

Interpretação ambiental aplicada ao patrimônio geológico de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo

Raquel Mamblona Marques ROMÃO & Maria da Glória Motta GARCIA

Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas), Rua do Lago, 562, CEP 05508-080, São Paulo, SP, Brasil (r.m.m.romao@gmail.com, mgmgarcia@usp.br).

Resumo. A Geoconservação é um ramo recente das Geociências que utiliza métodos para analisar quais sítios geológicos são representativos no contexto geológico de determinada região, avaliar suas características, valores e usos, bem como promover cuidados necessários para sua conservação e possibilidades de gestão. Após a seleção desses locais uma alternativa para a gestão dos sítios geológicos é por meio da interpretação ambiental, ferramenta que contribui para a conservação da natureza ao estabelecer relações com o que é observado. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo apresentar os onze geossítios selecionados no inventário do município de Cananeia e sugerir seu manejo por meio da interpretação ambiental. Para a identificação dos geossítios foi utilizada metodologia que orienta a seleção desses locais e para a avaliação quantitativa, foram analisados perante os parâmetros desenvolvidos pela plataforma GEOSSIT. Posteriormente, houve uma nova seleção, na qual cinco geossítios foram explorados no viés educativo. Estes foram escolhidos com base nos resultados da quantificação, questões envolvendo a acessibilidade e seu reconhecimento como atrativo municipal. Em seguida, realizou-se a criação de conteúdos interpretativos com base em temas visando a organização de possíveis assuntos a serem abordados nesses locais. Em escala regional, os geossítios são interessantes ferramentas para contextualizar a história geológica do município e aqueles direcionados para a criação de temas, demonstram o potencial para associar novos elementos à valorização da região e divulgação do conhecimento geocientífico.

Palavras-chave. Geoconservação, Inventário, Geossítios, Educação em Geociências, litoral paulista.

Abstract. ENVIRONMENTAL INTERPRETATION APPLIED FOR THE GEOLOGICAL HERITAGE OF CANANEIA, SOUTH COAST OF THE STATE OF SÃO PAULO. Geoconservation is a recent branch of Geosciences. It includes methods to analyze which geological sites are represented in the geological context of a region, to evaluate their characteristics, values and uses, as well as to promote necessary measures for their preservation and management possibilities. After selecting these sites, an alternative for the management of geological sites is through environmental interpretation, a tool that contributes to the conservation of nature by establishing relationships with what is observed. Thus, this work aims to present the eleven geosites selected in the inventory of the municipality of Cananeia and suggest their management through environmental interpretation. For the identification of the geosites, a methodology was used to guide the selection and for the quantitative evaluation, the geosites were analyzed using the parameters developed by the GEOSSIT platform. Subsequently, a new selection was made, in which five geosites were explored from the educational perspective, allowing for the creation and organization of interpretive content. These were chosen based on the results of the quantification, issues involving accessibility and its recognition as a municipal attraction. Then, there was the creation of interpretive content to be addressed in these places. On a regional scale, geosites are interesting tools to contextualize the geological history of the municipality. Those that were selected to the creation of themes, demonstrate the potential to associate new elements to the valorization of the region and dissemination of geoscientific knowledge.

Keywords. Geoconservation, Inventory, Geosites, Geosciences Education, São Paulo coast.

1 Introdução

A Geoconservação é o ramo das geociências que tem como foco o reconhecimento, a avaliação, a conservação e a promoção de elementos relevantes da geodiversidade (Henriques *et al.*, 2011) e que podem ser utilizados para fomentar diversas formas de acesso ao conhecimento geocientífico. O conjunto destas ações tem como base o reconhecimento da geodiversidade por meio de inventários do patrimônio geológico, responsáveis pela identificação dos principais registros de materiais, eventos e processos geológicos da história da Terra. Por meio dos inventários é possível selecionar e caracterizar os elementos mais significativos para a história geológica de uma região, os geossítios (Brilha, 2016).

No entanto, os resultados obtidos nos inventários não devem ser tomados como o produto final das pesquisas, mas sim como bases para orientar futuras ações relacionadas ao seu uso sustentável (Garcia *et al.*, 2017). Um dos usos mais comuns dos geossítios é na disseminação do conhecimento geocientífico, promovido por meio de ações educativas para a sociedade (Garcia *et al.*, 2019a). É essencial, entretanto, elaborar estratégias de comunicação adequadas, para que a transmissão do conhecimento seja efetiva. Neste contexto, a interpretação ambiental é uma ferramenta poderosa que pode contribuir para aproximar as pessoas do conhecimento científico (Moreira, 2008; Began *et al.*, 2017; Sanz *et al.*, 2020).

A interpretação ambiental tem como objetivo a disseminação de conceitos e ideias associadas à conservação dos recursos naturais por meio do estabelecimento de uma relação próxima com o público, promovendo conexões, revelando significados e vínculos com o que está sendo observado. Segundo Tilden (1957), uma boa interpretação utiliza ferramentas originais, sejam elas objetos, frases, experiências ou ilustrações, que estimulem a compreensão ao invés de apenas transmitir informações pontuais.

Quando aplicada às Geociências, a interpretação é uma alternativa para promover a apreciação da paisagem para além do seu valor estético, e adicionar informações sobre

características e curiosidades relacionadas à sua formação e representatividade em termos de evolução dos processos geológicos, biológicos e humanos (Brilha, 2009). Além disso, a interpretação pode contribuir para que a sociedade reconheça a importância e se sensibilize sobre a geoconservação, incentivando atitudes de preservação dos sítios geológicos e à geodiversidade em geral (Began *et al.*, 2017).

Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar os locais de interesse geológico identificados no município de Cananeia, litoral sul do estado de São Paulo e explorar o potencial daqueles com maior interesse à educação. Para isso, foram definidas propostas interpretativas que abrangem diversos aspectos da história geológica da região. Associadas a outros aspectos, tais como cultural, ecológico e histórico, estas informações podem ser utilizadas na gestão e no aproveitamento prático destes geossítios, de modo a promover e justificar a conservação da natureza de forma integrada.

2 Área, materiais e métodos

2.1 Localização da área

O município de Cananeia situa-se na porção sul do litoral do estado de São Paulo. A distância entre a capital Paulista até Cananeia é de 273 km e a distância entre Cananeia e a capital do Paraná, Curitiba, 248 km. Partindo de São Paulo, utiliza-se a rodovia Régis Bittencourt (BR-116) até a cidade de Registro (SP) e segue-se pela rodovia BR-478 até Cananeia (Figura 1).

A área do município é de 1.237 km² (IBGE, 2018), sendo composta por zonas continentais e insulares (ilhas de Cananeia, Cardoso, Bom Abrigo, Figueira, entre outras). Limita-se a norte com o município Pariqueira-Açu, a nordeste com Iguape, a leste com Ilha Comprida, a oeste com Barra do Turvo e Jacupiranga, a sul e oeste com Guaraqueçaba (município do estado do Paraná) e a sul e a leste com o Oceano Atlântico.

2.2. Contexto geológico-geomorfológico

Geologicamente, o município de Cananeia é constituído pela Planície Costeira Cananeia-

Iguape (Suguio & Tessler, 1992), pelo Terreno Paranaguá e por intrusões alcalinas mesozoicas. A planície costeira é formada por sedimentos fluvio-marinhos inconsolidados, representados pelo Grupo Mar Pequeno, de idade cenozoica, composto pela Formação Pariquera-Açu, Formação Cananeia e Formação Ilha Comprida (Suguio & Petri, 1973).

Os depósitos sedimentares cenozoicos encontram-se sobre rochas metamórficas cortadas por intrusões graníticas, ambas pertencentes ao Terreno Paranaguá, um dos domínios tectônicos que compõem a Província Mantiqueira. O complexo metamórfico inclui rochas gnáissicas, gnáissico-migmatíticas (Complexo São Francisco do Sul) e metassedimentares (Sequência Rio das Cobras) que afloram em uma grande faixa de direção NE-SW com aproximadamente 250km de extensão (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). Dados petrográficos e estruturais indicam que os corpos ígneos colocaram-se durante um estágio tardio do evento colisional associado à aglutinação do Supercontinente Gondwana, que balizou parte da região costeira entre o sul e sudeste do Brasil (Cury, 2009).

O Morro de São João, única ocorrência alcalina na Ilha de Cananeia, instalou-se nos espaços gerados a partir de movimentos divergentes responsáveis pelo sistema de rifteamento cenozoico no sudeste brasileiro, que ocasionou o rebaixamento da crosta e formação de diversos grabéns paralelos a costa (Zalán & Oliveira, 2005). Este *stock* de idade mesozoica apresenta 137 metros de elevação e 1,7 km² de diâmetro (Spinelli, 2007).

Em termos geomorfológicos, o município ocupa na porção oeste, as escarpas da Serra do Mar e, na porção leste, terrenos com pequenas elevações ou serras, além de extensas praias que compõem a planície costeira (Figura 2).

A Serra do Mar é uma feição geomorfológica muito significativa no estado de São Paulo, pois é a principal estrutura que delimita o Planalto Atlântico e o litoral. A história de sua formação está relacionada às sucessivas colagens de

antigos continentes no Neoproterozoico, quando importantes faixas móveis acrescionárias foram formadas nas bordas das zonas cratônicas. Ao final do Proterozoico mudanças no regime de esforços deram origem a zonas de cisalhamento transcorrentes que recortaram o sudeste brasileiro (Almeida & Carneiro, 1998), reativadas durante a fragmentação do supercontinente Gondwana e conseqüente abertura do oceano Atlântico e que resultaram na imponente feição de relevo que a constitui (Gontijo-Pascutti *et al.*, 2012). Em Cananeia, as principais elevações que integram a Serra do Mar são as serras de Itapitangui, na área continental, e o maciço da Ilha do Cardoso, na área insular.

A paisagem atual de Cananeia e áreas adjacentes se formou a partir das diversas regressões e transgressões marinhas pleistocênicas e holocênicas representadas pelo Complexo Estuarino-Lagunar da Planície Costeira Cananeia-Iguape (Ab´Saber, 2000). Neste período, alguns maciços costeiros ficaram isolados da Serra do Mar e se transformaram 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).

A hidrografia da região é caracterizada principalmente pela presença do Complexo Estuarino-Lagunar. Esse sistema recebe o aporte de água doce de rios como Ribeira de Iguape, Taquari, Mandira, das Minas e Itapitangui (Bonetti Filho & Miranda, 1997). O alto índice pluviométrico regional influencia também no volume de água drenado ao complexo (Mishima *et al.*, 1985).

2.3 Materiais e métodos

2.3.1 Inventário e quantificação

A seleção dos sítios geológicos foi feita com base no método de Brilha (2016) e consistiu em revisão bibliográfica e consulta a especialistas, lista preliminar de potenciais geossítios, trabalhos de campo (necessários para verificar a representatividade, integridade e raridade do sítio), lista final dos sítios de interesse geológico e avaliação quantitativa.

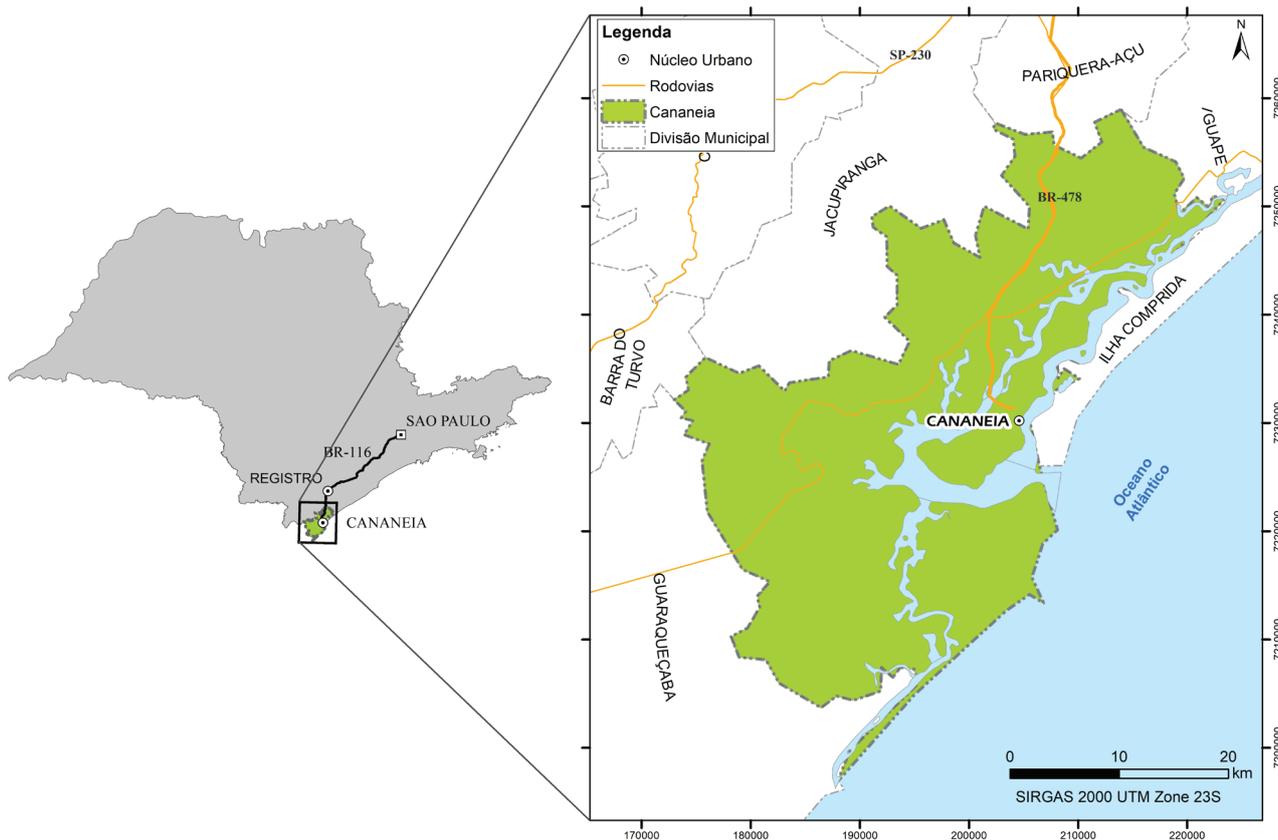


Figura 1. Mapa de localização de Cananeia e vias de acesso.
 Figure 1. Location map of Cananeia and access roads.

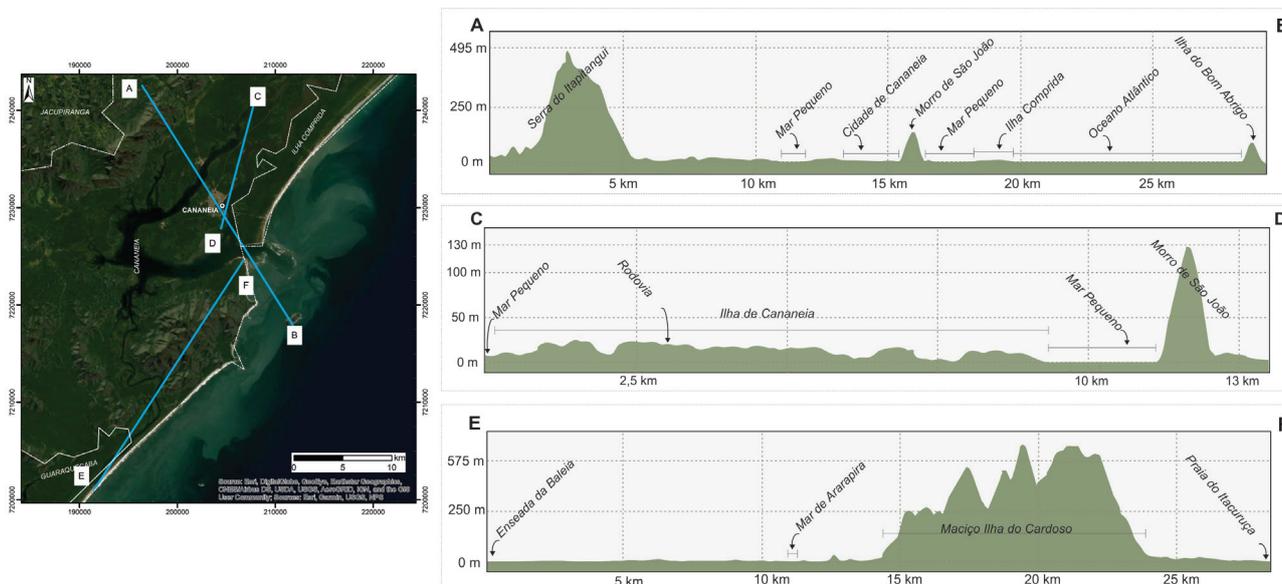


Figura 2. Imagem aérea do município de Cananeia com a localização das seções topográficas A-B, C-D e E-F, representadas em azul. As seções mostram o contraste entre os altos topográficos das rochas cristalinas da Serra do Mar e os baixos topográficos ocupados pela extensa planície costeira. Fonte: Esri, USGS.
 Figure 2. Aerial image of the municipality of Cananeia with the localization of topographic sections A-B, C-D and E-F, represented in blue. The sections show the contrast between the topographies of crystalline rocks of Serra do Mar and the low topographically occupied by the extensive coastal plain. Source: Esri, USGS.

A avaliação quantitativa foi feita utilizando a plataforma GEOSSIT, desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (Rocha *et al.*, 2016). A plataforma utiliza 27 critérios de avaliação, estabelecidos com base nos métodos de Brilha (2016) e Garcia-Cortés & Carcavilla Urqui (2009). Os pontos atribuídos para cada critério resultam no Valor Científico (VC), no Risco de Degradação (RD) e nos valores Educativo (VE) e Turístico (VT) dos sítios geológicos, que são calculados automaticamente. A plataforma considera como geossítios os locais com valores científicos iguais ou maiores que 200, enquanto locais com valores abaixo de 200 são classificados como sítios da geodiversidade. Para o RD os geossítios são classificados em três níveis de risco: baixo (<200), moderado (201 a 300) e alto (301 a 400). Para o VT e VE há um valor máximo que pode ser atingido (400); quanto mais próximo desse valor, maior é o potencial para o turismo e educação.

2.3.2 Seleção dos sítios para interpretação

Com base nos dados coletados no inventário e com os resultados obtidos na quantificação, foi feito o diagnóstico de quais geossítios poderiam ser explorados para a elaboração de conteúdos interpretativos voltados ao meio físico.

Os geossítios foram selecionados com base em: 1) Valor científico por categoria geológica; 2) Valores educativo e turístico; 3) Risco de degradação - apenas os locais de baixo a médio risco foram incluídos. Aqueles com alto risco de degradação não foram selecionados devido à inexistência de gestão, pois considerou-se que a realização de atividades no local poderia ameaçar sua integridade; 4) Acessibilidade - para a visita com segurança; e 5) Uso como atrativo turístico - seleção daqueles que já tem este uso na região (Figura 3).

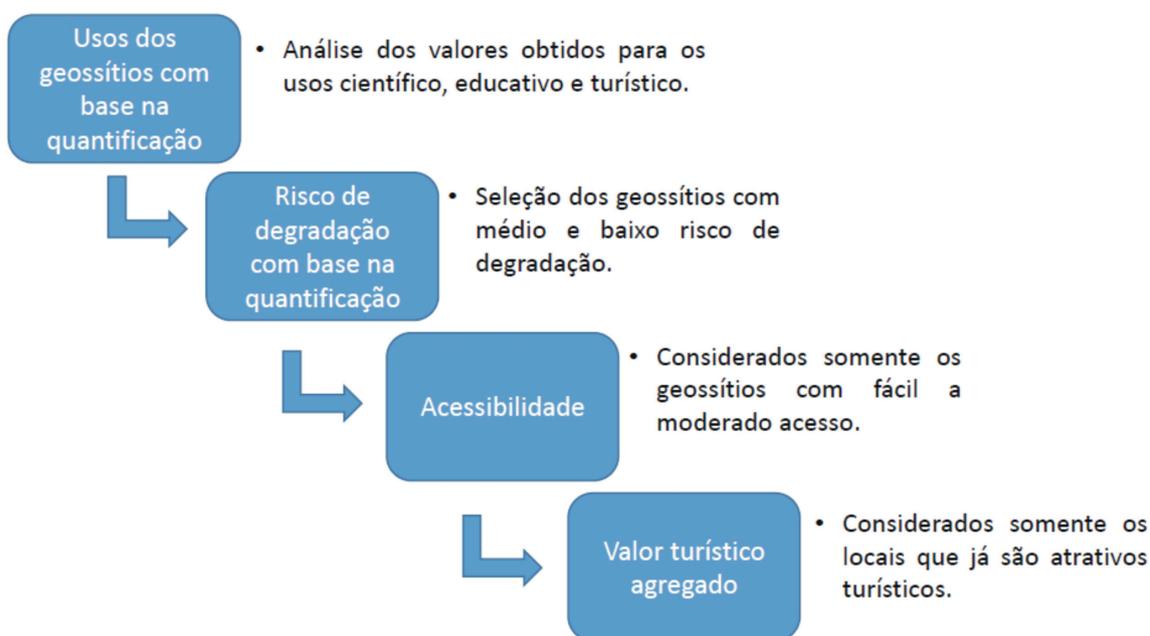


Figura 3. Fluxograma dos critérios utilizados para a seleção dos geossítios que foram alvos do desenvolvimento de conteúdos interpretativos.

Figure 3. Flowchart of the criteria used for selection geosites that were targets of the development of contents to explore their interpretative possibilities.

2.3.3 Planejamento do conteúdo interpretativo

Os conteúdos interpretativos para os geossítios selecionados foram desenvolvidos com base no método de interpretação temática (Ham, 1992), o qual orienta três etapas para a sistematização de ideias e mensagens a serem transmitidas de forma organizada e clara. A primeira etapa consiste em descrever o tópico (assuntos/conteúdos) que aborda os sítios em termos gerais. A segunda etapa envolve a definição de termos-chave específicos. A terceira etapa envolve a elaboração de temas, que representam o que é importante sobre os tópicos e que devem ser escritos como uma frase curta, simples e atrativa, contendo a principal mensagem a ser captada. Os conteúdos foram definidos com base na análise dos seguintes aspectos: tópico principal, tópico específico, tópicos subordinados e tema. Além das orientações de Ham (1992), foram propostos outros elementos que complementam o potencial dos geossítios: sugestões de atividades, estruturação dos tópicos, sugestões de ilustrações e elementos associados (Quadro 1).

Quadro 1. Quadro síntese ilustrando os elementos definidos no planejamento do conteúdo interpretativo para os geossítios.

Chart 1. Synthesis chart illustrating the elements defined in the planning of the interpretative content for the geosites.

Planejamento do conteúdo interpretativo para os geossítios	
Tópico principal	Expressa o assunto geral que caracteriza cada geossítio.
Tópico específico	Expressa o principal assunto, fatos e conceitos que caracterizam cada geossítio em termos específicos, necessários para entender o tema.
Tópicos subordinados	Expressa assuntos secundários de cada geossítio, que possuam relação com o tópico principal. Podem ser fatos, conceitos, anedotas ou analogias.
Tema	Expressa a principal mensagem que o comunicador quer transmitir sobre o tópico.
Sugestões de atividades	Atividades selecionadas para serem realizadas antes, durante ou após a visita aos geossítios. Utilizou-se como base os trabalhos de King et al. (2008) e King et al. (2013), que desenvolveram centenas de atividades para professores de ciências da Terra. A avaliação levou em conta o potencial de cada atividade para explorar os tópicos que abrangem cada geossítio.
Estruturação dos tópicos	Questões que visam orientar a parte escrita na criação de textos educativos sobre os geossítios. As questões levam em consideração o tópico principal, os tópicos subordinados e os temas.
Sugestões de ilustrações	Indicações de como as características específicas de cada geossítio podem ser exploradas e potencializadas por meio de ilustrações, esquemas ou fotografias.
Elementos associados	Relações entre cultura, tradições, história, biodiversidade ou aspectos socioambientais da região com o geossítio.

3 Resultados

3.1 Inventário e avaliação dos geossítios

Os locais selecionados são representativos dos contextos geológicos que contribuíram para a formação da paisagem atual de Cananeia e estão descritos em Romão (2017). Foram selecionados onze sítios representativos de cinco categorias geológicas (CG): Terreno Paranaguá, Magmatismo neoproterozoico, Magmatismo mesozoico, Evolução quaternária e Geomorfologia e formação da paisagem (Figura 4). As CG foram definidas e adaptadas com base no inventário do patrimônio geológico do litoral norte do estado de São Paulo (Garcia et al., 2019a).

3.1.1 CG Terreno Paranaguá

Esta categoria representa o registro da orogênese brasileira no cinturão Ribeira correlacionadas com a formação do Pangea (Quadro 2 e 3).

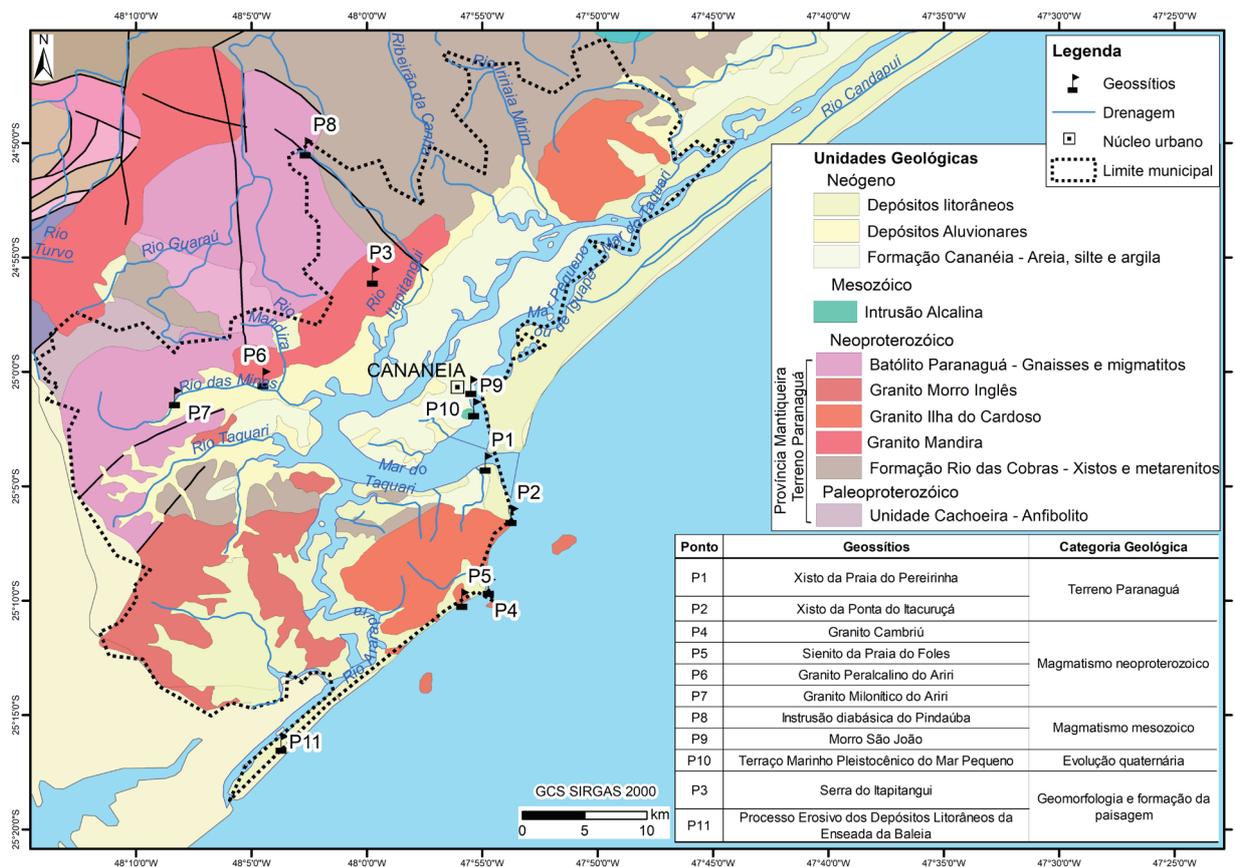


Figura 4. Mapa geológico da região com a localização dos geossítios e categorias geológicas correspondentes. Adaptado de Perrotta et al. (2005).
 Figure 4. Regional Geological map with geosites localization and corresponding geological frameworks. Adapted from Perrotta et al. (2005).

Quadro 2. Geossítio Xisto da Praia do Pereirinha
 Chart 2. Geosite Xisto da Praia do Pereirinha

Acesso/Localização	Ilha do Cardoso
Coordenadas (UTM)	X: 205930 Y: 7224560
Descrição	O geossítio está localizado em uma pequena elevação topográfica onde afloram blocos de dimensões decamétricas de quartzito fresco a alterado (Figura 5A). A rocha apresenta estrutura bandada que exhibe intercalações abruptas entre leitos micáceos (biotita e muscovita) de textura lepidoblástica e coloração amarelo escuro e leitos quartzosos granoblásticos de coloração cinza escuro (Figura 5B).
Valores quantificação	VC: 185 VE: 210 RD: 30 VT: 220

3.1.2. CG Magmatismo neoproterozoico

Esta categoria representa o magmatismo sin-orogênico durante o Ciclo Brasileiro (Quadro 4, 5, 6 e 7).

3.1.3 CG Magmatismo mesozoico

Esta categoria representa os registros de pré-fragmentação do supercontinente Gondwana e os eventos magmáticos mais recentes que ocorreram no sudeste brasileiro (Quadro 8 e 9).

Quadro 3. Geossítio Xisto da Ponta do Itacuruçá
Chart 2. Geosite Geossítio Xisto da Ponta do Itacuruçá

Acesso/Localização	Praia do Itacuruçá, Ilha do Cardoso
Coordenadas (UTM)	X: 207901 Y: 7220364
Descrição	As rochas que compõem a geoforma da Ponta do Itacuruçá (Figura 5C) são xistos formados a partir do metamorfismo de rochas sedimentares de ambiente marinho. O xisto é caracterizado por intercalações contínuas e sucessivas entre leitos de quartzito e leitos xistosos com espessura centimétrica até decamétrica. A foliação geral é E-W e a deformação é marcada por dobras assimétricas (Figura 5D).
Valores quantificação	VC: 245 PUE: 195 RD: 65 PUT: 190



Figura 5. Geossítios da CG Terreno Paranaguá. A) Visão geral do afloramento do geossítio Xisto da Praia do Pereirinha. B) Aspecto do quartzito xisto na Praia do Pereirinha. C) Visão geral da Ponta do Itacuruçá, cujo ponto mais alto tem o relevo sustentado por uma camada de quartzito. Destaque para o Marco do Tratado de Tordesilhas. D) Dobras assimétricas nas rochas metamórficas da Ponta do Itacuruçá.

Figure 5. Geosites of the Paranaguá Terrane category. A) Outcrop view of the schist geosite at Praia da Pereirinha. B) Aspect of shale quartzite in the schist geosite of Praia do Pereirinha. C) Overview of Ponta do Itacuruçá, whose highest point has the relief supported by a layer of quartzite. Highlight for the Treaty of Tordesillas. D) Metamorphic rocks with asymmetric folds in Ponta do Itacuruçá.

Quadro 4. Geossítio Sienito da Praia do Foles
Chart 4. Geosite Sienito da Praia do Foles

Acesso/Localização	Ilha do Cardoso
Coordenadas (UTM)	X: 204464 Y: 7213521
Descrição	Costão rochoso composto por quartzito sienito representante da unidade Sienito Três Irmãos (Weber, 1998) (Figura 6A). O quartzito sienito é caracterizado por possuir coloração cinza a cinza esverdeado e granulação inequigranular média a grossa.
Valores quantificação	VC: 130 VE: 140 RD: 50 VT: 150



Figura 6. Geossítios da categoria Magmatismo neoproterozoico. A) Visão geral do geossítio Sienito da Praia do Foles. B) Destaque da relação intrusiva entre o Granito Cambriú e o Sienito Três Irmãos no geossítio Cambriú. C) Parte do costão no geossítio Granito Cambriú com detalhe para a Ilha do Cambriú. D) Detalhe do granito peralcalino do geossítio Granito Peralcalino do Ariri.

Figure 6. Geosites of the Neoproterozoic magmatism category. A) Overview of the Praia do Foles Sienite geosite. B) Highlight of the intrusive relationship between the Granite Cambriú and the Três Irmãos Sienite at the Cambriú geosite. C) Part of the outcrop at the shore of the Cambriú geosite with details for the Cambriú Island. D) Detail of the peralkaline granite from the Ariri Peralcalino granite geosite.

Quadro 5. Geossítio Granito Cambriú
Chart 5. Geosite Granito Cambriú

Acesso/Localização	Praia do Cambriú, Ilha do Cardoso
Coordenadas (UTM)	X: 206371 Y: 7214613
Descrição	Registros da 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 no Granito Cambriú (Figura 6B). O Granito Cambriú possui coloração cinza-rosada, granulação grossa inequigranular e também ocorre nas ilhas do Bom Abrigo e do Cambriú (Figura 6C), sugerindo que ambas já estiveram unidas ao continente e separadas devido a variações do nível relativo do mar durante o Quaternário (Weber, 1998).
Valores quantificação	VC: 205 VE: 200 RD: 50 VT: 195

Quadro 6. Geossítio Granito Peralcalino do Ariri
 Chart 6. Geosite Granito Peralcalino do Ariri

Acesso/Localização	Estrada do Ariri
Coordenadas (UTM)	X:795326 Y: 7231350
Descrição	Semelhança entre as rochas que compõem este geossítio e o granito identificado na Ilha do Cardoso, mais precisamente na Ponta do Cambriú, sugerindo a continuidade na zona continental (Weber, 1998) (Figura 6D). O granito apresenta localmente coloração cinza, textura fanerítica, granulação média e equigranular e é composto essencialmente por quartzo, plagioclásio, feldspato alcalino e biotita.
Valores quantificação	VC: 135 VE: 165 RD: 120 VT: 150

Quadro 7. Geossítio Granito Milonítico do Ariri
 Chart 7. Geosite Granito Milonítico do Ariri

Acesso/Localização	Estrada do Ariri
Coordenadas (UTM)	X: 788831 Y: 7229964
Descrição	Afloramento representante da Suíte Morro Inglês formado por litotipos granitos porfiríticos que, próximos a zonas de cisalhamento, exibem foliação milonítica e feições de fusão parcial (Cury, 2009).
Valores quantificação	VC: 165 VE: 190 RD: 210 VT: 170

Quadro 8. Geossítio Intrusão alcalina do Morro de São João
 Chart 8. Geosite Intrusão alcalina do Morro de São João

Acesso/Localização	Feito a partir da sede da SABESP
Coordenadas (UTM)	X:204979 Y:7228924
Descrição	Única elevação presente na Ilha de Cananeia (Figura 7A), constituída por sienitos leucocráticos formados em evento magmático alcalino durante o Neocretáceo (Figura 7B). O morro de São João ocorre alinhado com outros corpos alcalinos de idade cretácea no sudeste brasileiro, que na região sul do estado de São Paulo são representado por Morretes (Ilha Comprida), Pariquera-Açu e Juquiá.
Valores quantificação	VC: 295 VE: 320 RD: 210 VT: 275

Quadro 9. Geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba
 Chart 9. Geosite Intrusão diabásica do Pindaúba

Acesso/Localização	Estrada do Pindaúba
Coordenadas (UTM)	X: 798801 Y: 7249901
Descrição	Dique de diabásio (Figura 7C e D), intrusivo nos gnaisses e migmatitos, pertencentes à unidade Batólito Paranaguá. É interpretado como condutos que alimentaram o derrame de lava correlacionados com a Província Magmática Paraná-Etendeka, um dos maiores derrames de lava do mundo (Almeida et al., 2017).
Valores quantificação	VC: 295 VE: 230 RD: 245 VT: 170

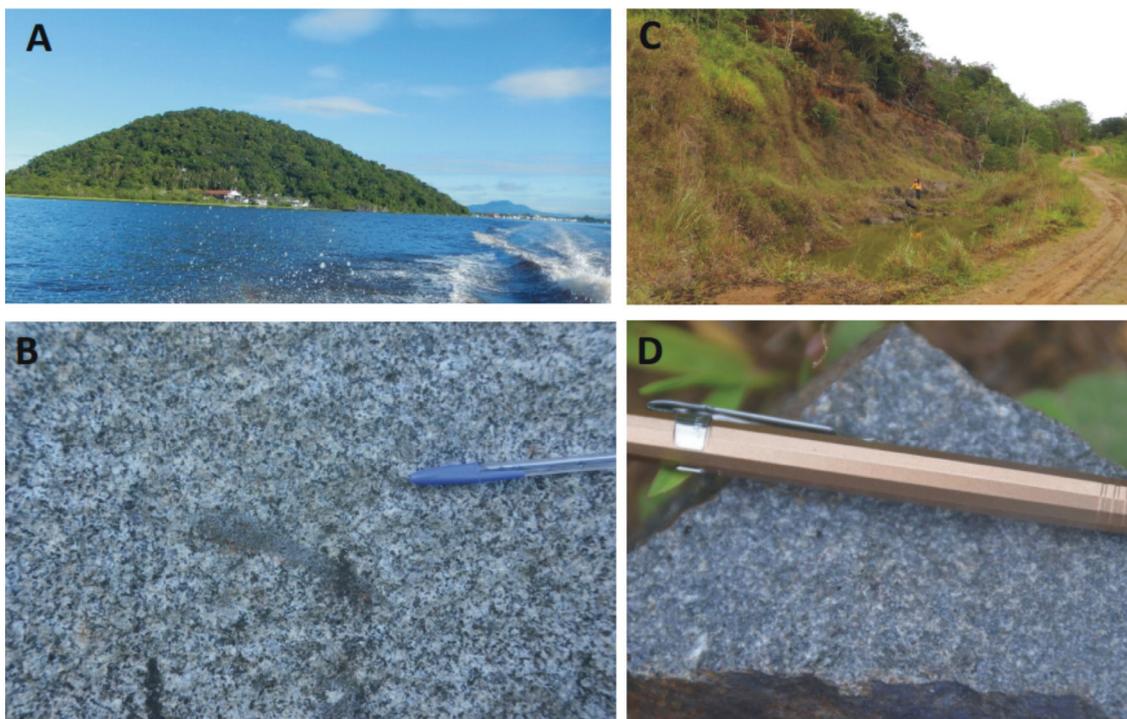


Figura 7. Geossítios da CG Magmatismo mesozoico. A) Visão geral do Geossítio Intrusão alcalina do Morro de São João. B) Detalhe da rocha alcalina acinzentada do geossítio Morro de São João. C) Visão geral do afloramento em corte de estrada do geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba. D) Detalhe de amostra de diabásio no geossítio Intrusão diabásica do Pindaúba.

Figure 7. Geosites of the Mesozoic magmatism category. A) Overview of the Geosite Alkaline intrusion of Morro de São João. B) Detail of the grayish alkaline rock. C) Overview of the cross-section of the outcrop of the Pindaúba diabase intrusion geosite. D) Detail of diabase sample at the Pindaúba diabase intrusion geosite.

3.1.4 CG Evolução quaternária

Esta categoria representa a dinâmica de sedimentação que ocorreu no Neógeno na margem passiva da plataforma Sul-Americana (Quadro 10).

3.1.5 CG Geomorfologia e formação da paisagem

Esta categoria representa a atual configuração da paisagem após a formação da Serra do Mar e os atuais processos erosivos da planície costeira (Quadro 11 e 12).

Quadro 10. Geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno
 Chart 10. Geosite Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno

Acesso/Localização	Acesso por píer na borda da laguna do Mar Pequeno
Coordenadas (UTM)	X: 204751 Y: 7230719
Descrição	Terraço contendo registros feitos por organismos marinhos classificados como <i>Callichirus major</i> sp, popularmente conhecido como corrupto. As estruturas em formato de tubos indicam a posição do nível do mar no Pleistoceno (Suguió & Tessler, 1992) (Figura 8).
Valores quantificação	VC: 225 VE: 265 RD: 310 VT: 225



Figura 8. Geossítios da CG Evolução quaternária. A) Visão geral do afloramento composto por sedimentos finos de coloração marrom avermelhado com presença de estratificação plano-paralela. B) Estruturas em formatos de tubos construídas pelo *Callichirus major* sp.

Figure 8. Geosites of the category Quaternary evolution. A) Overview of the outcrop composed of fine reddish brown sediments with the presence of plane-parallel stratification. B) Tube-shaped structures built by the biological *Callichirus major* sp.

Quadro 11. Geossítio Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia
 Chart 11. Geosite Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia

Acesso/Localização	Atual extremidade sul da Ilha do Cardoso
Coordenadas (UTM)	X: 795995 Y: 7201883
Descrição	Melhor local de observação do rompimento do esporão arenoso da Ilha do Cardoso (Figura 9A), provocado pela erosão do Mar do Ararapira em conjunto com a erosão costeira. Eventos de alta energia, como grandes ressacas e ondas, intensificaram o processo erosivo que levaram ao seu rompimento em 2018 (Müller, 2007; Angulo et al., 2009) (Figura 9B).
Valores quantificação	VC: 230 VE: 270 RD: 90 VT: 220

Quadro 12. Geossítio Serra do Itapitangui
 Chart 12. Geosite Serra do Itapitangui

Acesso/Localização	Serra que bordeia o município de Cananeia até Iguape
Coordenadas (UTM)	X: 197364 Y: 7239470
Descrição	Serra formada por rochas de composição granítica que destaca-se na paisagem da planície costeira (Figura 9C). Segundo Oliveira (1989), o maciço é seccionado em três porções condicionadas por falhamentos de direção NW, em que importantes cursos d'água regionais, como os rios Mandira e Itapitangui, estão encaixados.
Valores quantificação	VC: 270 VE: 225 RD:90 VT: 145



Figura 9. Geossítios da CG Geomorfologia e formação da paisagem A) Visão geral do esporão arenoso da Ilha do Cardoso a sul antes do rompimento do geossítio Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia. B) Altura do esporão em 2017, próximo ao seu rompimento. C) Vista da Serra do Itapitangui a partir da balsa.

Figure 9. Geosites of the category Geomorphology and landscape formation. A) Overview of the south sandy spur of Cardoso Island before the rupture of the Geosite Erosive Process of Coastal Deposits of Enseada da Baleia. B) Height of the spur in 2017, close to breaking. C) View of the Serra do Itapitangui from the ferry.

3.2 Propostas interpretativas

As propostas foram definidas para cinco geossítios (Quadro 13), em que foi considerado a história geológica, as características dos litotipos e a relação destes locais com outros elementos da paisagem. Além disso, foram incluídos conteúdos associados à ciência da Geoconservação, cujos princípios nortearam essa pesquisa.

3.2.1 Informações introdutórias

Tópico principal: Geoconservação.

Tópico específico: Por que a Geoconservação é importante para a sociedade.

Tópicos subordinados: Geodiversidade. Patrimônio geológico.

Temas: (a) A geodiversidade desempenha papel importante na natureza. (b) Aprender sobre geodiversidade nunca foi tão importante. (c) A Geoconservação também é importante! (d) Pessoas que sabem o que é Geoconservação ajudam a preservar a natureza. (e) É nosso dever proteger nosso patrimônio geológico!. (f) Conservar o patrimônio geológico é conservar a história da Terra. (g) O mundo precisa de geoconservacionistas como você para cuidar de nosso planeta. (h) A perda da geodiversidade está se tornando um grande problema.

Estruturação dos tópicos: O que é Geodiversidade, Patrimônio Geológico e Geoconservação? Por quais motivos devemos conservar a parte abiótica da natureza? Por que isso é importante para as pessoas?

Quadro 13. Geossítios selecionados. Os motivos para a exclusão de alguns geossítios foram destacados em negrito. Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Área de Proteção Ambiental Cananeia-Iguape-Peruíbe (APA-CIP), Área de Proteção Permanente (APP). Uso Científico (UC), Uso Educativo (EU) e Uso Turístico (UT).

Chart 13. Selected geosites. The reasons for the geosites not being selected were highlighted in bold. Ilha do Cardoso State Park (PEIC), Cananeia-Iguape-Peruíbe Environmental Protection Area (APA-CIP), Permanent Protection Area (APP). Acronyms meaning for scientific use (UC), educational use (EU) e touristic use (UT)

<u>Geossítios</u>	<u>Proteção legal</u>	<u>Usos definidos</u>	<u>Risco de degradação</u>	<u>Acessibilidade</u>	<u>Utilização como atrativo turístico</u>
Xisto da praia do Pereirinha	PEIC	UC-UE-UT	Baixo	Fácil	Sim
Xisto da Ponta do Itacuruçá	PEIC	UC-UE-UT	Baixo	Moderado	Sim
Serra do Itapitangui	APA-CIP	UC-UE-UT	Baixo	Fácil	Sim
Granito Sienito da Praia do Foles	PEIC	UC	Baixo	Moderado	Não
Granito Cambriú	PEIC	UC	Baixo	Moderado	Não
Granito Peralcalino do Ariri	APA-CIP	UC	Baixo	Moderado	Não
Granito Milonítico do Ariri	APA-CIP	UC	Médio	Moderado	Não
Intrusão Diabásica do Pindaúba	APA-CIP	UC	Médio	Moderado	Não
Intrusão alcalina do Morro São João	APP	UC-UE-UT	Médio	Fácil	Sim
Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno	Particular	UC-UE-UT	Alto	Fácil	Não
Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia	PEIC	UC-UE-UT	Baixo	Moderado	Sim

Sugestões de atividades: (a) Estimular a reflexão acerca da conservação da natureza por meio da integração dos elementos bióticos e abióticos. (b) Investigação pré-campo sobre a temática da Geoconservação, por meio da exploração de *sites*, redes sociais, mapas e vídeos. Analisar os geossítios que existem no município, ver imagens e observar suas características. (c) Discutir quais etapas/questões são essenciais para o planejamento de ações voltadas à conservação de sítios geológicos (King et al., 2008a). (d) Sensibilizar sobre a real necessidade de coletar amostras de rochas, fósseis ou minerais para coleções pessoais (King et al., 2008b).

Sugestões de ilustrações: Destaque para os cinco geossítios localizados em Cananeia e os aspectos da biodiversidade, cultura e história associados - realçar a relação com o meio físico. Exemplos: tipo de vegetação e ecossistemas que dependem do meio físico, atividades praticadas pelas comunidades tradicionais (ex. pesca, tradições culturais).

Elementos associados: Mostrar a riqueza do patrimônio natural de Cananeia, com destaque para os elementos da geodiversidade que são significativos no município.

3.2.2 Geossítio Processos Erosivos da Enseada da Baleia

Tópico principal: Erosão.

Tópico específico: Como a erosão pode mudar a paisagem de uma região.

Tópicos subordinados: Sedimentação. Dinâmica Costeira. Alteração da paisagem

Tema: (a) Estamos perdendo território, marujo!. (b) A Ilha do Cardoso está de mudança. (c) A areia que estava aqui agora foi para lá. (d) A erosão vai mudar essa paisagem. (e) A Ilha que foi separada, destruiu e reconstruiu. (f) Processos erosivos podem destruir uma ilha. (g) Aprender sobre processo erosivos nunca foi tão importante.

Estruturação dos tópicos: O que é erosão? Que tipo de processo erosivo aconteceu? Quais foram as mudanças morfológicas que ocorreram na Ilha do Cardoso? Quais relações a comunidade da Enseada da Baleia possui com o meio físico e

quais implicações socioambientais interferiram no modo de vida da comunidade?

Sugestões de atividades: (a) Ao observar a paisagem analise suas modificações, e em quais locais há o predomínio de erosão ou deposição (King et al., 2008c). (b) Construa diferentes formas com lego para demonstrar de maneira lúdica processos sedimentares (King et al., 2008d). (c) Investigue como a erosão, transporte e deposição de ondas pode mudar a linha de costa (King et al., 2008e).

Sugestões de ilustrações: Imagens de satélites podem ser exploradas para mostrar o antes, o durante e o depois do rompimento do esporão arenoso. Fotos aéreas para observar a quantidade e a trajetória atual dos sedimentos em suspensão no Mar de Ararapira.

Elementos associados: Analisar a problemática socioambiental da comunidade tradicional da Enseada da Baleia e o processo erosivo. Utilizar fotografias para explorar a relação que a comunidade tem com o meio físico por meio da pesca e de sua cultura, com imagens que envolvam a biodiversidade, como a vegetação de restinga e seu desenvolvimento naquele tipo de sedimento.

3.2.3 Geossítio Morro de São João

Tópico principal: Rochas ígneas jovens.

Tópico específico: Qual o tipo de rocha que constitui a única elevação da Ilha de Cananeia.

Tópicos subordinados: Relevo do litoral Sul paulista. Correlação do *stock* do Morro de São João com outras ocorrências alcalinas do sudeste brasileiro. Resistência desse tipo de rocha frente ao intemperismo.

Tema: (a) Pulsos de uma câmara magmática. (b) Um testemunho das profundezas da terra: as rochas magmáticas do Morro de São João. (c) Ver para crer! Porque o litoral sul paulista é único?. (d) A Ilha de Cananeia é 100% plana?. (e) Subindo a ladeira! O Morro de São João é a única elevação de Cananeia.

Estruturação dos tópicos: O que são rochas magmáticas? Como elas se formam no interior da Terra? Quais os são os tipos de magmas e como são gerados? Quais são as características das rochas do litoral paulista – por que o Morro de

São João é a única elevação na Ilha de Cananeia? - Tipos de rochas magmáticas que ocorrem na Serra do Mar (mais antigas) em relação às intrusões alcalinas (mais jovens).

Sugestões de atividades: (a) Observe e descreva características das rochas ígneas e compare com outros tipos de rochas. (King *et al.*, 2008f). (b) Utilize a vista do mirante para descrever as geoformas observadas e formule hipóteses para interpretar a geologia local (King *et al.*, 2008g).

Sugestões de ilustrações: Fotos aéreas mostrando como o morro é a única elevação da Ilha de Cananeia. Imagens de 360° graus da vista do Morro de São João com sinalização dos elementos observados (zona costeira, Ilha Comprida, laguna, maciço da Ilha do Cardoso). Uso de perfil topográfico da Ilha de Cananeia. Imagem ampliada dos minerais presentes na rocha. Figura mostrando as ocorrências de magmatismo alcalino no Brasil.

Elementos associados: Explorar a relação da biodiversidade com a rocha que constitui o morro de São João - único local da ilha de Cananeia onde há formação de solo com características que permitem o desenvolvimento de densa vegetação, típica de Mata Atlântica. Solo formado a partir das alterações das rochas ígneas diferente dos terraços arenosos que compõem a ilha de Cananeia, onde a vegetação é típica dos cordões litorâneos.

3.2.4 Geossítio Serra do Itapitanguí

Tópico principal: Tectônica de placas.

Tópico específico: Como a tectônica de placas formou a Serra do Mar.

Tópicos subordinados: Separação dos continentes. Formação da Serra do Mar. Agentes formadores da paisagem.

Tema: (a) A Serra do Mar é o grande presente do litoral paulista. (b) Um fascinante oceano e a Serra do Mar. (c) Em um passado quando não existia a Serra do Mar. (d) Curiosidades sobre a Serra do Mar que você precisa saber. (e) Fatores que determinaram a formação da Serra do Mar. (f) A Serra do Mar no contexto do Gondwana.

Estruturação dos tópicos: O que é a tectônica de placas? Como a tectônica de placas

ocorre? Quais são os fatores envolvidos? Quais são os resultados na paisagem?

Sugestões de atividades: (a) Utilize mapas impressos para demonstrar a abertura do oceano Atlântico e o que aconteceu com a movimentação dos continentes (King *et al.*, 2008h). (b) Demonstre os tipos de margens e movimentos de placas tectônicas com o uso das mãos (King *et al.*, 2008i).

Sugestões de ilustrações: O grande destaque que a Serra do Itapitanguí tem na paisagem. Utilizar perfis topográficos e/ou mapas geomorfológicos que mostrem como a serra é expressiva na planície costeira (como na Figura 2).

Elementos associados: Destaque para a Serra do Itapitanguí e para a vila histórica de Cananeia com seus casarões coloniais.

3.2.5 Geossítio Xisto da Ponta do Itacuruçá

Tópico principal: Paleoambientes.

Tópico específico: Como certos tipos de ambientes geológicos formaram determinados tipos de rochas.

Tópicos subordinados: Rochas metamórficas proveniente da orogênese brasileira

Tema: (a) Para entender a Ponta do Itacuruçá, você precisa conhecer a história de um fascinante oceano. (b) Ponta do Itacuruçá, a história de quem já foi um oceano. (c) Existe alguma possibilidade de dobrar uma rocha? (d) A força necessária para dobrar uma rocha.

Estruturação dos tópicos: Qual o ambiente geológico responsável pela formação das rochas da Ponta do Itacuruçá? Qual tipo de rochas esse tipo de ambiente formou? Por que e como ocorreu a transformação dessas rochas através da tectônica de placas?

Sugestões de atividades: (a) Utilize as estruturas sedimentares observadas em campo para ilustrar como ocorreu a deposição do sedimento e explique as transformações que ocorreram até o metamorfismo (King *et al.*, 2008j). (b) Coloque sedimentos em um tubo transparente para recriar camadas horizontais e aplique pressão para simular o processo de litificação (King *et al.*, 2008k). (c) Crie um cenário imaginário de colisão entre montanhas para

demonstrar registros de esforços atuantes (King *et al.*, 2008l). (d) Use sua mão para modelar e demonstrar diferentes tipos de dobras geológicas (King *et al.*, 2008m).

Sugestões de ilustrações: Ilustração que mostra como os sedimentos foram depositados nesse antigo oceano até a formação da rocha. Outros esquemas que mostrem como as rochas sofrem transformações por meio da pressão e da temperatura. Imagem aérea para observação da direção NE/SW da Ponta do Itacuruçá e croqui geológico (contato entre corpos rochosos – xistos e granitos).

Elementos associados: Destaque para a geoforma da Ponta do Itacuruçá. Destaque para o elemento histórico do tratado de Tordesilhas, originalmente feito em pedra.

3.2.6 Geossítio Xisto Praia do Pereirinha

Tópico principal: Tectônica de placas.

Tópico específico: Rochas metamórficas proveniente da orogênese brasileira.

Tópicos subordinados: Rochas metamórficas geradas a partir de movimentos convergentes de placas tectônicas. Metamorfismo de rochas sedimentares.

Tema: (a) Há muito tempo sofrendo transformações.

Estruturação dos tópicos: Quais são os tipos de limites de placas tectônicas? Que tipo de produtos esses esforços podem formar? O que são rochas metamórficas? Quais tipos de esforços tectônicos podem ser observados na praia do Pereirinha? Em qual época do tempo geológico essa rocha se formou? O que estava acontecendo na região (antigo ambiente de formação).

Sugestões de atividades: (a) Observe e descreva características das rochas metamórficas (King *et al.*, 2008n). (b) Reflita sobre a idade da Terra: Elabore uma linha do tempo com acontecimentos pessoais e insira na escala geológica. Observe como determinados eventos geológicos estão distantes da escala humana.

Sugestões de ilustrações: Utilizar ilustrações com a escala do tempo geológico.

Elementos associados: Trazer a relação

de tempo, tanto do tempo geológico como o da escala humana

4 Discussão dos resultados

4.1 Inventário e avaliação

Os métodos adotados para o inventário e a avaliação foram eficazes na seleção dos geossítios e na análise quanto ao seu valor científico, risco de degradação, valor turístico e valor educativo. A organização dos geossítios em categorias que abrangem os contextos geológicos do litoral paulista permitiu analisar a representatividade dos eventos no município de Cananeia. Este tipo de organização facilita a atualização do inventário apresentado, pois novos geossítios ou novas categorias podem ser investigados ou até mesmo excluídos. O processo de atualização é inerente ao caráter dinâmico dos inventários desta forma, foi possível verificar limitações frente a ausência de categorias que não foram incluídas neste trabalho, como: solos; mudanças climáticas e hidrografia.

Na avaliação do valor científico dos geossítios (Quadro 14) a existência de estudos prévios foi fatores determinante. O geossítio Intrusão alcalina do Morro São João, por exemplo, obteve uma das maiores pontuações (295), alçada principalmente pela existência de publicações internacionais. O mesmo ocorre para os geossítios Intrusão Diabásica do Pindaúba (295) e Serra do Itapitanguí (270). Outros geossítios com relevância científica reconhecida neste trabalho, como Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno (225) e Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia (230), obtiveram valores baixos porque, embora, tenham sido alvo de estudos e serem utilizados em visitas de campo de universidades, possuem baixa integridade. Isto significa que o elemento geológico mais importante e que permitiria a continuidade das pesquisas científicas corre sério risco de destruição parcial ou total. Os geossítios mencionados mantêm-se como locais importantes, utilizados por universidades para atividades de campo de outras áreas do conhecimento e cuja conservação é necessária para garantir futuras pesquisas.

Os resultados do risco de degradação mostraram-se consistentes com as observações de campo. O geossítio com maior risco de degradação é o Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno (Quadro 14) que, pela inexistência de gestão, grande interesse imobiliário e fragilidade frente a processos erosivos, torna-se extremamente vulnerável.

As etapas de inventário e quantificação resultaram em informações que podem ser entregues às autoridades para orientar decisões, definir prioridades e incentivar a implementação de estratégias de Geoconservação no município. Foi possível obter um diagnóstico das características de cada geossítio, uso apropriado e necessidade de proteção.

4.2 Patrimônio Geológico, Interpretação Ambiental e Geoconservação em Cananeia

Os cinco geossítios selecionados para interpretação foram aqueles que alcançaram bons resultados para o valor científico (Quadro 14), mas este fator não foi determinante. Por exemplo, o geossítio Intrusão Diabásica do Pindaúba obteve o segundo lugar para o valor científico e o quarto para o uso educativo, mas optou-se por não realizar o conteúdo interpretativo, já que a acessibilidade foi considerada ruim. Outro exemplo é o geossítio Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno que, apesar de ter alcançado o quarto lugar no valor científico e o terceiro para o uso educativo, foi excluído, pois apresenta o maior risco de degradação dentre os geossítios. Observou-se também que as propostas poderiam ter melhor aproveitamento se fossem focadas nos geossítios que já são considerados atrativos turísticos. Exemplos de atrativos turísticos como o Pão de Açúcar no Rio de Janeiro (Silva & Ramos 2002), e o Lajedo do Pai Mateus na Paraíba (Lages *et al.*, 2008) são interessantes iniciativas em que a partir da divulgação das geociências foram apresentados novos significados desses locais à sociedade.

A proposição de outros elementos além dos parâmetros descritos em Ham (1992) contribuiu para explorar o potencial interpretativo dos geossítios. A inclusão desses itens vão ao encontro dos fundamentos de Tilden (1957), nos

quais para que ocorra a interpretação é necessário oferecer elementos que façam com que a pessoa compreenda onde está e que identifique as inter-relações com o local, estimulando-as a ampliar seus conhecimentos e obter uma compreensão mais ampla do que a cerca. O autor sugere o uso de ferramentas que promovam essa experiência, justificando assim a inserção desses itens para a elaboração dos conteúdos.

O método de interpretação adotado foi essencial para organizar os conteúdos associados a cada geossítio e para direcionar a mensagem e o tipo de conhecimento a serem transmitidos. A escolha dos temas foi baseada nos elementos da geodiversidade que apresentam destaque em cada geossítio e com potencial para instigar a curiosidade das pessoas. Exemplos de temas como "As rochas magmáticas do Morro de São João" e "Subindo a ladeira! O Morro de São João é a única elevação de Cananeia" chamam a atenção para as características de formação e de relevo que são destaque no contexto paisagístico. Outros temas como "A Ilha do Cardoso está de mudança" ou "A erosão vai mudar essa paisagem" relacionam-se ao contexto ambiental da região que, por ser uma zona costeira, possui dinâmica e processos erosivos intensos. Da mesma forma, com o tema "A areia que estava aqui agora foi para lá" faz-se a relação com essa dinâmica, em que os sedimentos atualmente depositam-se no estado do Paraná.

O material produzido contém informações de interesse a profissionais de diversas áreas envolvidos com a elaboração de produtos de divulgação, como profissionais da comunicação e do turismo. Além disso, podem ser úteis para informar guias, monitores ambientais e professores sobre a existência desses sítios geológicos, permitindo explorá-los em suas práticas profissionais e consequentemente valorizando ainda mais a região.

Neste contexto, os geossítios podem ainda ser aproveitados em cursos para incentivar agentes multiplicadores desse conhecimento. Em unidades de conservação do litoral norte de São Paulo, cursos para os monitores ambientais com uso de material interpretativo foram realizados para disseminar conteúdos geocientíficos na

Quadro 14. Classificação dos geossítios com base em valor científico (VC), risco de degradação (RD), Valor Educativo (VE) e Potencial turístico (VT)

Chart 14. Ranking of geosites based on scientific value (VC), risk of degradation (RD), Educational Value (VE) and Tourist potential (VT).

Geossítio	VC	RD	VE	VT
Xisto da Praia do Pereirinha	8°	11°	6°	4°
Xisto da Ponta do Itacuruçá	4°	8°	10°	6°
Sienito da Praia do Foles	11°	10°	11°	11°
Granito Cambriú	7°	9°	7°	5°
Granito Peralcalino do Ariri	10°	6°	9°	10°
Granito Milonítico do Ariri	9°	5°	8°	8°
Intrusão Diabásica do Pindaúba	2°	3°	4°	7°
Intrusão alcalina do Morro São João	1°	4°	1°	1°
Terraço Marinho Pleistocênico do Mar Pequeno	5°	1°	3°	2°
Processo Erosivo dos Depósitos Litorâneos da Enseada da Baleia	6°	2°	2°	3°
Serra do Itapitangui	3°	7°	5°	9°

capacitação de monitores ambientais e de outros profissionais ligados ao ecoturismo, contribuindo para a multiplicação de conhecimentos sobre geodiversidade (Garcia et.al 2019b).

Devido ao vasto patrimônio natural, o município de Cananeia é reconhecido como um polo para a prática do turismo pedagógico e científico e recebe anualmente um grande número de alunos dos estados de São Paulo e Paraná para realizar estudos do meio. Planos que levem em conta a gestão destes geossítios no contexto da conservação ambiental e da interpretação podem contribuir para o reconhecimento da região como exemplo de uso sustentável da geodiversidade e do patrimônio geológico.

5 Conclusões

O inventário do patrimônio geológico de Cananeia resultou em onze geossítios representativos de cinco contextos geológicos e contam uma história geológica que remonta ao Neoproterozoico até os dias atuais, incluindo materiais e processos das dinâmicas interna e externa.

Além da importância científica, alguns geossítios têm grande potencial para o uso educativo, sendo bons exemplos dos eventos e processos geológicos que ocorreram

no município. Dessa maneira, conteúdos interpretativos foram apresentados para reforçar o potencial dos geossítios para o (geo)turismo e para ações em educação.

O patrimônio geológico identificado neste trabalho é parte de um projeto maior, em curso desde 2012, que visa à identificação e uso sustentável de locais de interesse geológico no litoral paulista. Estes levantamentos estão sendo realizados por meio de inventários municipais que têm fornecido subsídios para diversas iniciativas de divulgação científica, de geoturismo e de educação ambiental realizadas pelo grupo de pesquisa GeoHereditas. Pretende-se que este trabalho contribua para a inserção do município de Cananeia em iniciativas semelhantes, como cursos ou palestras, produção de painéis interpretativos e de material impresso ou digital, com informações que agreguem valor à experiência dos visitantes.

Um dos aspectos valiosos da Geoconservação é a possibilidade de aproximar o conhecimento produzido na academia da sociedade, para que a mesma se sensibilize e amplie sua visão de mundo. Neste âmbito, os dados obtidos e produzidos nesta pesquisa dão o suporte para estabelecer iniciativas de divulgação, valorização, conservação da natureza e benefício para a sociedade.

Agradecimentos Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP) - processo 2016/18652-2, à Reitoria da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Incentivo à Pesquisa que permitiu a criação do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo e à CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado à primeira autora. M.G.M. Garcia agradece ao CNPq (Proc. 309964/2018-0). Agradecemos também aos revisores anônimos da revista pelos comentários e sugestões que contribuíram significativamente para a melhoria do manuscrito.

Referências

- Ab'Saber, A.N. 2000. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1(1):27-43.
- Almeida, V.V., Janasi, V.A., Heanman, L.M., Shaulis, B.J., Hollanda, M.H.B.M. & Renne, P.R. 2017. Contemporaneous alkaline and tholeiitic magmatism in Ponta Grossa Arch, Paraná-Etendeka Magmatic Province: Constraints zircon/baddeleyite and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ phlogopite dating of the José Fernandes Gabbro and mafic dykes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 355: 55-65.
- Almeida, F.F.M. & Carneiro, C.D.R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):135-150.
- Angulo, R.J., Souza, M.C.S. & Müller, M.E. 2009. Previsão e consequências da abertura de uma nova barra no Mar do Ararapira, Paraná – São Paulo, Brasil. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 1(2): 67-75.
- Began, M., Višnić, T., Djokić, M. & Vasiljevic, D.A. 2017. Interpretation Possibilities of Geoheritage in Southeastern Serbia—Gorge and Canyon Study. *Geoheritage* (2017) 9:237–249.
- Brilha, J. 2009. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das Geociências. *Geologia USP, Publicação Especial* (5): 27-33.
- Brilha, J. 2016. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2): 119-134.
- Bonetti Filho, J. & Miranda, L.B. 1997. Estimativa da descarga de água doce no sistema estuatino-lagunar de Cananeia-Iguape, *Revista Brasileira de Oceanografia*, 45(1/2): 89-94.
- Cury, L.F. 2009. Geologia Do Terreno Paranaguá. São Paulo, 202p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Garcia, M.G.M., Brilha, J., Lima, F.F., Vargas, J.C., Pérez-Aguillar, A., Alves, A., Campana, G.A.C., Duleba, W., Faleiros, F.M., Fernandes, L.A., Fierz, M.S.M., Garcia, M.J., Janasi, V.A., Martins, L., Raposo, M.I.B., Ricardi-Branco, F., Ross, J.L.S., Sallum Filho, W., Souza, C.R.G., Bernardes-de-Oliveira, M.E.C., Neves, B.B.B., Campos Neto, M.C., Christofoletti, S.R., Henrique-Pinto, R., Lobo, H.A.S., Machado, R., Passarelli, C.R., Perinotto, J.A.J., Ribeiro, R.R. & Shimada, H. 2017. The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. *Geoheritage*, 1(01):20.
- Garcia, M.G.M., Del Lama, E.A., Martins, L., Mazoca, C.E.M. & Bourotte, C.L.M. 2019a. Inventory and assessment of geosites to stimulate regional sustainable management: the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91: e20180514.
- Garcia, M.G.M., Reverte, F.C., Mucivuna, V.C., Arruda, K.E.C., Prochoroff, R., Santos, P.L.A. & Romão, R.M.M. 2019b. Geoconservação em áreas protegidas: contribuição de cursos para monitores ambientais no litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. *Terræ Didactica*, 15: 1-18.
- Garcia-Cortéz, A. & Carcavilla Urqui, L. 2009. Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Disponível em: < <http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf>>. Acesso em: 26 abril 2020.
- Gontijo-Pascutti, A.H.F., Hasui, Y., Santos M., Soares Júnior, A.V. & Souza, I.A. 2012. As serras do Mar e da Mantiqueira. In: *Geologia do Brasil*. São Paulo, Beca, p. 549-571.
- Ham, S.H. 1992. Environmental Interpretation: *A Practical Guide for People with Big Ideas*

- and Small Budgets*. Golden, Colorado, North American Press, 486p.
- Henriques, M.H., Dos Reis, R.P., Brilha, J. & Mota, T. 2011. Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*, 3(2): 117-128.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Censo demográfico. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008a. So, you want to conserve a geodiversity site? What could you do if you wanted to conserve a geoscience site? Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/218_Conserving_geodiversity_site.pdf> Acesso em: 02.maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008b. Take it or leave it? – the geoconservation debate When is collecting wrong, and when is it right? – try to decide for yourself. Disponível em: https://www.earthlearningidea.com/PDF/127_Geoconservation.pdf. Acesso em: 02. Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008c View to the future – and the past Using a viewpoint or overview educationally. Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/297_View_future_past.pdf>. Acesso em 02.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008d. The Lego™ method of showing weathering, erosion, transportation and deposition. Disponível em: https://www.earthlearningidea.com/PDF/320_Lego_sedimentary_processes.pdf. Acesso em 02.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008e. Investigating how wave erosion, transportation and deposition can change the shapes of coastlines: disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/73_Coastal_crumble.pdf>. Acesso em 02.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008f. Questions for any rock face 4: rock group (sedimentary or igneous) What questions about the type of rock might be asked at any rock exposure? disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/227_Questions_rock_face_rock_group.pdf>. Acesso em: 02.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008g. -Fieldwork: the view from the site Using the view of the local area to tune yourself into the local geology. Disponível em:<https://www.earthlearningidea.com/PDF/246_View_from_site.pdf>. Acesso em: 02.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008h. Continental split – the opening of the Atlantic Ocean Modelling how the continents moved, from Pangaea to today. Disponível em:< disponível em: https://www.earthlearningidea.com/PDF/198_Atlantic_opening.pdf>. Acesso em: 03.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008i. Plate margins and movement by hand Modelling plate margins and plate movement with your hands. Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/278_Plate_margins_movement.pdf>. Acesso em: 03.Maio.2020
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008j. What was it like to be there? – clues in sediment which bring an environment to life Bringing a depositional environment to life using evidence from sedimentary structures. Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/235_Sedimentary_structures.pdf>. Acesso em 03.Maio.2020
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008k. 'Recreating' the rocks seen in the field – step by step Simulating a dipping sedimentary rock sequence through a sequence of Earthlearningideas. Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/321_Recreating_rocks.pdf>. Acesso em 27.Maio.2020
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008l. The view from above: living tectonism What was it like to be there – on top of a mountain-building collision? Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/255_View_from_above.pdf>. Acesso em 03.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008m. Modelling folding – by hand Using your hands to demonstrate different fold features. Disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/291_Folding_hands.pdf>. Acesso em 03.Maio.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2008n. Perguntas

- para qualquer tipo de rocha – rochas metamórficas, disponível em: <https://www.earthlearningidea.com/PDF/237_Questions_rock_face_met.pdf>. Acesso em: 03.Mai.2020.
- King, C., Kennett, P. & Devon, E. 2013. Earthlearningidea: A worldwide Web-Based Resource of Simple but Effective Teaching Activities. *Journal of Geoscience Education*, 61(1): 37-52.
- Mishima, M., Yamanaka, N., Pereira, O.M., das Chargas Soares, F., Sinque, C., Akaboshi, S. & Jacobsen, O. 1985. Hidrografia do complexo estuarino-lagunar de Cananeia (25°S–48°W) São Paulo, Brasil. I–Salinidade e Temperatura (1973 a 1980). *Boletim do Instituto de Pesca*, 12(3): 109-121.
- Lages, G.A., Nascimento, M.A.L., Marinho, M.S. & Medeiros, V.C. 2008. Lajedo do Pai Mateus, Cabaceiras, PB. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/propostas/Lajedo_do_Pai_Mateus_PB.htm. Acesso em: 18.Set.2020.
- Moreira, J.C. 2008. *Patrimônio geológico em unidades de conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas*. Santa Catarina, 429p. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Müller, M.E.J. 2007. *Análise das variações da linha de costa nas margens do mar do arapira como subsídio ao planejamento do uso e ocupação*. Pontal do Paraná, 59p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Oceanografia, Setor de ciências da Terra, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Paraná.
- Oliveira, M.C.B. 1989. *Petrologia do maciço granítico Mandira-SP*. São Paulo, 203p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Perrotta, M.M., Salvador, E.D., Lopes, R.C., D'Agostinho, L.Z., Peruffo, N., Gomes, S.D., Sachs, L.L.B., Meira, V.T., Garcia, M.G.M. & Lacerda Filho, J.V. 2005. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Serviço Geológico do Brasil, escala 1:750.000.
- Rocha, A.J.D., Lima E. & Schobbenhaus, C. 2016. Aplicativo GEOSSIT – nova versão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 48., Porto Alegre. Anais...Porto Alegre, SBG, p. 6389.
- Romão, R.M.M. 2017. *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*. 102p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Sanz, J., Zamallo, T., Maguregi, G., Fernandez, L. & Echevarria, I. 2020. Educational Potential Assessment of Geodiversity Sites: a Proposal and a Case Study in the Basque Country (Spain). *Geoheritage*, 12(1): 13.
- Silva, L.C. & Ramos, A.J.L.A. 2002. Pão de Açúcar, RJ–Cartão Postal Geológico do Brasil. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio067/sitio067.pdf>. Acesso em: 18.Set.2020.
- Spinelli, F.P. 2007. As rochas alcalinas de Cananeia, Litoral Sul do Estado de São Paulo: Estudos mineralógicos, geoquímicos e isotópicos, 139p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Suguio, K. & Petri, S. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananeia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil: part I: field observations and grain size analysis. *Boletim IG*, São Paulo, 4: 1-20.
- Suguio, K. & Tessler, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananeia-Iguape (SP). *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico USP*, 9: 1-33.
- SMA/IF, 2001. Secretaria do Estado do Meio Ambiente / Instituto Florestal. Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2012/01/PlanoManejo-PEIC.pdf>>. Acesso em: 27 abril.

2020.

Tilden, F. 1957. *Interpreting Our Heritage*, North Carolina, USA, University of North Carolina Press., 120p.

Weber, W. 1998. *Geologia e geocronologia da Ilha do Cardoso, Sudeste do Estado de São Paulo*. São Paulo, 110p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

Zalán, P.V. & Oliveira, J.A.B. 2005. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 13(2): 269-300.