSTI), Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá (MSPI), Intrusão básica do Pindaúba (IBP), Terraço marinho do mar pequeno (TMMP), Intrusão alcalina do Morro São João (IAMSJ), Processo Erosivo da Enseada da Baleia (PEEB).

Em relação ao uso da metodologia do GEOSSIT, alguns sítios com valor científico abaixo de duzentos, classificados como sítios da geodiversidade, não demonstram potencial educativo nem turístico relevantes. Neste caso, não foram adotados a classificação indicada pela plataforma, pois o resultado como sítio da geodiversidade não se enquadra com o conceito estabelecido para este termo, segundo Brilha (2016). Uma alternativa possível seria uma sugestão, através de um aviso sinalizado pelo sistema, para que aquele sítio fosse excluído.

Compreender como está sendo feita a padronização das informações referentes aos sítios geológicos no Brasil, através da plataforma GEOSSIT, é de grande importância para entender seu funcionamento e limitações. No entanto, é necessário primeiramente que haja um esforço da comunidade geológica para utilizá-la, que resulte em seu aperfeiçoamento. A ferramenta apresenta grande potencial para auxiliar pesquisadores da comunidade geológica na indicação de sítios representativos para a ciência, turismo ou educação. O que poderia contribuir para que inventários estaduais ou nacionais sejam elaborados.

## 5 *CONSIDERAÇÕES FINAIS*

### 5.1 *Conclusões sobre o inventário*

Por meio da análise das bases metodológicas utilizada em 61 pesquisas de inventário do patrimônio geológico brasileiro foi possível avaliar de que forma estas pesquisas estão sendo realizadas, pois podem ser utilizadas para uma discussão acerca dos resultados fornecidos pelos respectivos métodos. Como investigado, apesar das pesquisas desenvolvidas serem importantes iniciativas para a Geoconservação no Brasil, são numericamente pouco expressivas devido a quatro fatores preponderantes: i) por serem pontuais, ii) devido à grande extensão do território brasileiro, iii) pelo fato da Geoconservação ainda ser uma ciência emergente, sendo que as pesquisas nacionais tiveram representatividade apenas a partir de 2010, e iv) ainda que em número crescente, são poucos os pesquisadores envolvidos com a temática (Romão & Garcia, 2017, cap 2). Verificou-se, durante as pesquisas, que grande parte dos trabalhos não menciona o método utilizado para a seleção dos geossítios, fato importante para garantir a representatividade destes locais em termos de história geológica da região.

Neste sentido, o presente inventário vem contribuir para uma malha que vem sendo construída no litoral do estado de São Paulo, a partir de inventários sistemáticos locais com bases metodológicas bem definidas. Optou-se, neste trabalho, por utilizar as terminologias definidas em Brilha (2016), que diferencia geossítio (valor científico) e sítio da geodiversidade (valor turístico e/ou educativo). A utilização destes termos tais como definidos pelo autor facilitou a separação entre os locais de interesse geológico de acordo com sua vocação.

Os onze geossítios identificados em Cananeia representam contextos geológicos do Terreno Paranaguá, intrusões básicas e alcalinas do cretáceo, das variações do nível relativo do mar do quaternário e de processos atuantes na dinâmica costeira. Apenas um sítio da geodiversidade foi identificado (Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso), cujo potencial poderia ser utilizado tanto na educação como no turismo. No entanto, a dificuldade torna seu uso restrito, sendo necessário a utilização de embarcações e após, realizar uma trilha com nível de dificuldade elevada.

Quando o geossítio apresentava potencial para ser utilizado na educação ou no turismo também foi indicado seu uso para tanto. Além disso, também foi possível associar os interesses geológicos presentes em cada geossítio, que podem ser incluídos em atividade de ensino. O quadro 10 apresenta a análise do conteúdo e dos processos geológicos associados, com o objetivo de auxiliar a exploração e utilização destes locais, seja através de iniciativas de divulgação (painéis, folders, etc.), ou para o próprio ensino das Geociências a professores do ensino fundamental e médio.

Quadro 10. Potenciais usos, conteúdo para o ensino fundamental e médio, processos geológicos associados e outras áreas do conhecimento possíveis de serem abordados nos geossítios.

<b>Geossítio</b>	<b>Usos</b>	<b>Conteúdo para o ensino</b>	<b>Processos geológicos associados</b>	<b>Outras áreas do conhecimento que podem ser trabalhadas</b>
<i>Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas</i>	Científico Educativo Turístico	Preenchimento de fraturas Magmatismo alcalino	Metamórfico Tectônico Estrutural	Biologia História Geografia
<i>Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá</i>	Científico Educativo Turístico	Formação de estruturas dúcteis e rúpteis Processos intempéricos e erosivos A formação do relevo relacionado ao tipo de rocha	Metamórfico Tectônico Estrutural	Biologia História Geografia
<i>Serra do Itapitangui</i>	Científico Educativo Turístico	Esforços tectônicos Processos erosivos e intempéricos modeladores da paisagem	Geomorfológico	Geografia
<i>Granito Sienito da Praia do Foles</i>	Científico	Esforços tectônicos Processos ígneos, erosivos e intempéricos	Ígneo Estrutural	História
<i>Granito Cambriú</i>	Científico	Esforços tectônicos Tipos de intrusões e suas diferenças composicionais Relação entre eventos que se sobrepõem	Ígneo Estrutural	Biologia História
<i>Granito Peralcalino do Ariri</i>	Científico	Esforços tectônicos	Ígneo	-
<i>Granito Milonítico do Ariri</i>	Científico	Esforços tectônicos	Ígneo Tectônico Estrutural	-
<i>Intrusão Diabásica do Pindaúba</i>	Científico	Magmatismo básico Tipo de intemperismo (erosão diferencial)	Ígneo Estrutural	-
<i>Intrusão alcalina do Morro São João</i>	Científico Educativo Turístico	Magmatismo alcalino Feições geomorfológicas da Serra do Mar e da planície costeira Dinâmica costeira	Ígneo Tectônico Estrutural	Biologia História Geografia Física
<i>Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno</i>	Científico Educativo Turístico	Dinâmica sedimentar	Sedimentar Paleontológico	Biologia Geografia Química Física
<i>Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia</i>	Científico Educativo Turístico	Dinâmica costeira Processos erosivos	Ambiental Sedimentar	Biologia História Geografia Física Química
<b>Sítio da geodiversidade</b>	<b>Usos</b>	<b>Conteúdo para o ensino</b>	<b>Processos geológicos associados</b>	<b>Outras áreas do conhecimento que podem ser trabalhadas</b>
<i>Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso</i>	Educativo Turístico	Ígneo Estrutural	Variações do nível relativo do Mar Processos intempéricos e erosivos	Biologia Geografia

## 5.2 Avaliação Quantitativa

Na etapa de quantificação optou-se pelo uso da plataforma GEOSSIT para conferir valores à geodiversidade. Assim foi possível, como resultado, analisar quais sítios devem ter prioridade de gestão, seu valor científico, bem como valorar o potencial de uso educativo e turístico.

Os sítios com elevado valor turístico e educativo são locais que poderão auxiliar na orientação de projetos de educação ambiental em Cananeia, podendo assim serem novos atrativos que através de campanhas turísticas promovam a região.

Exemplos de sítios que apresentam grande potencial e que estão localizados no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, como o “Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá”, “Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas” , “Terraços de abrasão marinha da Ilha do Cardoso” e “Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia”, constituem excelentes ferramentas de divulgação e educação, já que um dos objetivos destas áreas é incentivar ações que gerem o turismo sustentável e a conscientização ambiental.

### 5.3 Gestão do patrimônio geológico- sugestões

#### 5.3.1 Enquadramento legal dos geossítios e sítio da geodiversidade

Para que ocorram medidas à conservação e valorização dos sítios apresentados nessa pesquisa, é necessário que esteja bem claro quais órgãos são responsáveis por estabelecer medidas para a sua gestão. Sendo assim, o quadro 11 apresenta o enquadramento legal dos geossítios e sítios da geodiversidade com o objetivo de direcionar qual órgão é encarregado de garantir que certas ações sejam realmente efetivadas

Quadro 11. Enquadramento legal dos geossítios e sítios da geodiversidade.

<b>Geossítio</b>	<b>Enquadramento legal</b>
Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas	PEIC
Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá	PEIC
Serra do Itapitangui	Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe
Granito Sienito da Praia do Foles	PEIC
Granito Cambriú	PEIC
Granito Peralcalino do Ariri	Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe
Granito Milonítico do Ariri	Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe
Intrusão Diabásica do Pindaúba	Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe
Intrusão alcalina do Morro São João	APP
Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno	Área particular
Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia	PEIC
<b>Sítio da geodiversidade</b>	<b>Enquadramento legal</b>
Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso	PEIC

Propostas pontuais foram levantadas com o intuito de contribuir para a conservação e valorização de alguns geossítios. Para tanto, foi considerado o atual estado de conservação



potencial turístico e educativo. Embora os resultados da quantificação auxiliem nessa orientação, foram levadas em consideração também as observações feitas no decorrer das etapas de campo.

Apesar de verificado que os atrativos de Cananeia não são adequadamente divulgados, consequência a falta de políticas públicas ao incentivo de atividades que promovam a economia através do turismo, estas sugestões visam o uso sustentável desses geossítios com o objetivo de que, eventualmente, ocorra uma nova forma de geração de renda para a comunidade local.

### 5.3.2 Propostas para a gestão dos geossítios e sítios da geodiversidade no PEIC

Dentro dos limites do PEIC estão localizados os geossítios Metassedimentos da Praia do Pereirinha e intrusões alcalinas, Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá, Granito Sienito da Praia do Foles, Granito Cambriú, Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia e o sítio da geodiversidade Terraços de abrasão Marinha da Ilha do Cardoso.

O geossítio Metassedimentos da Ponta da Praia do Pereirinha apresenta fácil acesso e atualmente este local e suas redondezas já são intensamente frequentados por estudantes do ensino fundamental, médio e superior, que vão ao núcleo do Perequê para estudos do meio. Desta maneira, o geossítio poderia complementar muitos dos conhecimentos que são transmitidos aos alunos, principalmente no que se refere à atividade de observação da zonação do costão rochoso, muito próximo ao geossítio. Assim, sugere-se que o geossítio Metassedimentos da Ponta da Praia do Pereirinha seja divulgado pelo próprio PEIC, como mais um atrativo em que professores possam desenvolver atividades pedagógicas. Esta atividade pode complementar ainda a visita ao museu do PEIC, em que uma coleção de rochas encontradas na região está exposta.

O geossítio Metassedimentos da Ponta do Itacuruçá, embora com visita limitada devido às restrições de acesso, tem interessante potencial educativo para alunos do ensino médio e superior, pois nele é possível observar características do embasamento e também de processos posteriores como dobras, falhas e intrusões. Apresenta também potencial turístico, sendo que poderia ser divulgado como mais um atrativo do PEIC em que a geodiversidade da Ilha é apresentada através de folhetos, ou no centro de visitantes.

O geossítio Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia, já é bastante visitado e tem enorme potencial para qualquer tipo de público demonstrando a relação de como o meio físico interfere diretamente nas questões socioambientais e ecossistêmicas do local. Outras informações identificadas sobre o potencial educativo e turístico deste sítio estão disponíveis em Romão & Garcia (2017).

Para proceder a valorização e divulgação sugere-se a implementação de dois painéis interpretativos no PEIC. Um deles localizado no núcleo Perequê e o outro no núcleo Marujá. O conteúdo do painel indicaria a geodiversidade presente no PEIC e sua relação com a formação da paisagem, já que no PEIC é possível encontrar os principais contextos geológicos que foram identificados na região. No núcleo Perequê, o painel poderia ser instalado nas dependências do museu, sendo mais um elemento que agregaria valor à exposição atual. Já para o painel do núcleo Marujá, recomenda-se que este esteja em local de grande movimentação, como próximo à comunidade, por onde muitos turistas saem para seus passeios. Recomenda-se também que os geossítios sejam divulgados como atrativos da região, estando presentes em *websites* ou folhetos da UC.

### 5.3.3 Propostas para a gestão dos geossítios localizados na Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe.

Dentro do limite da Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe estão os geossítios Serra do Itapitangui, Granito Peralcalino do Ariri, Granito Milonítico do Ariri e Intrusão Diabásica do Pindaúba.

A proposta para o geossítio Serra do Itapitangui é colocar um painel interpretativo no local de embarque da balsa do trecho Ilha Comprida-Cananeia, pois sua visualização é excelente, assim os turistas, enquanto esperam a balsa, podem observar a feição geomorfológica e entender sua formação.

Para os geossítios Granito Peralcalino do Ariri, Granito Milonítico do Ariri e Intrusão Diabásica do Pindaúba o potencial educativo pode ser utilizado aos alunos do ensino superior, pois para compreender suas características geológicas é necessário um conhecimento prévio.

#### 5.3.4 Propostas para a gestão dos geossítios localizados na Área de Proteção Permanente (APP)

O único geossítio que está localizado dentro da APP é o Morro de São João, sendo um dos turisticamente mais visitados. A partir do centro de Cananeia seu acesso é fácil, no entanto o estado de conservação do mirante localizado no morro é precário, sendo urgentemente necessária uma reforma da estrutura, para assegurar a segurança no local. Nesse geossítio, a implementação de um painel interpretativo seria muito interessante do ponto de vista educativo, pois no local é possível ter uma boa observação das características geomorfológicas da região, como a planície costeira e as serras, evidenciando também o que representa o Morro de São João, por ser a única elevação presente na Ilha de Cananeia. Seu potencial educativo pode ser aplicado para qualquer tipo de público.

#### 5.4 Conclusões

A análise do panorama atual da Geoconservação no Brasil, realizada neste trabalho, teve como objetivo identificar uma questão sempre discutida em eventos científicos e em publicações: geoconservação é uma ciência recente. Entretanto, no Brasil quão recente seria? Os trabalhos de inventário do patrimônio geológico pesquisados não descrevem, muitas vezes, os métodos de inventário e avaliação quantitativa utilizados, o que não permite comparações futuras com outras áreas.

O inventário de locais de interesse geológico em Cananeia resultou em 11 geossítios e 1 sítio da geodiversidade. Analisar estes sítios sob a perspectiva da Geoconservação forneceu dados que poderão auxiliar iniciativas de gestão, valorização da geodiversidade, a serem aplicadas na educação e no turismo. Além disso, a geodiversidade identificada pode ser utilizada como mais um elemento para justificar a preservação de ecossistemas presentes no PEIC como costões rochosos, restingas, manguezais e estuários.

Sendo assim, espera-se que os dados fornecidos neste trabalho sejam de interesse para o ordenamento territorial e gestão ambiental desta unidade de conservação, para que assim seja possível elaborar propostas de conservação conjuntas com a biodiversidade.

Em relação a distribuição geográfica dos geossítios selecionados, observou-se que em certos compartimentos geológicos do município nenhum geossítio foi identificado. Isso ocorreu devido a dificuldade de encontrar locais potenciais na literatura e também pela dificuldade de conversar com pesquisadores para compartilharem informações. Mesmo assim, nada impede que novos sítios sejam incluídos ou revistos visando o aperfeiçoamento deste inventário.

Espera-se que os resultados presentes neste estudo contribuam para a evolução da temática da Geoconservação no Brasil, que já está sendo fortemente discutida em encontros científicos por parcela da comunidade geológica e geomorfológica, pois quanto maior o número de trabalhos realizados na identificação da geodiversidade, mais fácil pode se tornar o processo de popularização das Geociências.

Este trabalho poderá direcionar próximas estratégias em Geoconservação, para que os geossítios do litoral sul estejam presentes no roteiro geoturístico desenvolvido pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas). Muitos sítios do litoral norte que estão presentes nos municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela estão inseridos, mas espera-se que o projeto seja expandido.

## REFERÊNCIAS

- AB´SABER, A.N. Contribuição à Geomorfologia do Litoral Paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, São Paulo, n.1, p. 3-48, 1955.
- AB´SABER, A.N. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.1, n.1, p.27-43, 2000.
- ALMEIDA, J. R. & SUGUIO, K. Os significados dos sambaquis brasileiros e o potencial ecoturístico dos sítios arqueológicos da planície costeira Cananéia-Iguape e Ilha Comprida (SP). **Revista ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 5, n. 9, p. 117-133, 2011.
- ALMEIDA, V. V.; HEAMAN, L. M. ; SHAULIS, B. J. ; JANASI, V. A. ; FALEIROS, F. M. The Temporal Relationship Between Alkaline and Tholeiitic Magmatism in the Paraná-Etendeka Igneous Province: ID-TIMS U-Pb Ages of the José Fernandes Gabbro and Dykes of the Ponta Grossa Arch, Brazil. In: AMERICAN GEOPHYSICAL UNION - FALL MEETING, 2015, São Francisco, 2015.
- ALMEIDA, V.V.; JANASI, V.A.; HEAMAN, L.M.; SHAULIS, B.J.; HOLLANDA,H.B.M.; RENNE, P.R. 2017. Contemporaneous alkaline and tholeiitic magmatism in the Ponta Grossa Arch, Paraná-Etendeka Magmatic Province: Constraints from U–Pb zircon/baddeleyite and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar phlogopite dating of the José Fernandes Gabbro and mafic dykes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. Online first.
- ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; MULLER, M.E. Previsão e consequências da abertura de uma nova barra no Mar do Ararapira, Paraná – São Paulo, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**. Curitiba, v. 1, n.2, p. 67-75, 2009.
- AZEVEDO, U.R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais; Potencial para a criação de um Geoparque UNESCO**. 2007. 211 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- BRILHA, J. 2005. Patrimônio Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Viseu: Palimage Editores, 190p.
- BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review. **Geohetitage**, n. 8, v. 2, p. 119-134, 2016.
- COUTINHO, R. & ZALMON, I.R. O Bentos de costões rochosos. In: *Biologia marinha*. Soares Gomes A.; Pereira, R.C. (orgs)- 2 ed- Rio de Janeiro.
- CPRM. 2017. Disponível em : <http://www.cprm.gov.br/geossit/geossitios>. Acesso em 15.fev.2016.
- CURY, L. F. **Geologia Do Terreno Paranaguá**. 2009, 202 f. Tese de Doutorado -Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ESTADO DE SÃO PAULO, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>. Acesso em: 15.nov.2017.
- ESTADO DE SÃO PAULO, 2018. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/visite-cananeia-a-primeira-cidade-brasileira/>. Acesso em 11.abr.2018
- GARCIA- CORTÉS, A. CARCAVILLA -URQUÍ, L.C. 2009. Documento metodológico para la elaboración del inventario Español de lugares de interés geológico (IELIG).

- GRAY, M. 2008. Geodiversity: The origin and evolution of a paradigma. In: Burek, C. V. & Prosser, C. D. The History of Geoconservation. Geological Society, London, 300, 31–36.
- GHILARDI-LOPES, N.P.; TURRA, A.; BUCKERIDGE, M.S., SILVA, C.A.; BERCHEZ, F.A.S.; OLIVEIRA, V.M. On the perceptions and the conceptions of tourists with regard to global environmental changes and their consequences for coastal and marine environments: A case study of the northern São Paulo State coast, Brazil. **Marine Policy**, v.57, p.85-92. 2012.
- GUEDES, C.C.F. **Evolução Sedimentar quaternária da Ilha Comprida, Estado de São Paulo**. 2009. 131 f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 15. set.2017.
- GeoHereditas -USP. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/index.php?id=geohereditas>. Acesso em: 13 de jul.2017.
- KARMANN, I.; DIAS NETO, C.M.; WEBER, W. Caracterização litológica e estrutural das rochas metassedimentares do conjunto insular Cardoso, Sul do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 29, n.2, p. 157-162, 1999.
- MAZOCA, C.E.M.; GARCIA, M.G.M.; DEL LAMA, E.A. Produção de recursos digitais para divulgação de geociências: Experiências do Geohereditas, IGC -USP. In : IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, 4; ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO, 2. 2017. Ponta Grossa. Anais...Ponta Grossa: UEPG, 2017. P. 50-54.
- MULLER, M.E.J. **Análise das variações da linha de costa nas margens do mar do Ararapira como subsídio ao planejamento do uso e ocupação**. 2007. 59 f. Monografia – Setor de ciências da Terra - Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa. 2007.
- MURRAY, S. N.; AMBROSE, R.F.; MEGAN N. D. 2002. Methods for Performing Monitoring, Impact, and Ecological Studies on Rocky Shores. Coastal Research Center, Marine Science Institute, University of California, Santa Barbara. 217 p.
- NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, Ú.A. ; MANTESSO NETO, V. 2008. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia. 84p.
- OLIVEIRA, M.C.B. **Petrologia do maciço granítico Mandira-SP**. 1989. 203 f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências -Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- PASSARELLI, C.R. **Caracterização estrutural e geocronológica dos domínios tectônicos da porção sul-oriental do Estado de São Paulo**. 2001. 281 f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, 2001.
- PASSARELLI, C.R.; BASEI, M.A.S.; CAMPOS NETO, M.C.; SIGA JUNIOR, O. ; PRAZERES FILHO, H.J. Geocronologia e Geologia Isotópica dos Terrenos Pré-Cambrianos da Porção Sul-Oriental do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 55-74, 2004.
- PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINHO, L.Z.; PERRUFFO, 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, escala 1: 750.000. Programa Geologia do Brasil, CPRM, São Paulo.

- PETRI, S. & FULFARO V.J. Nota sobre a geologia e terraços marinhos na Ilha do Cardoso. **Notícias Geomorfológicas**, São Paulo, n. 10, p. 21-31, 1970.
- PIRAZZOLI, P. Marine notches. In: Van de Plassche O. (Ed.). *Sea-level research: A Manual for the Collection and Evaluation of Data*, Geo Books, Norwich, p. 361-400. 1986.
- RICCOMINI, C. Padrão de fraturamento do maciço alcalino de Cananéia, Estado de São Paulo: Relações com a tectônica mesozóica-cenozóica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 79-84, 1995.
- ROCHA, A.J.D.; SCHOBENHAUS, C. Aplicativo GEOSSIT - Nova versão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48. 2016. Porto Alegre. Resumos...Porto Alegre, UFRGS, 2016.
- ROMÃO, R.M.M.; GARCIA, M.G.M. Iniciativas de Inventário e Quantificação do Patrimônio Geológico no Brasil: Panorama Atual. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 2, p. 250-265, 2017.
- ROMÃO, R.M.M. & GARCIA, M.G.M. Identificação do Potencial uso educativo e turístico reconhecido no geossítio processos erosivos dos depósitos litorâneos da Enseada da Baleia. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOLÓGICO, 4; ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO, 2. 2017. Ponta Grossa. Anais...Ponta Grossa: UEPG, 2017. p. 330-334.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 2002. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso 30.out.2017.
- SIGA JUNIOR, O. **Domínios tectônicos do sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina: geocronologia e evolução crustal**. 1995. 232 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- SONOKI, I.K. & GARDA, G.M.. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e paraguai oriental: compilação e adaptação às novas constatntes de decaimento. **Série Científica USP**, São Paulo, v.19, p.63-85, 1988.
- SOUZA, C.R.G.& SOUZA, M.J.N. Monitoramento de processos sedimentares na Enseada da Baleia (Ilha do Cardoso, Cananéia- SP) Entre 2007-2015. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO-, 15., 2015, Rio Grande do Sul. Anais... Tramandaí – Imbé: UFRGS: ABEQUA, 2015. p 167-168.
- SPINELLI, F. P.; GOMES, C. B. ; VELÁZQUEZ, V. F. ; RICCOMINI, C.; COMIM-CHIARAMONTI, P. Considerações petrográficas e geoquímicas sobre a intrusão alcalina de Cananéia, litoral sul de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 8.; SIMPÓSIO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1, 2001, Curitiba. Resumos... Curitiba:. 2001. p.36
- SPINELLI, F.P. **As rochas alcalinas de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo: estudos mineralógicos, geoquímicos e isotópicos**. 2007. 138 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SPINELLI, F.P. & GOMES, C. B. A ocorrência alcalina de Cananéia, Litoral Sul do Estado de São Paulo: Geologia e Geocronologia. **Revista do Instituto de Geociências USP**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 53-64, 2008.
- SUGUIO, K. Tópicos de Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Geologia USP: Série Didática**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-40, 2003

- SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, USP, n.9, p. 1-33. 1992
- SUGUIO, K. & PETRI S. Stratigraphy of the Iguapé-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil: part I: field observations and grain size analysis. **Boletim do Instituto de Geociências**, São Paulo, n. 4, p. 1-20, 1973.
- VIEIRA A.J. Geologia do centro nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, Anais..Aracaju, 1973,p. 259-277
- WEBER, W. **Geologia e geocronologia da Ilha do Cardoso, Sudeste do Estado de São Paulo**. 1998. 110 f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.



## APÊNDICE A