

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/345632264>

Conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico – exemplo da Região Metropolitana de São Paulo

Chapter · November 2020

CITATIONS

0

READS

101

3 authors:



Maria da Glória Motta Garcia
University of São Paulo

105 PUBLICATIONS 494 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ligia Maria de Almeida Leite Ribeiro
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

10 PUBLICATIONS 27 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Christine Laure Marie Bourotte
University of São Paulo

42 PUBLICATIONS 477 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Inventário e Estratégias de Geoconservação do Patrimônio Geológico do Domínio Ceará Central [View project](#)



Inventory of geoh heritage and territorial planning as geoconservation strategy: study applied in the Northern Borborema Province, Northeast Brasil [View project](#)

Maurício Lamano Ferreira



FERRAMENTAS AMBIENTAIS APLICADAS AO PLANEJAMENTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS

da geoconservação
às adaptações às mudanças climáticas



Organizador

Maurício Lamano Ferreira

FERRAMENTAS AMBIENTAIS APLICADAS AO
PLANEJAMENTO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS
da geoconservação às adaptações
às mudanças climáticas

1ª Edição

ANAP
Tupã/SP
2020

Capítulo 9

CONSERVAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E DO PATRIMÔNIO GEOLÓGICO

Maria da Glória Motta Garcia³²

Lígia Maria de Almeida Leite Ribeiro³³

Christine Laure Marie Bourotte³⁴

INTRODUÇÃO

Muitos dos problemas socioambientais colocados atualmente, tais como desastres naturais, escorregamentos, enchentes e urbanização descontrolada, estão relacionados ao manejo inadequado do meio físico. Como parte integrante da diversidade natural e essencial no suporte à biodiversidade, a supressão e a modificação de elementos da geodiversidade e do patrimônio geológico podem resultar em graves consequências na manutenção do meio natural e, conseqüentemente, na qualidade de vida da sociedade. O conhecimento adequado dessa porção abiótica da natureza é, portanto, indispensável para subsidiar políticas públicas de gestão ambiental, de ordenamento territorial, de educação, entre outras.

Apesar desta importância, a geodiversidade tem sido, historicamente, negligenciada quanto ao seu papel na manutenção do meio ambiente. Parte desta situação relaciona-se diretamente ao desconhecimento do patrimônio natural e à falta de apropriação, por parte da comunidade e dos governos, do ambiente onde vivem. A ausência de percepção da sociedade sobre a dinâmica dos sistemas naturais faz com que a aptidão para estabelecer posições críticas e amparar decisões sobre ações antrópicas para ocupação e uso dos recursos naturais seja dificultada (CAÑIZARES *et al.*, 2019).

³² Doutora, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. E-mail: mgmgarcia@usp.br

³³ Doutora, Serviço Geológico do Brasil, CPRM. E-mail: ligia.ribeiro@cprm.gov.br

³⁴ Doutora, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. E-mail: chrisbourotte@usp.br

Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo trazer elementos técnicos e científicos no âmbito da geodiversidade e do patrimônio geológico que possam servir como base para compor estratégias de planejamento ambiental no âmbito administrativo. Inicialmente são apresentados alguns conceitos básicos visando facilitar a compreensão da problemática envolvendo estes temas dentro do planejamento ambiental. Em seguida discutem-se aspectos mais específicos em termos de legislação e dos potenciais turístico e educativo de locais de interesse geológico na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A temática da conservação do meio abiótico vem ganhando força em vários países devido ao reconhecimento de seu papel na proposição de alternativas sustentáveis de gestão do meio natural. Um dos grandes trunfos desses estudos é seu caráter multidisciplinar e a possibilidade de envolver profissionais de diversas áreas do conhecimento, tais como as geociências, o turismo, a educação, as ciências sociais, a economia e muitas outras. Além disso, a utilidade dos dados obtidos na resolução de problemas ambientais e de uso e ocupação do solo a torna cada dia mais essencial no planejamento de políticas públicas em vários setores.

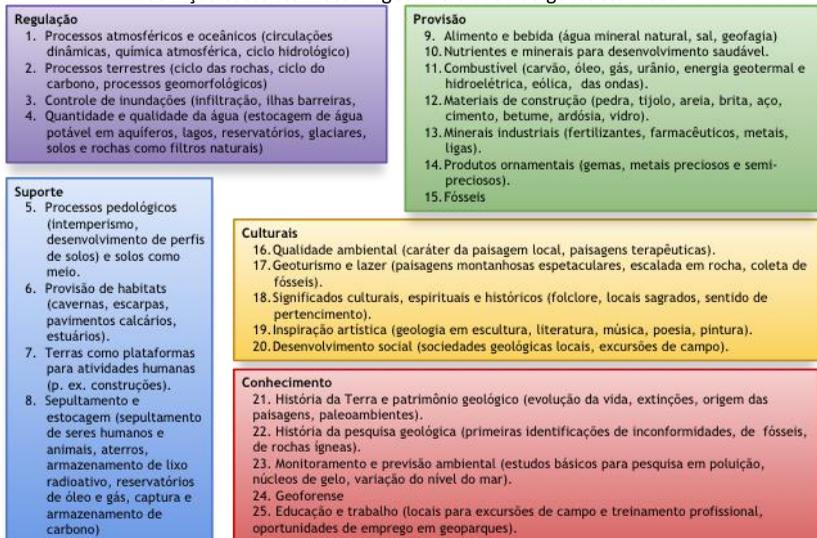
Geodiversidade

O termo Geodiversidade surgiu no final dos anos 1990, no contexto da gestão territorial das áreas protegidas, em oposição ao conceito de biodiversidade, que trata dos elementos biológicos do ambiente natural. Desde então, o termo foi definido de várias maneiras, desde o conceito de variedade geológica até uma definição mais ampla, que inclui a diversidade de natureza abiótica. Em um contexto mais abrangente, a geodiversidade inclui a variedade natural (diversidade) de materiais geológicos, tais como rochas, minerais, fósseis, estruturas, solos e formas de relevo e os processos ativos que os formam, que são o suporte para a vida na Terra (STANLEY, 2000; BRILHA, 2005; GRAY, 2013).

Essa estreita relação com a biodiversidade é uma característica essencial

no suporte de seres vivos e seus habitats e a gestão adequada dos ecossistemas requer que as características geológicas e geomorfológicas, assim como a história evolutiva e a dinâmica dos processos naturais, sejam levados em consideração (BACCI *et al.*, 2019). Desde 2008, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) vem incluindo a geodiversidade em sua agenda como parte da diversidade natural, em conjunto com a biodiversidade. Os elementos da geodiversidade fornecem bens e serviços em benefício desta e das gerações futuras, que têm sido estudados segundo uma abordagem ecossistêmica cujo foco principal é encontrar uma maneira ampla de tratar o ambiente natural de modo sustentável, considerando a gestão da terra, da água e dos seres vivos. Esta deve ser a base para o desenvolvimento de respostas a questões atuais, como a pressão sobre o suprimento de recursos naturais e as mudanças climáticas. Os serviços ecossistêmicos prestados pela geodiversidade podem ser agrupados de acordo com cinco funções: regulação, provisão, suporte, culturais e de conhecimento e sua avaliação adequada pode ser a chave para o uso sustentável do patrimônio abiótico (GRAY, 2013) (Figura 1).

Figura 1. O papel da geodiversidade na geração de bens e serviços: serviços ecossistêmicos da geodiversidade ou geossistêmicos



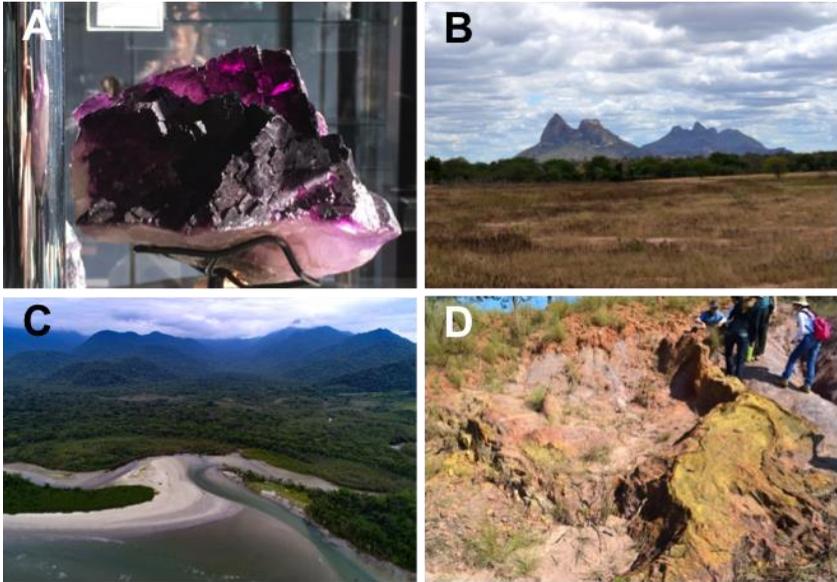
Fonte: Modificado de Gray (2013) e Chakraborty e Gray (2020).

Em geral, os elementos bióticos são associados a fragilidade, vulnerabilidade e necessidade de conservação, ao contrário dos elementos da geodiversidade, que são normalmente considerados estáveis. No entanto, muitos locais de interesse geológico contêm elementos importantes que são extremamente frágeis, como é o caso de espeleotemas e fósseis. Além disso, quando um elemento da geodiversidade é destruído, isso ocorre de modo permanente, pois é insubstituível no nosso tempo de vida. A geodiversidade está sujeita a muitas ameaças naturais ou antrópicas, tais como erosão natural, exploração de recursos geológicos, desmatamento, especulação imobiliária, desenvolvimento de obras e coleta excessiva de amostras. Mas a pior delas talvez seja a ignorância acerca de sua importância.

Patrimônio geológico

A geodiversidade pode ser descrita também por meio de valores (GRAY, 2013). Com exceção do valor intrínseco, que é aquele atribuído à geodiversidade pelo "simples fato de existir", sem necessariamente ter relação com o Homem, os outros valores são associados à sua utilização pela sociedade: cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo. Alguns elementos da geodiversidade têm relação direta com o conceito de patrimônio, que está geralmente associado à herança e à sua relevância em diferentes contextos espaciais e/ou temporais. Nesse sentido, a fração da geodiversidade cuja relevância e importância são reconhecidas é denominada patrimônio geológico. Esse tipo de patrimônio pode ser *in situ* e *ex situ* e tem como principal característica o fato de consistir em registros relevantes da história geológica do nosso planeta (Figura 2).

Figura 2: A) Fluorita em quartzo, exemplo de patrimônio geológico *ex-situ*. Museu de Geociências da USP; B) Geossítio "Inselbergues de Irauçuba", Ceará, que representam volumes residuais do Maciço de Uruburetama (MOURA *et al.*, 2017); C) Vista aérea do geossítio "Praia da Fazenda", em Ubatuba, no ponto de encontro entre os rios Fazenda e Picinguaba. Notar a estreita relação do relevo da Serra do Mar e a Floresta Atlântica (GARCIA *et al.*, 2019); D) Geossítio "Injectitos da Formação Resende", na Bacia de Taubaté. O afloramento registra prováveis eventos sísmicos (terremotos) que teriam sido responsáveis pela formação dos diques clásticos (REVERTE *et al.*, 2019).



Fonte: Acervo das autoras.

As ocorrências de elementos da geodiversidade com valor significativo são denominadas geossítios, locais com delimitação geográfica definida e que podem variar em dimensão desde pontos até áreas. O conjunto de geossítios de uma dada região constitui o seu patrimônio geológico. O reconhecimento e a avaliação destes locais são feitos por meio de inventários, que podem ter diferentes abordagens dependendo do uso, da escala considerada e do tipo de local inventariado. A definição adequada dessas premissas é importante porque permite realizar um diagnóstico com base em valor científico, risco de degradação e potencial de uso educativo e turístico. De modo mais genérico, pode-se utilizar a denominação locais de interesse geológico (LIGs). Neste capítulo ambos os termos são utilizados.

Geoconservação

Ações no sentido de conservar elementos importantes da geodiversidade são conhecidas desde o século XVII, na Europa e até o século XIX eram iniciativas pontuais, designadas para proteger afloramentos, cavernas e formas de relevo individuais. A partir do século XX, houve a organização de sociedades e outras instituições conservacionistas, concebidas com objetivos mais amplos e globais.

Neste contexto, a geoconservação surge como o ramo das geociências que pode ser entendido como um grupo de ações que têm como objetivo conservar os elementos da geodiversidade com valor relevante (CENDRERO UCEDA, 2000; SHARPLES, 2002; BRILHA, 2005; HENRIQUES *et al.*, 2011; CARCAVILLA, 2012). Essas ações podem ser agrupadas em termos de estratégias definidas, que permeiam os estudos na área e que incluem a identificação, a conservação por ferramentas legais e a divulgação para a sociedade.

Ferramentas para a geoconservação

Um dos grandes desafios da conservação da natureza e, em particular, do patrimônio geológico, é fazer com que a sociedade reconheça o papel fundamental do meio físico na qualidade de vida e no bem-estar. Um dos principais caminhos para transpor esta barreira está na forma de divulgar o conhecimento geológico para públicos não especializados e na dificuldade em traduzir e interpretar o meio físico. É importante que as informações geológicas sejam disseminadas de acordo com uma postura distinta daquela utilizada para difundir informações puramente científicas.

Neste contexto, uma das principais ferramentas que vêm sendo utilizadas na promoção da geodiversidade e do patrimônio geológico é o geoturismo (DOWLING, 2015), um segmento do turismo cujos atrativos fundamentais são geológicos. O geoturismo está diretamente relacionado à conservação e à divulgação do patrimônio natural não biótico e ao conhecimento do meio, tendo a Educação Ambiental e a Interpretação como aliadas e, como premissa fundamental, o benefício socioeconômico das comunidades envolvidas. Um dos grandes trunfos do geoturismo é promover

a integração entre geodiversidade, biodiversidade, história e cultura local, o que faz com que o potencial turístico da região seja ampliado. O geoturismo pode ser feito em áreas naturais ou em cidades, quando recebe o nome de geoturismo urbano.

A utilização do geoturismo e da educação na promoção do patrimônio geológico ganha contornos claros e se materializa num conceito de território denominado geoparque. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), geoparques são "áreas geográficas unificadas e únicas, nas quais locais e paisagens de importância geológica internacional são gerenciados segundo um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável". Em um Geoparque Global da Unesco (GGU), conservação e desenvolvimento sustentável, envolvendo as comunidades locais, são combinados para gerar conscientização sobre problemas ambientais e trazer benefícios para a população por meio do geoturismo e da educação.

Atualmente, existem 161 geoparques globais da Unesco em 44 países (dados de agosto/2020), reunidos em redes regionais e na rede mundial. No Brasil existe, até o momento, um geoparque Unesco, o Geoparque Araripe, no Ceará, criado em 2006. Exemplos de atividades turísticas e educativas associadas ao patrimônio geológico podem ser vistos na Figura 3.

Figura 3: A) Trilha para a Pedra do Altar, no Parque Nacional do Itatiaia (RJ/MG). O local é um exemplo de utilização sustentável do patrimônio geológico em unidades de conservação. Foto: V. Mucivuna; B) Visitantes no Geossítio "Ponte de pedra", no Geoparque Araripe, Ceará



Fonte: Acervo das autoras.

GEOCONSERVAÇÃO NA RMSP

Panorama geral

Desde 1937, com a criação do Parque Nacional de Itatiaia, o Brasil tem avançado significativamente nas políticas de proteção ambiental, que incluem um capítulo inteiro dedicado ao tema na constituição de 1988 e diversas leis de crimes ambientais e de gestão de unidades de conservação (PEREIRA *et al.*, 2008; FERREIRA, 2016). A maior parte destas leis, entretanto, é voltada à gestão da biodiversidade. Na ausência de leis específicas, a proteção do patrimônio geológico tem sido tratada por meio do Decreto-Lei 25/1937, que dispõe sobre a Proteção do Patrimônio Histórico e seu Tombamento, por algumas leis que tratam do patrimônio paleontológico e espeleológico e pela Lei Federal 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC. No entanto, o avanço na proteção do patrimônio geológico é grandemente dificultado pela falta de conhecimento geológico e pela falta de pesquisas adequadas que permitam o reconhecimento da geodiversidade e do patrimônio geológico nacionais.

O Estado de São Paulo é o único a ter um Conselho Estadual de Monumentos Geológicos (CoMGeo-SP), criado em 2009 e vinculado à Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, que reúne especialistas em várias áreas do conhecimento com o objetivo de auxiliar as ações relacionadas ao Projeto Monumentos Geológicos. Um excelente histórico sobre estas iniciativas pode ser visto em Mantesso-Neto *et al.* (2013). O Estado também é o único a contar com um inventário do patrimônio geológico, o primeiro inventário sistemático da América Latina e cuja fase inicial definiu 142 geossítios com base no valor científico (GARCIA *et al.*, 2018).

Em termos acadêmicos, a criação do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo (GeoHereditas), em 2011, sediado no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc/USP), deu impulso à pesquisa em Geoconservação (<https://www2.igc.usp.br/geohereditas/>). A partir daí foram criadas linhas de pesquisa oficiais em programa de pós-graduação e no próprio IGc/USP. Na Universidade Estadual Paulista (UNESP) e na Universidade de Campinas (UNICAMP), trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses também têm sido defendidos nesses temas.

O Estado conta com projetos de geoparques, parte dos quais descritos em publicações do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Dentre esses está o Geoparque Ciclo do Ouro, em Guarulhos, criado por um decreto municipal, mas que não é oficialmente um geoparque da UNESCO (SCHOBHENHAUS; SILVA, 2012; PÉREZ-AGUILLAR *et al.*, 2013) e o Alto Vale do Ribeira (SP/PR) (THEODOROVICZ, 2014). Destaca-se ainda o Projeto Geoparque Corumbataí (<http://geoparkcorumbatai.com.br/>), uma iniciativa de universidades, poder público e organizações do terceiro setor que vêm agregando ações diversas em geoconservação e desenvolvimento sustentável (Figura 4A).

Diversos exemplos de utilização do patrimônio geológico como atrativo e incentivador do turismo e da educação podem ser citados, como o Parque Geológico do Varvito, em Itu (Figura 4B) (GUIMARÃES *et al.*, 2018) e o Parque da Rocha Moutonnée, em Salto, ambos criados na década de 1990. Mais recentemente, o projeto de criação do Parque Geológico Irati, numa parceria entre a Unesp e mineradoras, é um exemplo de boas práticas na utilização do patrimônio geológico pela sociedade. No litoral norte de São Paulo foram instalados painéis interpretativos em locais de interesse geológicos (GARCIA *et al.*, 2015; MOTA *et al.*, 2014).

Figura 4: A) Estudantes no Parque Geológico do Varvito, em Itu-SP, que é um geossítio do inventário do patrimônio geológico paulista; B) Estudantes de Geologia na região da Serra do Itaqueri, Projeto Geoparque Corumbataí.



Fonte: Acervo das autoras. Foto (B) é de A. Kolya.

Mais especificamente na RMS, destacam-se os trabalhos da CPRM na avaliação da geodiversidade e no inventário de locais de interesse geológico.

No âmbito municipal, em 2014 foi criado o Grupo de Trabalho dos Geossítios (GT Geo), ligado à secretaria municipal do Verde e do Meio

Ambiente (SVMA) no município de São Paulo (Portaria 84/SVMA-G/2014). O GT tem como objetivo identificar os locais de interesse geológico que possam ser utilizados para geoturismo e educação no âmbito das políticas públicas. Iniciativas na divulgação do patrimônio geológico também têm sido implementadas, como o roteiro geoturístico do Centro Velho e no cemitério da Consolação, ilustrando o emprego de rochas paulistas na cidade (DEL LAMA *et al.*, 2015; DEL LAMA, 2019). Mais recentemente, o projeto "Geociências em Foco", uma parceria do IGc/USP e outras entidades tem promovido atividades como passeios geológicos e visitas interativas a um grande número de interessados (<https://www2.igc.usp.br/geohereditas/divulgacao-geociencias-em-foco/>).

Locais de interesse geológico na RMSP

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é composta por 39 municípios e constitui a maior área urbana brasileira, em uma região com intenso processo de conurbação. Problemas relacionados à expansão urbana e à utilização desordenada dos recursos naturais afetam diretamente áreas com potencial mineral, científico, geoturístico, além de áreas de proteção ambiental. Por esta razão, ferramentas para avaliação e gestão destes recursos são imprescindíveis para os órgãos gestores e para a população.

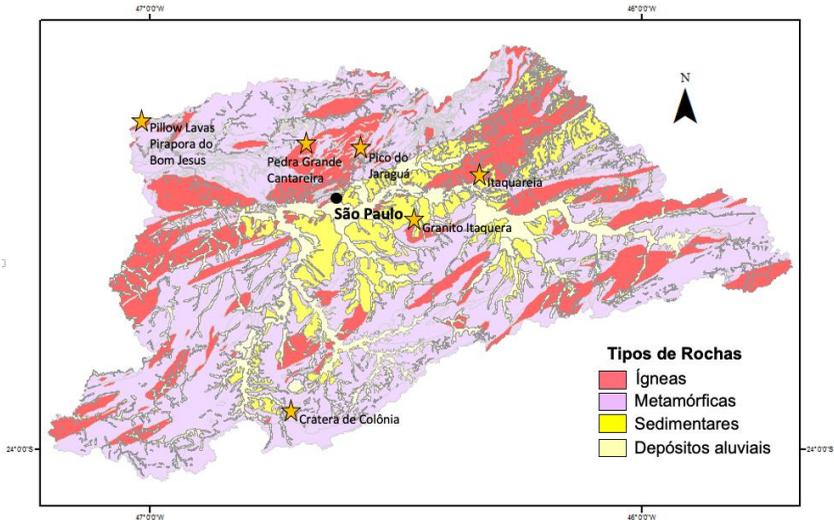
Neste contexto, a CPRM - Serviço Geológico do Brasil vem desenvolvendo o projeto Geologia e Recursos Minerais da RMSP, que tem, dentre seus objetivos, a atualização da base geológica na escala 1:250.000 e o levantamento do Potencial para Insumos para a Construção civil, principalmente areia e brita (ALMEIDA *et al.*, 2019). Esses estudos trazem clareza sobre como o ordenamento territorial e as atividades relacionadas ao crescimento urbano impactam as unidades geológicas e, conseqüentemente, a geodiversidade da região.

A geologia levantada neste projeto constituiu a base para o Mapa da Geodiversidade da Sub-Região Leste da RMSP (MORAES *et al.*, 2019), um estudo qualitativo da geodiversidade que permitiu detalhar ainda mais o levantamento, bem como o estado de conservação, gestão e usos dos locais de interesse geológico. Este mapa reclassifica a geologia em domínios geológico-ambientais, com informações a respeito dos potenciais e limitações quanto ao

uso e ocupação frente a atividades de mineração, exploração de recursos hídricos, suscetibilidade natural a deslizamentos e inundações e áreas com potencial para geoturismo, constituindo uma importante ferramenta para estudos de gestão do território. Foram identificados também locais de interesse geológico (LIGs) representativos da geologia da região.

Para levantar a discussão sobre como as atividades antrópicas em áreas densamente urbanizadas impactam os sítios geológicos, foram selecionados seis locais representativos de diferentes contextos geológicos e socioambientais, que serão abordados neste trabalho (Figura 5). Com exceção do Granito Itaquera, estes geossítios estão incluídos no Inventário do Patrimônio Geológico do Estado de São Paulo (GARCIA *et al.*, 2018, <https://www2.igc.usp.br/geohereditas/atuacao-inventario-em-unidades-administrativas/>).

Figura 5. Mapa geológico simplificado da RMSP com a localização dos LIGs discutidos neste trabalho



Fonte: Elaborado pelas autoras.

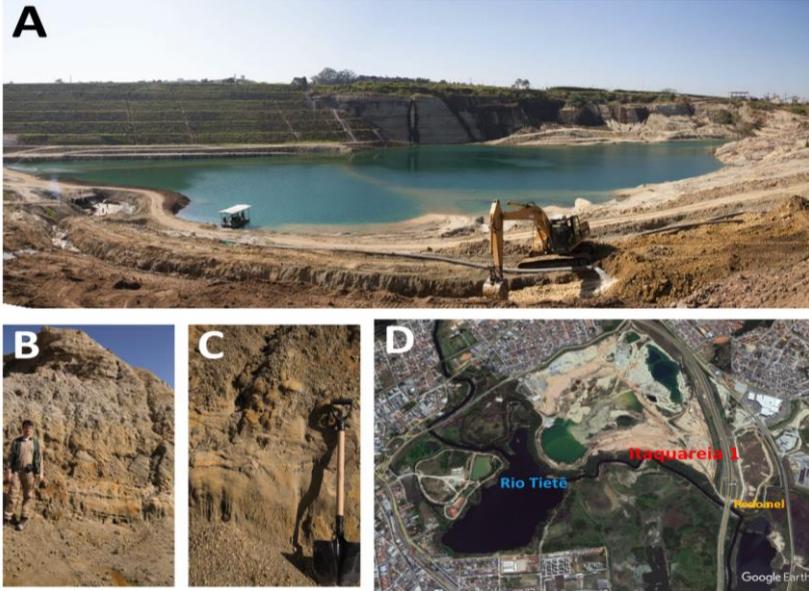
Fitofósseis e palinomorfos de Itaquaquecetuba

Este LIG representa o único remanescente da Formação Itaquaquecetuba, da Bacia de São Paulo, na RMSP. Os fitofósseis e

palinomorfos ocorrem em grande quantidade e diversidade e são encontrados em “mega clastos” areno-argilosos ricos em matéria orgânica em depósitos fluviais tipo entrelaçados ao longo de cavas de areia no curso do alto Tietê.

Além de ser parte do patrimônio geológico do Estado de São Paulo, o local constitui um sítio amplamente utilizado para o ensino de geociências em trabalhos de campo, destacando-se também por seu alto valor educativo. Como parte de uma área privada, dentro de uma mineração de areia, o local não conta com nenhum tipo de proteção legal, sendo afetado sensivelmente pela mineração de areia e com estado de conservação ameaçado e em risco de ser extinto com o final das atividades (Figura 6).

Figura 6. Mineração Itaquareia em Itaquaquetuba. A) Panorâmica da Cava principal e áreas em recuperação; B) e C) Afloramento com o que restou da Fm. Itaquaquetuba já em contato com xistos do Complexo Embu; D) Localização da mineração em relação ao rio Tietê e ao Rodoanel



Fonte: Acervo das autoras.

Cratera de Colônia

A Cratera de Colônia configura uma proeminente feição circular de aproximadamente 3,6 km de diâmetro, interpretada como uma provável feição

de impacto de meteorito (RICCOMINI *et al.*, 2005; VELÁZQUEZ *et al.*, 2014). Localiza-se no extremo sul do município de São Paulo, no bairro de Parelheiros, a aproximadamente 35 km do centro da capital. Desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas, a estrutura é definida por um anel externo colinoso que se eleva a cerca de 125 m sobre uma planície aluvial interior pantanosa (Figura 7) e é uma das duas únicas crateras de impacto habitadas no mundo. O local foi declarado Monumento Geológico Estadual pelo CoMGeo em 2009 e está incluído no cadastro da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) (RICCOMINI *et al.*, 2005). Estudos com o objetivo de reconstituir a evolução do bioma Mata Atlântica e a variabilidade climática durante o Cenozoico vêm sendo realizados na pilha de sedimentos no seu interior (RODRIGUEZ-ZORRO *et al.*, 2020).

Figura 7. A) Cratera de Colônia e Loteamentos do Bairro Vargem Grande mostrando a expansão dos loteamentos invadindo a área da cratera; B) Relevo colinoso na borda da cratera e expansão urbana na área da planície aluvial no centro da cratera



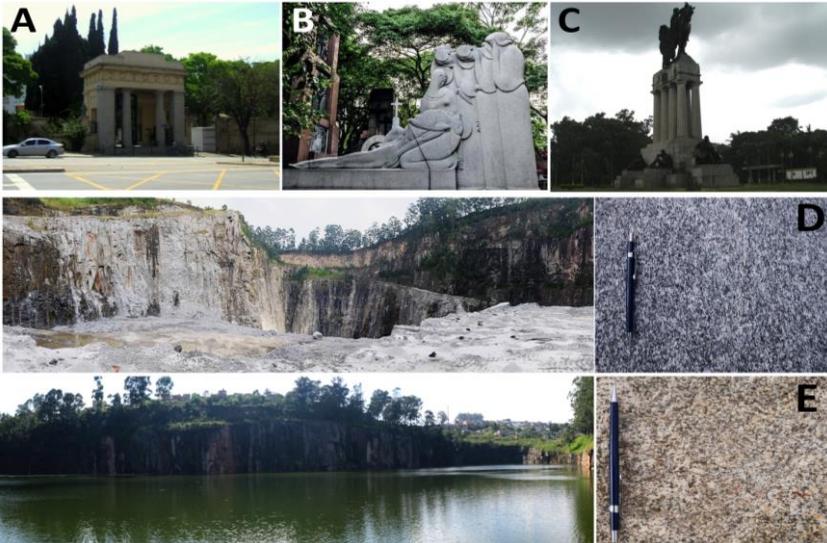
Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41772254>.

Granito Itaquera

O Granito Itaquera (Figura 8) é uma rocha ornamental importante nas construções do Centro Histórico da Cidade de São Paulo, sendo encontrado

como revestimento e fachada de importantes edificações na capital paulista. A rocha é um biotita-muscovita monzogranito com estrutura levemente orientada, textura inequigranular e com grande variação granulométrica, comercializada como "Granito Itaquera" até a paralisação da exploração da sua lavra (DEL LAMA *et al.*, 2009).

Figura 8. Algumas construções na Cidade de São Paulo com o Granito Itaquera e os locais de afloramento do corpo granítico. A) Pórtico do Cemitério da Consolação; B) Estátua de Brecheret em túmulo no Cemitério da Consolação; C) Base do Monumento a Ramos de Azevedo em frente ao IPT na Cidade Universitária. D) Afloramento do Granito Itaquera na Pedreira Lajeado em Guaianases; E) Granito Itaquera no Piscinão da Pedreira



Fonte: Acervo das autoras.

A principal área de afloramento de onde a rocha foi retirada para compor os monumentos é uma pedreira, hoje inativa, próxima ao atual Estádio do Itaquerão, região leste da cidade. Existem outras duas áreas de afloramento, ambas no bairro de Guaianases, extremo leste da capital paulista. Uma delas é a Pedreira Lageado, onde o granito é explorado e comercializado principalmente como brita e pó de rocha. A outra área é o Piscinão da Pedreira, uma cava abandonada utilizada pela prefeitura do município de São Paulo como reservatório de contenção de água para o ribeirão Guaratiba. Nesta área

é possível observar o Granito Itaquera em pequenos lajedos e no paredão da cava inundada.

Granito Cantareira na Pedra Grande

Este geossítio fica na Trilha da Pedra Grande, no Parque Estadual da Serra da Cantareira, núcleo Pedra Grande, a cerca de 10 km a partir do centro da cidade de São Paulo, na zona norte da capital (Figura 9). A área do parque atravessa ainda os municípios de Mairiporã, Guarulhos e Caieiras.

Figura 9. Granito Cantareira na Trilha da Pedra Grande que é um mirante de onde é possível ter uma vista da capital paulista. No detalhe, aspecto da rocha que compõe o maciço Cantareira, um granitoide porfirítico com megacrístais de feldspato potássico com veios pegmatoides



Fonte: Acervo das autoras.

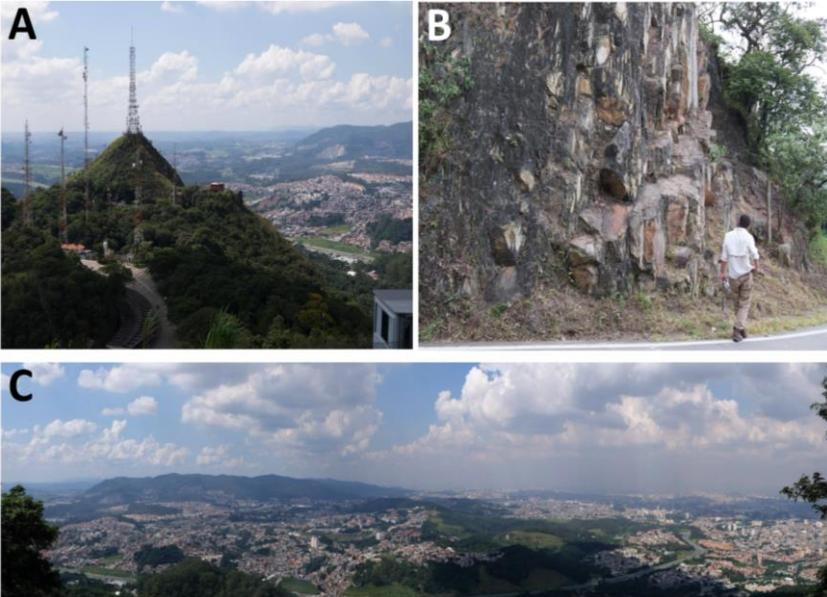
O Granito Cantareira é um monzogranito porfirítico que compõe a maior ocorrência granítica no Domínio São Roque e da RMSP. Forma um batólito com aproximadamente 360 km², intrusivo nas rochas metamórficas do Grupo São Roque. O local constitui também um mirante que fica a 1.010 m de altitude, de onde é possível ter uma vista panorâmica da capital paulista. É um sítio de grande relevância turística e também educativa, pois é visitado em

trabalhos de campo desde o ensino básico até o superior, com possibilidade de diversos tipos de atividades educativas desenvolvidas dentro do ensino de ciências naturais.

Pico do Jaraguá

O Pico do Jaraguá está localizado na região oeste da capital paulista e é o ponto mais alto dentro da área do município de São Paulo, com 1.135 m de altitude (Figura 10). Consiste em um bloco estrutural metamórfico formado por lentes quartzíticas, que se destaca entre as intercalações de meta-arcóseos e sericita xistos. É uma feição de relevo residual por ser formado por quartzito, uma rocha de difícil erosão.

Figura 10. A) Parte mais alta do Pico no acesso às antenas; B) Afloramento de quartzitos na subida do Pico; C) Vista da região oeste da Grande São Paulo da porção mais alta do Pico do Jaraguá



Fonte: Acervo das autoras.

O pico encontra-se dentro da área do parque estadual homônimo e que abriga um dos últimos remanescentes da Mata Atlântica na RMSP. O local é

amplamente utilizado para turismo dentro do município e constitui uma paisagem icônica da capital paulista. Além disso, é também muito utilizado para fins educativos, recebendo desde escolas de educação básica até visitas de cursos de graduação e pós-graduação das mais diferentes áreas do conhecimento. Na parte mais alta do Parque, acessível tanto por trilha quanto por asfalto, há um mirante de onde é possível avistar principalmente a parte oeste da Grande São Paulo e o Rodoanel Mário Covas. Junto às antenas de televisão, existe uma grande escadaria que permite subir ainda mais e ter uma visão panorâmica do entorno do pico.

Lavas Almofadadas de Pirapora do Bom Jesus

Este LIG é constituído por um afloramento formado por rochas metamáficas (ortoanfibolitos) que contêm estruturas globulares bastante preservadas, interpretadas como lavas almofadadas (*pillow lavas*) (FIGUEIREDO *et al.*, 1982) (Figura 11). Este tipo de estrutura ocorre devido ao rápido resfriamento de lavas provenientes de porções profundas da crosta, que penetram por meio de fraturas em rochas preexistentes. De acordo com Tassinari *et al.* (2001), a rocha representaria a porção superior de um complexo ofiolítico proterozoico que contém a estratigrafia da crosta oceânica quase completa. A unidade encontra-se colocada tectonicamente em meio a rochas metassedimentares de baixo grau do Grupo São Roque.

Figura 11. Geossítio Lavas almofadadas de Pirapora do Bom Jesus. A) Aspecto geral do afloramento, mostrando o painel interpretativo instalado pelo IGc/USP; B) Aspecto globular das lavas almofadadas; C) e D) Escavações e entulho ao lado e no local principal onde se encontram as estruturas



Fonte: Acervo das autoras.

A proposta para inclusão do local como sítio geológico foi feita pelos autores e aprovada pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). No entanto, ainda não está publicada. Em 2013, alunos e professores do Instituto de Geociências da USP elaboraram e instalaram no local um painel interpretativo contendo informações sobre a rocha e seu ambiente de formação.

POTENCIAL EDUCATIVO E TURÍSTICO

As paisagens que vemos atualmente e a rica biodiversidade associada a elas têm sido construídas ao longo da evolução da Terra sobre uma base geológica muito diversificada. Apesar desta importância, a geodiversidade e o patrimônio geológico têm merecido menos atenção que a biodiversidade no que concerne à conservação dos ecossistemas e à disseminação de informações. Isso tem reflexo direto nos conteúdos geocientíficos abordados

na educação formal e não formal, cuja deficiência pode resultar em sociedades desinteressadas nestes temas.

Sob a perspectiva da geoconservação, vários autores ressaltam que se as pessoas tivessem consciência e uma conexão mais profunda com o patrimônio geológico por meio de experiências mais significativas e memoráveis, seria mais provável que a valorizassem e ajudassem a gerenciá-lo de maneira sustentável (GORDON, 2012; STEWART; NIELD, 2013; VASCONCELOS, 2016; BRILHA, 2018). Valorizar, explicar, fazer descobrir e admirar este patrimônio que nos conta a história do lugar onde vivemos são ações que podem ser promovidas pela educação e pelo geoturismo.

Os conceitos relacionados à geodiversidade e ao patrimônio geológico podem ser ferramentas úteis para aproximar geocientistas, estudantes, educadores formais e não formais e público em geral. Mas como a geodiversidade e o patrimônio geológico podem ser inseridos em um contexto local e usados em aula para intensificar nosso pertencimento à nossa região? Carneiro *et al.* (2005) discutem dez motivos para a inclusão de temas e de cultura geológica na educação básica e ressaltam que:

[...] permite trazer o mundo real para a sala de aula e, sobretudo, permite levar a sala de aula para o mundo real. A busca de um ensino mais prático e eficaz, apoiado em realidade vivencial, permitirá que as pessoas contem com essa bagagem ao longo de toda a vida. (CARNEIRO *et al.*, 2005, p. 553)

Para valorizar a importância da história e sua relação com os fenômenos físicos, químicos e biológicos que permeiam o currículo escolar, é fundamental considerar o estudo do ambiente incluindo uma escala de tempo longo, que considere os 4,6 bilhões de anos da Terra. Isto é imprescindível para a compreensão do funcionamento da Natureza, sua valorização, conservação e proteção, pois Toledo (2005) menciona:

[...] estudar o passado (origem e evolução da Terra e seus ambientes) para compreender o presente (características dinâmicas dos compartimentos ocupados e consequências das ações antrópicas) e refletir sobre as possibilidades de futuro (remediação dos problemas já criados, evitar novos problemas). (TOLEDO, 2005, p. 34)

A educação geocientífica é reconhecida também por Vasconcelos (2016) como uma área-chave para o letramento científico e a sustentabilidade. Neste sentido, o uso de locais de interesse geológico fornece oportunidades para facilitar o aprendizado ou a aquisição de conhecimento sobre geologia de modo investigativo, bem como para mostrar como a geodiversidade sustenta a biodiversidade (BROCKX; SEMENIUK, 2019) e como o ambiente natural é interconectado. Esses locais possuem um papel central em fomentar atividades educativas e geoturísticas no âmbito formal e não formal (BRILHA, 2018) e têm potencial para promover o conhecimento sobre o grau de dependência da nossa sociedade em relação à geodiversidade e as ameaças às quais está sujeita (GORDON *et al.*, 2018).

O uso de geossítios como atrativos pedagógicos/educacionais e turísticos em ambientes naturais e urbanos é amplamente difundido em vários exemplos no Brasil e no mundo (MOREIRA, 2014; MOURA FÉ *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2016; entre outros). Particularmente, as pedreiras ativas ou abandonadas em ambientes urbanos podem se constituir em importantes instrumentos para promover a disseminação de conteúdos geocientíficos e a educação ambiental (GAJEK *et al.*, 2019; PROSSER 2019).

Os potenciais educativo e geoturístico podem ser quantificados a partir de diferentes critérios. Segundo Brilha (2018), um sítio com alto potencial educacional deve ser resistente à destruição eventual pelos estudantes, facilmente compreendido por alunos de diferentes níveis escolares, acessível (ônibus, trilhas curtas e com nível de dificuldade baixo) e ter condições de segurança adequadas. Por outro lado, um sítio com alto potencial geoturístico deve ter relevância estética notável, ter um significado geológico/geomorfológico facilmente compreendido por visitantes sem bagagem geocientífica, ter baixo ou nenhum risco de degradação por atividades antrópicas e acesso e infraestrutura adequadas para o recebimento de visitantes, incluindo pessoas portadoras de deficiências.

Na nova base da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017) e no Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2018) os conteúdos geocientíficos são principalmente encontrados no currículo escolar do Ensino Fundamental em Ciências da Natureza e Ciências Humanas (Geografia) e do Ensino Médio na área de conhecimento Ciências da Natureza e suas tecnologias e nas Ciências Humanas e Sociais aplicadas.

O reconhecimento e classificação de diferentes tipos de rochas, sua formação e trajetória dentro do ciclo das rochas, sua relação com a paisagem, a formação do relevo (processos magmáticos, tectônicos, erosivos, etc.), os processos de intemperismo físico-químico-biológico, a formação de solos, são objetos de estudo do currículo escolar. Estes conteúdos podem ser abordados por meio de diversas atividades de ensino que incentivem o papel investigador e a participação dos alunos (pesquisa, levantamento de hipóteses, síntese e restituição dos resultados).

Como exemplos estão aulas em campo, estudos do meio, jogos, projetos integradores inter- e multidisciplinares, entre outros. Isso resulta na integração de várias disciplinas (ciências da natureza e ciências humanas como geografia e história, ciências sociais, artes e até língua portuguesa), pois implica na pesquisa de dados e documentos existentes em várias áreas de conhecimento (documentos históricos, obras de artes, fotografias, ilustrações, mapas, artigos, consulta a sites, etc.), na coleta de materiais e seu estudo (amostras de rochas, minerais, solo, plantas eventualmente, registro fotográfico, desenho, esquema e posterior caracterização e comparação) e na restituição dessas informações, resultados, discussões, conclusões na forma de produtos (mapas, maquetes), textos, mídias digitais (vídeos, por exemplo), desenhos, entre outros.

O apelo geoturístico dos geossítios pode ser promovido dando ao local um 'sentido de lugar', de pertencimento. Qualquer território se caracteriza pelas suas paisagens, estruturas, sítios geológicos, presença ou não de fósseis, rochas, minerais constituintes do subsolo ou aflorando em superfície, entre outros, e uma história geológica que pode ser desvendada. É uma viagem na história da Terra e do lugar que pode ser realizada em diferentes escalas espaciais e temporais e fornecer experiências memoráveis e educacionais.

Vários geossítios na RMSP podem ser considerados como áreas privilegiadas para atividades de campo e estudos do meio, contextualizadas e integradas ao currículo escolar (Tabela 1). Este potencial educativo e turístico foi identificado e quantificado por Higa (2019). No entanto, para os geossítios Lavas almofadadas de Pirapora do Bom Jesus e Fitofósseis e palinomorfos de Itaquaquetuba (Itaquareia), o potencial educativo foi reconhecido principalmente para o nível superior. Esses já fazem parte de roteiro de aula

em campo dos cursos de graduação em Geologia (IGc/USP, UNICAMP) e Licenciaturas em Ciências (LiGEA-IGc/USP, LCN-EACH/USP).

Quadro 1. Síntese dos potenciais educativo e geoturístico dos geossítios selecionados da Região Metropolitana de São Paulo

Geossítio	Potencial educativo	Potencial geoturístico
Pico do Jaraguá (<i>área de proteção integral</i>)	EF, EM, Sup. Educação Ambiental Ciências da Natureza, Geografia, História	Trilhas interpretativas; aspectos culturais e históricos (cavas de ouro, mineração século XVII, aldeia indígena, destaque do pico no relevo da cidade (e não é um vulcão!); atividades ao ar livre
Cratera de Colônia (<i>área de proteção integral</i>)	EF, EM, Sup. Ciências da Natureza, Geografia, História	Trilhas interpretativas; única cratera de impacto de meteorito do Estado de São Paulo e reconhecida internacionalmente; história da ocupação; atividade ao ar livre
Granito Cantareira na Pedra Grande (<i>área de proteção integral</i>)	EF, EM, Sup. Educação Ambiental Ciências da Natureza, Geografia, História	Trilhas interpretativas; mirante (vista panorâmica da cidade de São Paulo); história da ocupação da região; atividade ao ar livre
Fitofósseis e palinomorfos de Itaquaquetuba (Mineração Itaquareia) (<i>área de proteção ambiental privada</i>)	EF, EM, Sup. Educação Ambiental Ciências da Natureza, Geografia	Rio Tietê; importância da mineração de areia para a sociedade; a bacia de São Paulo no contexto da separação do Gondwana
Granito Itaquera (<i>área privada</i>)	EF, EM, Sup. Ciências da Natureza, Geografia	A pedra forneceu as rochas para a construção e ornamentação de monumentos do centro da cidade de São Paulo
Lavas almofadadas de Pirapora do Bom Jesus (<i>área pública</i>)	EF, EM, Sup. Ciências da Natureza, Geografia	Antigos ambientes; aqui jaz um pedaço de rochas oceânicas de mais de 500 Ma!

Fonte: Elaborado pelas autoras.

DISCUSSÃO E PERSPECTIVAS

A conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico está relacionada diretamente à manutenção do meio natural e, conseqüentemente, à sustentabilidade da sociedade atual e das futuras. No entanto, muitos desafios ainda nos confrontam até que a gestão integrada da natureza seja alcançada. Garcia *et al.* (2020) realizaram uma análise das estratégias de geoconservação com base em exemplos emblemáticos no Brasil. Os autores apontam que as etapas de diagnóstico e promoção têm sido as mais bem-sucedidas, possivelmente por envolver majoritariamente geocientistas e acadêmicos com habilidades e conhecimentos multidisciplinares. A conservação, por outro lado, coloca-se como o grande desafio, pois está relacionada a gestores do poder público e outros atores sociais, além de exigir a existência de legislação específica adequada.

A sobreposição dos locais de interesse geológico com os mapas de áreas potenciais para mineração (principalmente relacionadas à areia e brita) e de uso e ocupação do solo feita pela CPRM indica que alguns locais estão em áreas de alta vulnerabilidade, tanto por processos de urbanização ou por atividades de mineração. Essas atividades afetam sensivelmente os geossítios com menor extensão e aumentam o risco de degradação, podendo levar até mesmo à extinção de unidades geológicas.

Um exemplo emblemático é a Formação Itaquaquetuba, da Bacia Sedimentar de São Paulo. Uma das antigas áreas de afloramento conhecidas, hoje submersa, localizava-se onde hoje é a raia olímpica da USP. Atualmente não há outras áreas de afloramento desta unidade com ocorrência de fósseis vegetais e palinomorfos conhecida. Com o avanço da exploração de areia para construção civil, que acompanhou o crescimento da RMSP ao longo dos anos, os afloramentos remanescentes foram ficando cada vez mais escassos, resumindo-se hoje praticamente à cava mencionada. O exemplo deste geossítio pode ser colocado no contexto da utilização de antigas áreas de lavra (pedreiras) como instrumentos de geoturismo e educação ambiental. É o caso, também, das pedreiras do Granito Itaquera, que têm um grande potencial cultural e que fazem parte da história da região.

O geossítio Lavas almofadadas de Pirapora do Bom Jesus também é um exemplo de local com extrema relevância científica e com grande potencial de uso sustentável. O local situa-se próximo a escolas da rede pública e com fácil acesso, o que poderia promover sua utilização na educação e no turismo científico.

Por outro lado, geossítios que ocupam áreas extensas, ainda que não estejam em risco de destruição, têm seu potencial educativo e turístico reduzido e até mesmo impossibilitado devido a modificações na paisagem causadas por ocupação desordenada, perda de habitats de animais silvestres, entre outros. A Cratera de Colônia, por exemplo, tem sua borda norte habitada desde a década de 1940. Uma ocupação mais recente, na borda sul, iniciou-se entre as décadas de 1980-1990 e deu origem ao bairro de Vargem Grande, que conta com ocupações irregulares e mais de 40 mil habitantes. Diversos conflitos e questões habitacionais, além de outros problemas sociais, como falta de saneamento básico, ocorrem na região. O governo municipal da capital paulista estuda a criação de um parque municipal para conservação da área.

O Pico do Jaraguá é outro exemplo de local importante, tanto do ponto de vista geológico como histórico, pois a região foi palco do primeiro ciclo de exploração de ouro no Brasil, ainda no século XVII. Além disso, a região abriga a Terra Indígena Jaraguá, habitada pelas etnias Guarani, Guarani Mbya e Guarani Nandeva, num total de seis aldeias onde vivem cerca de 900 pessoas. Entretanto, existem muitos conflitos legais referentes à demarcação destas terras, o que tem levado a diversas formas de reivindicação de território e à falta de apoio do poder público em relação às aldeias. Exemplos de iniciativas em trilhas interpretativas exploradas de modo presencial e virtual no Pico do Jaraguá podem ser vistas em <https://bit.ly/2NzCrXj>.

Neste contexto, o uso de geossítios situados em áreas protegidas pode também aprimorar estratégias de conscientização quanto à conservação da natureza. Além do Pico do Jaraguá, o geossítio Granito Cantareira na Pedra Grande é um exemplo de como a visita à unidade de conservação pode ser utilizada para inserir também informações geocientíficas e promover a importância da geodiversidade na construção e manutenção das paisagens.

O estudo da geodiversidade e do patrimônio geológico é importante também para auxiliar tomadas de decisões no enfrentamento de problemas prementes da atualidade e na conscientização acerca do componente abiótico

dos ecossistemas. De acordo com a ProGEO (2017), no âmbito da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, que define 17 metas universais, muitos objetivos estão diretamente relacionados à geoconservação, tais como aumentar a qualidade da educação (objetivo nº 4), ter água limpa (objetivo nº 6), promover trabalho decente e crescimento econômico (objetivo nº 8), organizar cidades e comunidades sustentáveis (objetivo nº 11), entender as mudanças climáticas (objetivo nº 13), proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos recursos terrestres ecossistemas, combater a desertificação e deter a perda da biodiversidade (objetivo nº 15). Isso aumenta a responsabilidade dos pesquisadores que atuam na área e torna essencial a cooperação entre pessoas e entidades interessadas na conservação da natureza em geral, o que inclui encontrar maneiras de ampliar a comunicação da academia com as administrações públicas e a sociedade. A gestão adequada de locais de interesse geológico permite uma infinidade de usos no âmbito dos recursos naturais não extraíveis e consiste no grande desafio para as políticas públicas que envolvam a geoconservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Proc. 2017/50177-5. M. G. M. Garcia agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Proc. 309964/2018-0.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. V. de; LORETI JR., R. (Org.). **Projeto materiais de construção na região metropolitana de São Paulo**: Estado de São Paulo. São Paulo: CPRM, 2019.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf.
- BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação**. Vídeo: Palimage, 2005.
- BRILHA, J. Geoheritage and geoparks. In: REYNARD, E.; BRILHA J. (Eds.). **Geoheritage: assessment, protection and management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 323-336.
- BROCKS, M.; SEMENIUK, V. The '8Gs'—a blueprint for geoheritage, geoconservation, geo-education and geotourism. **Australian Journal of Earth Sciences**, v. 66, n. 6, p. 803-821, 2019.

- CAÑIZARES, A. D.; BOUROTTE, C. L. M.; GARCIA, M. G. M. Estudo exploratório sobre a percepção da geodiversidade e das geociências pela população da região metropolitana de São Paulo. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 42, n. 4, p. 375-386, 2019.
- CARCAVILLA, L. **Geoconservación**. [s/l]: Ed. Los Libros de la Catarata, 2012.
- CARNEIRO, C.D.R.; TOLEDO, M.C.M.; ALMEIDA, F.F.M. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004.
- DEL LAMA, E. A. Potential for urban geotourism: churches and cemeteries. **Geoheritage**, n. 11, p. 717-728, 2019.
- DEL LAMA, E. A.; DEHIRA, L.; REYS, A. C. Visão geológica dos monumentos da cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 3, n. 39, p. 409-420, 2009.
- DEL LAMA, E. A.; BACCI, D. D. L. C.; MARTINS, L. *et al.* Urban geotourism and the old centre of São Paulo, Brazil. **Geoheritage**, v. 7, n. 2, p. 147-164, 2015.
- CENDRERO UCEDA, A. C. Patrimonio geológico: diagnóstico, clasificación y valoración. In: SUÁREZ-VALGRANDE, J.P. (Ed.). **Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible**, Serie Monografías. Espanha: Ministerio de Medio Ambiente de España, 2000. p. 23-37.
- CHAKRABORTY, A.; GRAY, M. A call for mainstreaming geodiversity in nature conservation research and praxis. **Journal for Nature Conservation**, v. 56, (online), 2020.
- DOWLING, R. K. Geotourism. In: CATER, C.; GARROD, B.; LOW, T. (Eds.). The encyclopedia of sustainable tourism. **CABI**, Oxford, p. 231-232, 2015.
- FERREIRA, M. W. S. **Enquadramento legal e institucional para a promoção da geoconservação no Brasil e propostas de desenvolvimento**. 2016. 116 fl. Dissertação (mestrado) – Univ. do Minho, 2016.
- FIGUEIREDO, M. C. H.; BERGMAN, M., PENALVA, F. *et al.* Ocorrência de “pillow lavas” no Grupo São Roque, Estado de São Paulo. **Ciências da Terra**, v. 2, p. 6-8, 1982.
- FITIPALDI, F. C. **Vegetais fósseis da formação Itaquaquetuba** (cenozoico, bacia de São Paulo). 1990. 145 fl. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, 1990.
- GAJEK, G.; ZGŁOBICKI, W.; KOŁODYŃSKA-GAWRYSIK, R. Geoeducational value of quarries located within the Małopolska Vistula river gap (E Poland). **Geoheritage**, v. 11, p. 1335-1351, 2019.
- GARCIA, M. G. M.; MANSUR, K. L.; NASCIMENTO, M. A. L. *et al.* Geoconservation strategies framework: analysis from case studies in Brazil. **ProGEO News Bull**, n. 1, p. 4-5, 2020.
- GARCIA, M. G. M.; BRILHA, J. *et al.* The inventory of geological heritage of the State of São Paulo, Brazil: methodological basis, results and perspectives. **Geoheritage**, v. 10, n. 2, p. 239-258, 2018.
- GARCIA, M.G.M.; MAZOCA, C.E.M.; SANTOS, R.N. *et al.* Painéis interpretativos como ferramentas na divulgação das geociências: o roteiro geoturístico do litoral norte de São Paulo. In: III Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 2015, Lençóis-BA. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico**, v. 1. p. 374-377, 2015.
- GORDON, J.E. Engaging with geodiversity: ‘stone voices’, creativity and ecosystem cultural services in Scotland. *Scott. Geogr. J.*, 128, 240–265, 2012.

- GORDON, J.E.; CROFTS, R.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E. Geoheritage conservation and environmental policies: retrospect and prospect. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Eds.). **Geoheritage - Assessment, Protection and Management**, Amsterdam, p. 213-235, 2018.
- GUIMARÃES, G.B.; DE LIMA, F.F.; ROCHA-CAMPOS, A.C. Varvite Park, a brazilian initiative for the conservation and interpretation of geoheritage. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Eds.). **Geoheritage: Assessment, Protection and Management**, Amsterdam, p. 405-415, 2018.
- GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Londres: John Wiley & Sons, 2013.
- HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P.; BRILHA, J. *et al.* Geoconservation as an emerging geoscience. **Geoheritage**, v. 3, p. 117-128, 2011.
- HIGA, K.K. **Geoconservação no estado de São Paulo**: panorama geral e diagnóstico de uso e proteção dos geossítios dos inventários do patrimônio geológico. 2019. 163 fl. Dissertação (mestrado em Mineralogia e Petrologia) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2019.
- MANTESSO-NETO, V.; RIBEIRO, R. R.; GARCIA, M. G. M. *et al.* Patrimônio geológico no estado de São Paulo. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 53-76, 2013.
- MORAES, C. C. M.; RIBEIRO, L. M. A. L.; SILVEIRA, M. C. M. **Mapa geodiversidade da sub-região leste da região metropolitana de São Paulo**. [S. l.]: CPRM, 2019. Escala 1:150.000.
- MOREIRA, J.C. Educação ambiental e interpretação ambiental voltada aos aspectos geocientíficos: atividades geoeducativas, interpretativas e turísticas. **Geoturismo e interpretação ambiental** [online], Ponta Grossa, p. 71-133, 2014.
- MOTA, E.C.; GARCIA, M.G.M.; MAZOCA, C.E.M. Painéis interpretativos no litoral norte do estado de São Paulo. In: 47 Congresso Brasileiro de Geologia, 2014, Salvador. **Anais...**, 2014.
- MOURA, P.; GARCIA, M.G.M.; BRILHA, J. *et al.* Conservation of geosites as a tool to protect geoheritage: the inventory of Ceará Central Domain, Borborema Province - NE Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 4, p. 2625-2645, 2017.
- MOURA FÉ, M.F.; PINHEIRO, M.V.A.; JACÓ, D.M. *et al.* Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. In: **Educação Ambiental & Biogeografia**. Ituiutaba-SP: Barlavento, 2016. v. II, p. 829-842.
- NEWSOME, D.; DOWLING, E. Geoheritage and geotourism In: REYNARD E.; BRILHA J. (Eds.). **Geoheritage: assessment, protection and management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 305-321.
- PEREIRA, R. F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J. E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Memórias e Notícias**, v. 3, p. 491-494, 2008.
- PEREIRA, R.G.F.A.; RIOS, D.C.; GARCIA, P.M.P. Geodiversidade e patrimônio geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das geociências. **Terrae Didactica**, v. 12, n. 3, p. 196-208, 2016.
- PÉREZ-AGUILLAR, A.; BARROS, E. J.; ANDRADE, M. R. M. *et al.* Geoparque ciclo do ouro, Guarulhos (SP). In: SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C.R. **Geoparques do Brasil: propostas**, v. 1. CPRM, 2013.

- PROSSER, C.D. Communities, quarries and geoheritage – making the connections. **Geoheritage**, v. 11, p. 1277-1289, 2019.
- PROGEO. The european association for the conservation of the geological heritage. **Geodiversity, geoheritage & geoconservation: The ProGEO simple guide**, 2017.
- REVERTE, F. C.; GARCIA, M. G. M.; BRILHA, J. *et al.* Inventário de geossítios como instrumento de gestão e preservação da memória geológica: exemplo de geossítios vulneráveis da Bacia de Taubaté (São Paulo, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 46, n. 1, e0779, 2019.
- RICCOMINI, C.; TURCO, B.J.; LEDRU, M. *et al.* Cratera de Colônia, SP: provável astroblema com registros do paleoclima quaternário na Grande São Paulo. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M. *et al.* (Eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**, v. 2, p. 35-44, 2005.
- SÃO PAULO. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista**, 2018. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2019/09/curriculo-paulista-26-07.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. Austrália: Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002.
- SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C.R. Geoparques do Brasil. Propostas. 2012. **Serviço Geológico do Brasil**. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/1209>. Acesso em: 15 maio 2020.
- STEWART, I.S.; NIELD, T. Earth stories: context and narrative in the communication of popular geoscience. **Proc. Geol. Assoc.**, n. 124, p. 699-712, 2013.
- TASSINARI, C. C. G.; MUNHÁ, J. M. U.; RIBEIRO, A. *et al.* Neoproterozoic oceans in the Ribeira Belt (southeastern Brazil): the Pirapora do Bom Jesus ophiolitic complex. **Episodes**, v. 24, n. 4, p. 245-251, 2001.
- THEODOROVICZ, A. Geoparque Alto Vale do Ribeira: proposta. Preservação do patrimônio geológico. Visibilidade e desenvolvimento através do geoturismo. **Projeto Geoparques**, CPRM. 2015. Disponível em file:///Users/user/Downloads/altovaledoribeira.pdf. Acesso em: 15 maio 2020.
- TOLEDO, M.C.M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro - Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geol. USP Publ. Espec.**, São Paulo, v. 3, p. 31-44, 2005.
- VASCONCELOS, C. (Ed.). **Geoscience education, indoor and outdoor**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.
- VELÁZQUEZ, V. F.; COLONNA, J. V.; SALLUN, A. E. M. *et al.* The Colônia impact crater: geological heritage and natural patrimony in the southern metropolitan region of São Paulo, Brazil. **Geoheritage**, v. 6, p. 283-290, 2014.