

POTENCIAIS LUGARES DE APRENDIZAGEM DE CIÊNCIA DO SISTEMA TERRA NO ESPAÇO URBANO E PERIURBANO

POTENTIAL EARTH SYSTEM SCIENCE LEARNING PLACES IN URBAN AND PERI-URBAN SPACES

Maxwell Luiz da Ponte¹
Joseli Maria Piranha²

Resumo: A Educação em Ciências da Terra (ECT) é essencial para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida. Apesar de décadas de pesquisas em ECT no Brasil, com a progressiva degradação dos recursos naturais do país, acentua-se a demanda por iniciativas que promovam o conhecimento geocientífico em diferentes contextos de aprendizagem, formais e não formais. Um dos modelos mais eficazes de aprendizagem consiste em fornecer acesso ao conhecimento geocientífico por meio de experiências diretas com elementos naturais e culturais dos locais onde os alunos vivem ou visitam. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo identificar potenciais lugares para ECT em espaços urbanos ou periurbanos, estudá-los, descrevê-los e elaborar estratégias e recursos educativos que subsidiem práticas pedagógicas e interpretativas nesses lugares. Foram realizadas pesquisas documentais, levantamentos bibliográficos e estudos em campo no território. Dentre os elementos naturais identificados com maior frequência no estudo estão unidades de relevo, afloramentos rochosos, rios e represas, fragmentos florestais urbanos em bosques e praças e fragmentos florestais preservados em topos de morros e unidades de conservação. Os elementos culturais e históricos identificados compreendem as atividades socioeconômicas relacionadas ao uso dos recursos naturais, em especial os empreendimentos agrícolas e turísticos, as atividades de lazer e as de turismo. Entre os elementos construídos, destacam-se fontanários e monumentos construídos com materiais pétreos. O estudo reforça o potencial dos espaços urbanos para se constituírem lugares de aprendizagem das Ciências da Terra, reiterando a necessidade de melhor utilizá-los em processos educacionais e formativos.

Palavras-chave: Educação em Ciências da Terra. Atividades exteriores à sala de aula. Educação Baseada em Lugar.

Abstract : Earth Science Education (ESE) plays a vital role in promoting sustainable development and quality of life. Despite decades of research in ESE in Brazil, the progressive degradation of the country's natural resources has intensified the demand for initiatives that foster geoscientific literacy in both formal and informal learning settings. One of the most effective learning models involves providing access to geoscientific knowledge through direct experiences with the natural and cultural elements of places where learners live or visit. Within this context, this study aimed to identify, investigate, and describe potential sites for ESE in urban and peri-urban areas, and to develop educational strategies and interpretive resources to support pedagogical practices in these locations. The methodology included document analysis, literature review, and field investigations. The most frequently identified natural features were landform units, rock outcrops, rivers and reservoirs, urban forest fragments in parks and squares, and preserved forest remnants on hilltops and within conservation units. Cultural and historical elements included socioeconomic activities linked to natural resource use—particularly agriculture and tourism—as well as recreation and leisure practices. Among the built features, stone fountains and monuments stood out. The findings underscore the potential of urban spaces to serve as meaningful learning environments for Earth Science and highlight the need to better integrate these places into educational and training processes.

Keywords: Earth Science Education. Outdoor learning activities. Place-based education.

1 - Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia - PROFBIO. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8174-8744>. E-mail: maxwell.ponte@uece.br

2 - Professora Associada do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP. Graduação em Geologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1988), mestrado em Geologia Regional pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1994), doutorado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (2006) e pós-doutorado em Didática pela Universidade de Aveiro, Portugal (2010). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4953-2609>. E-mail: joseli.piranh@unesp.br

Introdução

No Brasil, a primeira década do século XXI foi marcada pela intensificação das discussões acerca da inserção das Ciências da Terra (CT) na educação formal básica, de modo que as pesquisas na área tiveram enfoque nas relações estabelecidas entre currículo, formação de professores e materiais didáticos (Carneiro; Toledo; Almeida, 2004; Compiani, 2005; Gonçalves; Sicca, 2005; Bacci, 2009; Menegat, 2009; Toledo, 2005; Toledo et al., 2005). Na primeira década do século XXI, pesquisas em Educação em Ciências da Terra (ECT) em todo o mundo formularam propostas para o conjunto de conhecimentos, atitudes e habilidades necessários à alfabetização em CT, tais como as publicações *Earth Science Literacy* (Wysession et al., 2010), *Alfabetización en Ciencias da Tierra* (Pedrinaci et al., 2013) e *International Geoscience Syllabus* (King, 2015). Com a difusão dessas pesquisas, foram identificados problemas e surgiram propostas e alternativas para o ensino das CT no Brasil, abordando fatores como os currículos escolares, os recursos didáticos, as práticas pedagógicas e a formação inicial e continuada docente (Ernesto et al., 2018; Gomes; Sanches, 2018).

A abordagem desses conceitos, com vistas à formação de cidadãos críticos e à promoção da cultura de sustentabilidade, é potencializada quando realizada em uma perspectiva interdisciplinar, holística e integradora da Ciência do Sistema Terra – CST (Piranha, 2006). A CST integra conhecimentos relativos ao planeta Terra, possibilitando a compreensão, em perspectiva holística, do equilíbrio e da complexidade do Sistema Terrestre, no qual um conjunto de subsistemas naturais e sociais interage entre si por meio de trocas de matéria e energia (Orion; Libarkin, 2014; Ribeiro; Orion, 2021). Assim, reconhecendo como um dos maiores desafios contemporâneos o de aliar a conservação e o desenvolvimento regional, optou-se por assumir, neste estudo, tal abordagem sistêmica (Ribeiro; Orion, 2021).

Apesar do reconhecimento da sua importância e de décadas de pesquisas voltadas à ECT, ainda há grande demanda por iniciativas que contribuam para a aprendizagem do conhecimento geocientífico pela sociedade em geral, seja em contextos formais ou não formais de ensino, tanto no Brasil quanto em outros países (Ernesto et al., 2018; Gordon et al., 2021). As estratégias e os recursos predominantemente adotados no ensino básico não são adequados para o ensino de CT (Gomes; Sanches, 2018). Como consequência, registra-se o “analfabetismo geocientífico” enraizado em grande parcela da sociedade brasileira (Ernesto et al., 2018; Garcia; Ribeiro; Bourotte, 2020).

A carência dos conhecimentos geocientíficos na formação escolar tem sido relacionada à falta de um sentimento de pertencimento ao lugar em que vivem (Carneiro; Lima; Barbosa, 2018). Devido à falta de reconhecimento, a valorização e o cuidado com os recursos naturais e construídos ficam comprometidos, afetando o desenvolvimento socioeconômico aliado à conservação desses recursos (Del Lama, 2015; Garcia et al., 2019; Queiroz et al., 2019). Frente às limitações para a adequada inserção das CT na educação, emergem os seguintes questionamentos: afinal, onde se aprendem as CT? Se os conhecimentos geocientíficos seguem desterritorializados nos currículos escolares e negligenciados nos contextos formais de ensino e, ademais, o “analfabetismo geocientífico” é registrado em grande parte da sociedade, quais são, portanto, os lugares de aprendizagem para a ECT?

Reconhecendo-se tais demandas, a presente pesquisa visou contribuir para a Educação em Ciências da Terra, mediante o estudo de estratégias e a elaboração de recursos que possibilitem a aprendizagem na ECT. Partiu-se da hipótese de que elementos da diversidade biológica, geológica e cultural em espaços urbanos e periurbanos oportunizam atividades de ensino e divulgação das Ciências da Terra, seja em contextos de educação formal ou não formal, integrando conceitos dos currículos escolares em favor da alfabetização geocientífica.

Fundamentação Teórica

Elementos do patrimônio geológico representam importantes recursos educacionais, constituindo oportunidades de aprendizado voltado à Geoconservação, ou seja, de

conhecimentos pertinentes à formação de cidadãos responsáveis e ativos, capacitando-os a participar das discussões sobre os problemas ambientais – que ameaçam o patrimônio geológico – e a tomar decisões responsáveis que visem mitigar tais problemas (Henriques *et al.*, 2011). Apesar da grande importância dos sítios e elementos da geodiversidade com reconhecidos valores educativos (Brilha, 2015), os lugares de aprendizagem de CT não podem ser limitados a eles (Jesus; Santos, 2020), pois, apesar do aumento progressivo de iniciativas de levantamento e inventariação de geossítios ainda são numericamente pouco expressivas (Romão; Garcia, 2017, principalmente se considerando a dimensão do território brasileiro (Jesus; Santos, 2020). Essa situação se agrava quando consideramos as práticas de ensino predominantes na educação básica do Brasil, onde as limitações para visita de sítios da geodiversidade são ainda maiores, de natureza administrativa, financeira e pedagógica (Ernesto *et al.*, 2018; Gomes *et al.*, 2020).

Diversas pesquisas corroboram a importância da educação baseada em lugares para a aprendizagem das CT (Compiani, 2007; Kirby, 2014; Gomes *et al.*, 2020; Gonçalves; Sicca, 2018; Liccardo; Alessi, Pimentel, 2018; Menegat, 2009; Semken *et al.*, 2017). Esses estudos indicam que a educação em lugares possibilita o diálogo entre as CT e diversas outras disciplinas, resultando em abordagens interdisciplinares e contextualizadas (Compiani, 2007; Gonçalves; Sicca, 2018). Considerando que as abordagens conceituais mais recentes em educação e divulgação das CT enfatizam a compreensão holística do ambiente e atentam-se para as várias interações entre componentes abióticos, bióticos e culturais, a denominada “Abordagem ABC” (Guimarães, Lacerda, 2019; Kubalíkova; Kirchner; Bajer, 2021; Migon; Pijet-Migòn, 2022; Paskova *et al.*, 2021), nesse estudo, os lugares de aprendizagem das CT foram considerados aqueles que integram e valorizam elementos da diversidade geológica, biológica e cultural no ensino e divulgação das Ciências da Terra.

O termo “lugar de aprendizagem” adoto nesse estudo remete à categoria geográfica (Tuan, 2013) e à “Educação Baseada em Lugares” para descrever práticas pedagógicas que enriquecem o currículo e promovem o aprendizado e o vínculo afetivo com o ambiente sociocultural (Semken *et al.*, 2017). Nesse contexto, os lugares são como “laboratórios” interdisciplinares para investigar e experimentar diretamente os elementos naturais e sociais da paisagem (Orr, 2013). Além disso, considera-se que os lugares de aprendizagem das CT devem dialogar com estes elementos na promoção de conhecimentos, atitudes e habilidades necessários à alfabetização em Ciências da Terra (King, 2015; Pedrinaci *et al.*, 2013; Wyssession *et al.*, 2010), sem prescindir dos princípios para abordagens integradoras, interdisciplinares e holísticas do Sistema Terra (Ladue; Clark, 2012; Migon; Pijet-Migòn, 2022).

As CT são fundamentais para legitimação do lugar como “um elemento importante na construção da cultura, da cognição e do diálogo intercultural” (Menegat, 2009, p. 101) que possibilita experiências de ensino e aprendizagem com propósitos multiculturais (Gomes *et al.*, 2020; Gonçalves; Sicca, 2018) e que reforça o sentimento de pertencimento dos aprendizes (Kirby, 2014; Kubalíkova; Kirchner; Bajer, 2021; Liccardo; Alessi, Pimentel, 2018; Semken *et al.*, 2017). Ao mesmo tempo, o estabelecimento de tais conexões entre aspectos abióticos e culturais, explorando vínculos com as raízes culturais e o sentimento de pertencimento ao lugar, promove conexões significativas entre as pessoas e os elementos naturais, auxiliando na apreciação holística da natureza, incluindo o reconhecimento da geodiversidade e do patrimônio geológico (Gordon *et al.*, 2021), necessários para a conservação (Del Lama, 2015).

Local de realização

O “Estatuto do Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento do Pólo Turístico do Circuito das Águas Paulista” (Circuito das Águas, 2005) foi firmado em 2005 com o objetivo de potencializar o desenvolvimento econômico e social dos municípios consorciados, mediante o fortalecimento do turismo na região (Brandão, 2017). Atualmente, compõem o Circuito das Águas Paulista (CAP) os municípios de Águas de Lindóia, Amparo, Holambra, Jaguariúna,

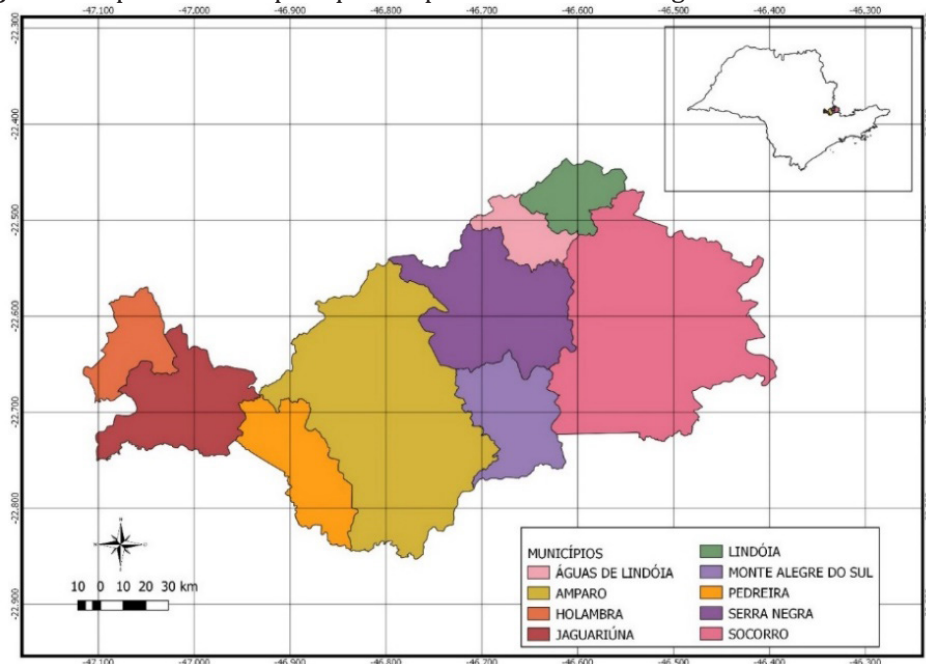
Lindóia, Monte Alegre do Sul, Pedreira, Serra Negra e Socorro (FIGURA 1).

O CAP apresenta atrativos turísticos diversificados, relacionados a particularidades dos contextos ambientais, socioeconômicos e históricos de cada município componente (Brandão, 2017; Fuini, 2010; Souza, 2010). A proximidade com as regiões metropolitanas de São Paulo e de Campinas potencializa o turismo relacionado aos recursos naturais (Abreu *et al.*, 2019).

Destacada atenção pode ser dada às contribuições da geodiversidade regional para o turismo (Gambetta; Dias, 2013; Peixoto, 2010). Paisagens e cenários de destacada beleza cênica são compostos por unidades de relevo em morros e cristas (Peixoto, 2010; Ross; Morroz, 1997), matacões e afloramentos de rochas diversas do embasamento cristalino e da Bacia do Paraná (Brasil, 2006; Peixoto, 2010). Registra-se a ocorrência de quedas d'águas associadas ao relevo e à rede de drenagem das bacias hidrográficas no território (Ayer; Garafolo; Pereira, 2017; Fuini, 2010; Peixoto, 2010). As águas minerais provenientes dos aquíferos fraturados da região têm íntima relação com o desenvolvimento econômico e o turismo local (Gambetta; Dias, 2013).

Com altitude média de 750 metros e o clima na região é subtropical úmido (Cfa, segundo a classificação climática de Köppen), com temperatura média anual de 20,8 °C e precipitação pluvial média anual de 1.451 mm, na média dos últimos dez anos (Abreu *et al.*, 2019). O clima favorece os empreendimentos agrícolas, que contribuem para a economia local pela produção agropecuária e pelo turismo rural (SEADE, 2020). Evidencia-se, ainda, potenciais turísticos das Unidades de Conservação com vegetação nativa preservada (Fuini, 2010; Peixoto, 2010).

Figura 1. Mapa dos municípios que compõem o Circuito das Águas Paulista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os elementos da diversidade cultural e histórica, que incluem edifícios, monumentos e remanescentes das linhas férreas, bem como balneários e fontanários de uso das águas minerais, também são considerados atrativos turísticos (Ayer; Garafolo; Pereira, 2017; Fuini, 2010; Souza, 2010). Assim, considerou-se de grande potencial e importância a elaboração de recursos e estratégias para o ensino e a divulgação das Ciências da Terra, considerando os contributos para a interpretação, compreensão e valorização ambiental/patrimonial no território.

Metodologia

A primeira etapa do desenvolvimento da pesquisa consistiu no levantamento de materiais e informações sobre os contextos naturais, social e cultural dos municípios do CAP. Para tanto, foram utilizados preceitos metodológicos da pesquisa documental e bibliográfica. Para a pesquisa documental foram consultados, conforme apontado em Carmo e Ferreira (2008), documentos e publicações oficiais. Essa etapa resultou em uma lista preliminar dos potenciais lugares de aprendizagem. Foram realizados trabalhos de campo no território estudado para estudos e levantamentos *in situ*, visando o reconhecimento da área de estudo, registros e recolha de materiais e informações. Em paralelo aos trabalhos de campo, realizou-se reuniões para recolha de informações e materiais junto a órgãos e entidades relacionadas à gestão pública e ao uso dos recursos naturais. Oportunamente, comunicou-se a realização do projeto a gestores, atores sociais e coletivos locais, possibilitando estabelecer parcerias para o desenvolvimento.

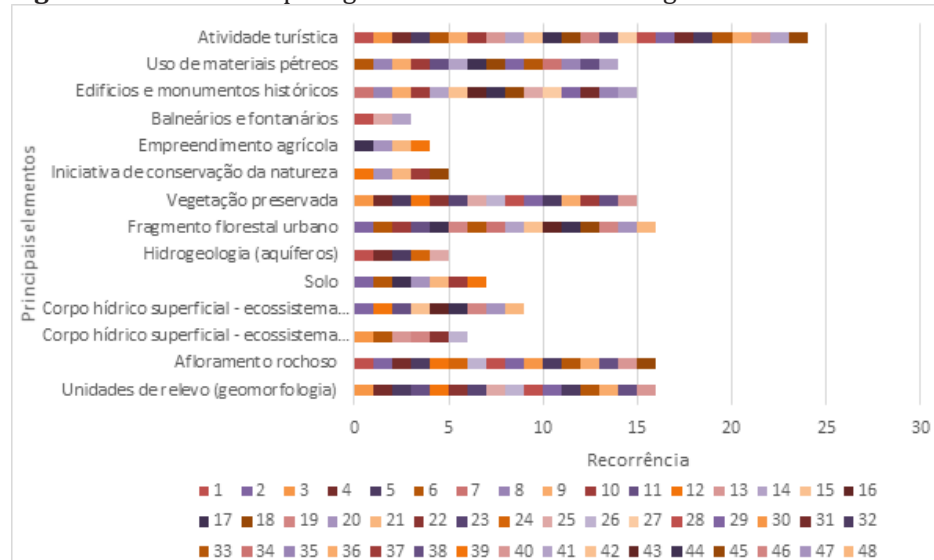
A segunda etapa consistiu na tabulação dos elementos bióticos, abióticos e culturais observados e a análise do potencial desses elementos para aprendizagem das CT. Para tanto, adaptou-se critérios a partir de Crofts *et al.* (2020), que apresenta critérios para o estudo de potenciais educativo em Unidades de Conservação. Em associado, considerando os parâmetros da educação básica nacional, utilizou-se, na avaliação dos lugares, parâmetros curriculares vigentes no Brasil. À luz dos referenciais citados, formulou-se os seguintes parâmetros para estudo dos potenciais lugares de aprendizagem de CT, conforme apresentado em Ponte e Piranha (2021a): condições de acessibilidade, segurança, infraestrutura e gratuidade no acesso; Presença de elementos da diversidade geológica, biológica e cultural; Potenciais para realização de Práticas Pedagógicas e Interpretativas (PPIs); Potenciais para abarcar conceitos de Ciências da Terra presentes nos componentes curriculares em Ciências da Natureza e Geografia do currículo escolar oficial do Estado de São Paulo; Potenciais para abordar diretrizes de alfabetização em Ciências da Terra.

Considerando o compromisso de fomentar abordagens educativas que adotem a perspectiva holística e sistêmica da CST, os resultados foram discutidos considerando os onze Princípios Essenciais da Ciência do Sistema Terra (La Due; Clark, 2012). Reitera-se que tais princípios integram os conceitos necessários à alfabetização geocientífica apontados nos demais referenciais, propostos por Wysession *et al.* (2010), Pedrinaci *et al.* (2013) e King (2014).

Resultados e discussão

Retomando o questionamento apresentado na introdução, o estudo buscou responder ao questionamento, foram selecionados e analisados quarenta e oito lugares do CAP quanto aos potenciais para ensino e divulgação em Ciência do Sistema Terra. Em geral, os elementos naturais mais recorrentes nos locais foram unidades de relevo, afloramentos rochosos, corpos hídricos superficiais, fragmentos florestais urbanos em bosques e praças e fragmentos florestais preservados em topos de morros. Os elementos socioculturais e históricos envolvem as atividades socioeconômicas de uso dos recursos naturais, sobretudo empreendimentos agrícolas e turísticos, atividades de lazer e turismo, e as iniciativas de conservação da natureza e do patrimônio histórico (Figura 2).

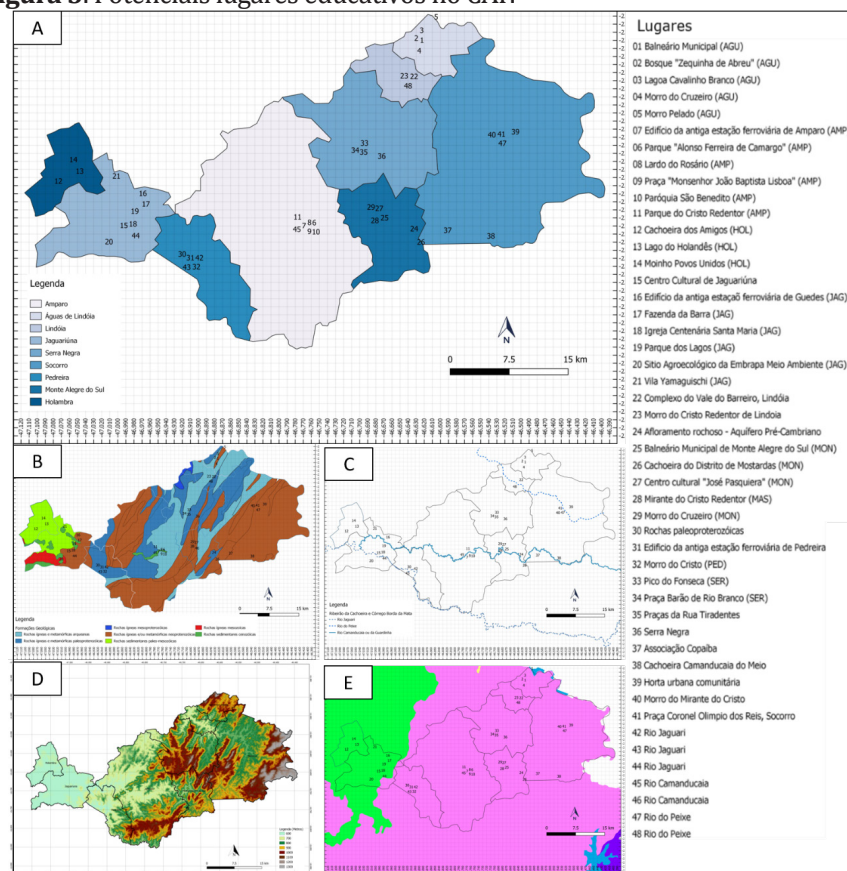
Figura 2. Elementos da paisagem mais recorrentes nos lugares estudados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 3 representa a localização dos pontos. Devido a extensão, a descrição detalhada dos pontos pode ser visitada em Ponte e Piranha (2021b), onde se procedeu a uma caracterização descritiva dos lugares, destacando os elementos que os compõem.

Figura 3. Potenciais lugares educativos no CAP.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Brasil (2006), Brasil (2013), São Paulo (2013) e Ross e Moroz (1997). Legendas: A) Mapa com a localização dos lugares. B) Principais tipos de rochas. C) Principais rios. D) Elevação do terreno. E) Unidades morfoescolturaes do relevo.

Para abordagens relacionadas ao primeiro princípio, “a exploração dos sistemas terrestres ocorre por meio de observações, raciocínio científico e modelagem” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), destacam-se as unidades de relevo, como o Parque do Cristo Redentor em Amparo (ID 11), o Morro do Cristo Redentor em Lindóia (ID 23), o Morro Pelado de Águas de Lindóia (ID 05), o Mirante do Cristo Redentor de Monte Alegre do Sul (ID 28), o Pico do Fonseca (ID 33) e o Alto da Serra Negra (ID 36) em Serra Negra e o Morro do Mirante do Cristo em Socorro (ID 40). Esses lugares possibilitam a observação panorâmica da paisagem urbana e rural e o uso de estratégias e recursos diversos para estudo da paisagem, tais como registros em aulas de campo, comparação com mapas, representações e imagens de TICs. A partir das observações, os aprendizes podem correlacionar os elementos naturais, principalmente as formas de relevo, com a história geológica da região e os processos endógenos e exógenos que atuaram na formação e atuam na modelagem da paisagem.

Para o segundo princípio, “os sistemas terrestres envolvem interações complexas entre rocha, água, ar e vida” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), destacam-se os lugares constituídos por afloramentos rochosos, solos, corpos hídricos superficiais e vegetação, e onde são constituídos usos dos recursos naturais, sobretudo para o lazer, o turismo e para atividades agrícolas. Os lugares com maior potencial para aprendizagem desse segundo princípio foram os Parques “Alonso Ferreira Camargo” (ID 06) e “Águas do Camanducaia” (ID 45) em Amparo, a Fazenda da Barra (ID 17), o Parque dos Lagos (ID 19) e o Sítio Agroecológico da Embrapa Meio Ambiente (ID 20) em Jaguariúna, o Complexo do Vale do Barreiro (ID 22) em Lindóia, o Bosque “Zequinha de Abreu” (ID 02) em Águas de Lindóia e a Horta urbana comunitária do município de Socorro (ID: 39).

Para abordar o terceiro princípio, “o Sol é a principal fonte de energia para o sistema climático da Terra” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), os lugares com maiores potenciais foram o Bosque “Zequinha de Abreu” (ID 02) em Águas de Lindóia, os Parques “Alonso Ferreira Camargo” (ID 06) e “Águas do Camanducaia” (ID 45) em Amparo, o Lago do Holandês em Holambra (ID 13), o Parque dos Lagos (ID 19) em Jaguariúna e o Complexo do Vale do Barreiro (ID 22) em Lindóia. Nesses locais, a ocorrência de corpos hídricos superficiais, como riachos e lagos, possibilita associar esse princípio com processos do ciclo hidrológico; a ocorrência de bosques potencializa a abordagem de processos de assimilação da energia solar pelos vegetais e oportunizam a observação de relações ecológicas que resultam no fluxo energético pela cadeia alimentar, como a herbivoria. Ademais, pode-se associar a incidência de sol com cobertura vegetal e com diferentes períodos/ciclos, como dia/noite e estações do ano.

Nota-se que o quarto princípio, “matéria e energia são transportadas e transformadas por processos do sistema terrestre” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa) foi o mais recorrente nos lugares estudados, com destaque para os Parques “Alonso Ferreira Camargo” (ID 06) e “Águas do Camanducaia” (ID 45) em Amparo, o Bosque “Zequinha de Abreu” (ID 02) em Águas de Lindóia, o Parque dos Lagos (ID 19) em Jaguariúna e o Complexo do Vale do Barreiro (ID 22) em Lindóia, sobretudo por possibilitarem a observação do transporte de matéria e energia em processos superficiais e relações ecológicas.

Para PPIs relacionadas ao quinto princípio, “os sistemas terrestres estão em constante mudança” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), os locais com maior destaque foram o Bosque “Zequinha de Abreu” (ID 02), Morro Pelado (ID 05), Lago do Holandês (ID 13), Fazenda da Barra (ID 17), o Sítio Agroecológico da Embrapa Meio Ambiente (ID 20), o Complexo do Vale do Barreiro (ID 22) e o Parque Linear Camanducaia (ID 45).

O sexto princípio, “os humanos estão inextricavelmente interligados à geosfera, hidrosfera e atmosfera” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), pode ser abordado por meio de práticas que evidenciam a relação de dependência dos seres humanos com os recursos naturais. Para evidenciar o uso dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, para consumo e abastecimento público, podem ser realizadas diversas PPIs em balneários, fontanários, como o Balneário Municipal de Águas de Lindóia (ID 01) e o Balneário Municipal de Monte Alegre do Sul (ID 25), ou em reservatórios urbanos utilizados para captação de água, como a Lagoa Cavalinho Brasil (ID 03) e o Lago do Holandês (ID 13). Para uso dos recursos hídricos e do solo para produção de alimentos, podem ser realizadas práticas em empreendimentos agrícolas como

o Sítio Agroecológico da Embrapa Meio Ambiente (ID 20) em Jaguariúna, a Horta Urbana de Socorro (ID 39) e a Associação Copaíba (ID 37). Outra abordagem importante relacionada ao sexto princípio é a do uso dos materiais naturais na construção civil, que pode ser realizada por meio de práticas na Igreja Centenária Santa Maria (ID 18), no Largo São Benedito (ID: 10), na Praça “Monsenhor João Baptista Lisboa” (ID: 09) e no Largo do Rosário (ID 08) em Amparo; no Moinho dos Povos Unidos (ID: 14) em Holambra e na Praça Barão de Rio Branco (ID: 34) em Serra Negra.

No que se refere ao sétimo princípio, “desastres naturais e mudanças climáticas ameaçam a civilização humana” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), e ao oitavo princípio, “Os humanos se tornaram um agente significativo de mudança na geosfera, hidrosfera e atmosfera” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), destacam-se PPIs de estudo da paisagem que podem ser realizadas nas unidades de relevo, destacando-se àquelas que estão localizadas em áreas de provável ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa, como o Morro do Cristo Redentor de Lindóia (ID 23), onde é possível observar, na paisagem, estes processos e correlaciona-los com o uso e ocupação do solo. Práticas relacionadas com a escassez de recursos naturais também podem ser realizadas na Lagoa Cavalinho Branco (ID 03) e no Lago do Holandês (ID 13), onde a variação no volume de água nesses lagos, que são reservatórios para abastecimento público, evidenciam os efeitos do uso antrópico em associado com variações climáticas sazonais.

Em uma perspectiva dos impactos antrópicos sobre os recursos construídos, PPIs podem ser realizadas em locais com ocorrência de vandalismo, depredações e pichações como registrado no Bosque “Zequinha de Abreu (ID 02) e no Morro do Cristo Pedreira (ID 32). Também podem ser realizadas práticas sobre os impactos no clima como agente de transformação dos materiais, como pode-se abordar nas alterações pétreas dos monumentos da Igreja Centenária Santa Maria (ID 18) e do Largo do Rosário (ID 08). Uma abordagem sobre mudanças climáticas em perspectiva do tempo geológico pode ser especialmente realizada na Cachoeira dos Amigos (ID: 12) em Holambra, uma vez que os arenitos aflorantes no local registram a glaciação permo-carbonífera, que pode ser contextualizada no âmbito das mudanças climáticas.

O nono princípio, “a biosfera depende e afeta a hidrosfera, a atmosfera e a geosfera” (Ladue; Clark, 2012, tradução nossa), poderá ser abordado em praças, jardins, fragmentos florestais urbanos ou em associado a vegetações preservadas, mediante observação e estudo de relações ecológicas entre os componentes bióticos e abióticos. Dentre os lugares estudados, destacam-se, pelos potenciais para realização de PPIs associadas a este princípio: o Parque Alonso Ferreira de Camargo (ID 06), o Bosque Zequinha de Abreu (ID 02), o Parque dos Lagos (ID 19), o Sítio Agroecológico da Embrapa (ID 20), a Vila Yamaguishi (ID 21), a Fazenda da Barra (ID 17), a Associação Copaíba (ID: 37), a Horta Urbana de Socorro (ID 39), a Mata do Fundão localizada na Cachoeira dos Amigos (ID 11). O nono princípio também pode ser tratado mediante PPIs associadas ao estudo e observação de alterações de rochas por colonização biológica, como pode ser visto no nas rochas metamórficas paleoproterozoicas da Unidade Ortognaisse Serra Negra aflorantes no ID 24, e em rochas aflorantes na Cachoeira dos Mostardas (ID 26) e na Cachoeira Camanducaia do Meio (ID 38).

Com especial atenção às relações de interdependência estabelecidas nos ecossistemas aquáticos, para os ecossistemas lóticos destacam-se os potenciais educativos da Cachoeira Camanducaia do Meio (ID 38) e das estações de estudo associadas aos principais rios da região: o rio Jaguari (ID 42, ID 43 e ID 44), o rio Camanducaia (ID 45 e ID 46) e o rio do Peixe (ID 47 e ID 48). Para os ecossistemas lênticos, destacam-se a Lagoa Cavalinho Branco (ID 03), o Parque dos lagos (ID 19) e as lagoas “Grande Lago” e “Laguinho” que compõem o Complexo do Vale do Barreiro (ID 22), resultantes de barramentos do Córrego do Barreiro, afluente do rio do Peixe.

No que se refere ao décimo princípio de Ladue e Clark (2012, tradução nossa), “a Terra tem um oceano multifacetado que cobre a maior parte da superfície da Terra”, embora seja uma região litorânea e não tenham lugares relacionados ao ecossistema marinho, pode-se abordar indiretamente os conceitos por meio do estudo do ciclo da água e das rochas, portanto, podendo ser abordado em práticas nos lugares com elementos tais como rios, lagos, queda

d'água e afloramentos rochosos.

Finalmente, o último princípio, “a Terra tem 4,6 bilhões de anos” (LADUE; CLARK, 2012, tradução nossa), pode ser abordado por meio do estudo do ciclo das rochas e da geologia regional, destacam-se os eventos registrados em rochas aflorantes, em perspectiva do tempo geológico. Nesse sentido, destacam-se: as rochas aflorantes no Bosque “Zequinha de Abreu” (ID 02), que registram metamorfismos e intrusões resultante dos diversos ciclos de tectonismo sobre as rochas arqueanas do Complexo Amparo; as rochas metamórficas paleoproterozoicas da Unidade Ortognaisse Serra Negra aflorantes em Monte Alegre do Sul (ID 24), as rochas paleoproterozoicas metassedimentares aflorantes devido a cortes de estrada em Pedreira (ID 30) e as rochas intrusivas neoproterozoicas do Complexo Socorro aflorantes na Cachoeira Camanducaia do Meio, em Socorro (ID 38) que registram os eventos termo-tectônicos do Ciclo Brasileiro, e os afloramentos de arenitos da Cachoeira dos Amigos (ID 12) que registram a glaciação permo-carbonífera no Gondwana.

Esses elementos possibilitam que sejam realizadas práticas de ensino e/ou interpretativas para a aprendizagem de conceitos essenciais das Ciências da Terra, de modo contextualizado e, inclusive, em perspectiva sistêmica. Desse modo, o estudo reitera que os espaços urbanos apresentam inúmeros potenciais para que as Ciências da Terra sejam aprendidas, conforme já havia sido apontado em estudos recentes (Alon; Tal, 2015; Gomes *et al.*, 2020; Fontana; Menegat; Mizusaki, 2015; Gonçalves; Sicca, 2018; Semken *et al.*, 2017). Neste sentido, Fontana, Menegat e Mizusaki (2015, p. 915) apontaram que elementos naturais do espaço urbano como pequenos afloramentos menores em praças podem ter um impacto cultural locais tão relevantes quanto grandes áreas geológicas afastadas do dia a dia da população. Considerando que o lazer e o prazer de interagir com a paisagem podem ter tanto ou mais apelo do que os aspectos científicos e educativos, surge uma reflexão sobre o foco excessivo no valor científico como critério principal na definição de patrimônios geológicos e na geoconservação.

Em consonância, Liccardo, Alessi e Pimentel (2018) apontam que “a divulgação de patrimônios locais (geológicos ou não), conectados à realidade dos indivíduos, também tende a aumentar o público atingido, pois frequentemente o fator local chama a atenção e leva informações até pessoas que não as acessariam normalmente”. Cañizares, Bourotte e Garcia (2019) corroboram a premissa inicial de que locais de interesse geológico são, efetivamente, apropriados para a aplicação de estratégias de comunicação que associem atividades de lazer ao aprendizado.

Considerações finais

Os resultados facultam o entendimento de que são diversos os lugares de aprendizagem de Ciências da Terra, vinculados aos espaços urbanos e de vivência das comunidades a quem se pretende comunicar as Geociências. Os lugares podem ser caracterizados essencialmente pela presença de elementos da diversidade geológica, biológica e/ou da cultura e da história local. Dentre os elementos da geodiversidade, destacam-se os afloramentos rochosos em cortes de ruas e estradas urbanas e/ou periurbanas, em topos de unidades de relevo e em quedas d'água, onde estão constituídos complexos turísticos. Além disso, os materiais pétreos presentes em edificações, recursos de infraestrutura urbana ou em monumentos também são elementos com destacado potencial para estudo dos processos e materiais geológicos.

No que se refere aos corpos hídricos, especial atenção pôde ser dada aos trechos urbanos de rios e represas artificiais, utilizadas para abastecimento urbano e/ou como dispositivos da gestão municipal para lazer e turismo. A presença desses elementos possibilita a realização de práticas experimentais e dinâmicas para estudo da qualidade físico-química e ecossistêmica dos corpos hídricos e como ações antrópicas podem comprometê-la. A flora urbana em bosques e praças, os remanescentes florestais preservados nos arredores e topos de unidades de relevo ou em unidades de conservação facultam o estudo da diversidade biológica e dos processos geoecológicos. Empreendimentos e atividades socioeconômicas relacionadas ao

uso dos recursos naturais, sobretudo empreendimentos agrícolas e pontos turísticos e de lazer possibilitam que sejam apreendidos aspectos relacionados aos impactos antrópicos e, em especial, à interdependência e interação entre as esferas terrestres.

Os elementos naturais e construídos elencados são comumente encontrados nos ambientes urbanos, inclusive nas proximidades de pontos turísticos ou de escolas. Desse modo, práticas pedagógicas e interpretativas associadas a tais elementos podem ser desenvolvidas por profissionais e/ou iniciativas da educação, legitimando potenciais lugares de aprendizagem no espaço urbano e periurbano.

Referências

ABREU, H.G.C.; RODRIGUES, C. A. G.; CRISCUOLO, C.; GARÇON, E. A. M.; MIRANDA, J. R. Circuito das Águas Paulista: vegetação natural e conservação das nascentes. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 13, **Anais...** Campinas, São Paulo, 2019, p. 1-11.

ALON, N. L.; TAL, T. Student Self-Reported Learning Outcomes of Field Trips: The pedagogical impact. **International Journal of Science Education**, v. 37, n.8, p. 1279-1298. 2015. doi:10.1080/09500693.2015.1034797.

AYER, J. E. B.; GARAFOLLO, D. F. T.; PEREIRA, S. Y. Uso de geotecnologias na avaliação da favorabilidade hidrogeológica em aquíferos fraturados. **Revista águas subterrâneas**, v. 31, n. 3, p. 154-167, 2017.

BACCI, D. L. C. A contribuição do conhecimento geológico para a Educação Ambiental. **Pesquisa em Debate**, v. 11, n. 6, p. 2-23, 2009.

BRANDÃO, C. N. **Turismo e mudanças climáticas**: uma teoria substantiva das estratégias de adaptação dos meios de hospedagem do Circuito das Águas Paulista, 2017. Tese (Doutorado) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2017. BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Base hidrográfica Ottocodificada. Multiescalas. 2013a. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/>.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME. 2018. BRASIL. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala 1:750.000. 2006.

BRILHA, J. Concept of geoconservation. In: TIESS, G.; MAJUMDER, T.; CAMERON, P. (Eds.), **Encyclopedia of Mineral and Energy Policy**. Berlin: Springer-Verlag, 2015.

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. 4, n. 4, p.375-386, 2019.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologias da Investigação: guia para auto-aprendizagem**. Lisboa: Universidade Aberta, 2. Ed., 2008.

CARNEIRO, C. D. R.; LIMA, A. T. F.; BARBOSA, R. Projeto geo-escola em Cajamar (SP): geoconhecimento e educação com foco no lugar. In: CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; IMBERNON, R. A. L.; MACHADO, F. B.; CERRI, C. A. D. (Eds.). **Ensino e História de Ciências da Terra**. Campinas: Soc. Bras. Geol. 2018.

CARNEIRO, C.D.C; 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.

CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTA. **Portal do Consorcio Intermunicipal Circuito das Águas Paulista**. Disponível em: <<https://www.circuitodasaguaspaulista.sp.gov.br/>>. Acesso em 26.12.2024

COMPIANI, M. Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 13-30, 2005.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações no ensino de ciências e na educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 29-45, 2007.

CROFTS, R.; GORDON, J. E.; BRILHA, J.; GRAY, M.; GRUNN, J.; LARWOOD, J.; SANTUCCI, V. L.; TORMEY, D.; WORBOYS, G. L. **Guidelines for geoconservation in protected and conserved areas**. Best Practice Protect Area Guidelines Series No. 31. Gland, Suíça: IUCN, 2020.

DEL LAMA, E. A.; BACCI, D. L. C.; MARTINS, L.; GARCIA, M. G. M.; DEHIRA, L. K. Urban Geotourism and the Old Centre of São Paulo City, Brazil. **Geoheritage**, v. 7, n. 2, p. 147-164, 2015.

DEL LAMA, E.A. Educação patrimonial e Geoconservação. In: BACCI, D. L. C. (org.) **Geociências e educação ambiental**. Curitiba: Ponto Vital, 2015, n.p.

DUARTE, S. G.; SANTOS, N. M.; BANDEIRA, L. G.; MARTINS, C. M. M. R.; PEREIRA, M. G. M.; CAETANO, L. C. Conhecimento prévios de Paleontologia e Geologia de ingressantes em cursos de Ciências Biológicas e Geologia de universidades do Rio de Janeiro. **Terrae Didática**, v. 15, e19032, p. 1-12, 2019.

ERNESTO, M.; CORDANI, U. G.; CARNEIRO, C.D.R.; DIAS, M. A. F. S.; MENDONÇA, C. A.; BRAGA, E. S. Perspectivas no Ensino de Geociências. **Estudos Avançados**, v. 39, n. 94, p. 331-344, 2018.

FONTANA, R. C.; MENEGAT, R.; MIZUSAKI, A. M. P. Geoconservação em grandes cidades e proposição dos itinerários geológicos de Porto Alegre: contribuições metodológicas para valoração integrada de unidades geológicas. **Geociências**, v. 34, n. 4, p. 897-918, 2015.

FUINI, L. L. **Manifestações da governança territorial no Brasil: uma análise do 'Circuito das Águas Paulista' e do 'Circuito das Malhas do Sul de Minas Gerais'**, 2010. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo, 2010.

GARCIA, M. G. M.; RIBEIRO, L. M. A.; BOUROTTE, C. L. M. Conservação da Geodiversidade e do patrimônio geológico – exemplo da Região Metropolitana de São Paulo. In: FERREIRA, M. L. (Org.) **Ferramentas ambientais aplicadas ao planejamento de cidades sustentáveis: da Geoconservação às adaptações às mudanças climáticas**. Tupã, SP: ANAP, 2020. P.193-2020.

GARCIA, M. G. M.; DEL LAMA, E. A.; MARTINS, L.; MAZOCA, C. E. M.; BOUROTTE, C. L. M. 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**, v. 91, n. 2, e20180514, 2019.

GOMES, C. H. G.; SPERANDIO, D. G.; BORGES, N. P.; SOARES, D. T.; SILVA, G. S. M.; DIAS, G. P. Lugares geoeducativos da cidade de Caçapava do Sul (RS) para estudo de Geologia no ensino médio. **Terrae Didática**, v. 16, p. 1-8, e020032, 2020.

GOMES, J. A. T.; SANCHEZ, E. A. M. Geogame: uma alternativa lúdica para o ensino de geociências. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 46-52, 2018.

GONÇALVES, P. W.; SICCA, N. A. L. Integração curricular baseada no lugar e na cidade para contextualizar conceitos científicos universais. **Plures Humanidades**, v. 19, n. 2, p. 449 – 462, 2018.

GONÇALVES, P. W.; SICCA, N. A. L. O que os professores pensam sobre Geociências e Educação Ambiental? (Levantamento Exploratório de Concepções de Professores de Ribeirão Preto, SP). **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 97-106, 2005.

GORDON, J.; CROFTS, R.; GRAY, M.; TORMEY, D. Including geoconservation in the management of protected and conserved areas matters for all of nature and people. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 9, p. 323–334, 2021.

GRAY, M. Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. **Geoheritage: Assessment, Protection, and Management**. Elsevier, 2018.p. 13-25.

GRAY, M.; CROFTS, R. The potential role of the geosciences in contributing to the UN's Sustainable Development Goals. **Parks Stewardship Forum**, v. 38, n. 1, p. 64-74, 2022.

GUIMARÃES, T. O.; LACERDA, L. S. Turismo e geodiversidade: bases para educação e valorização do patrimônio natural. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra – Políticas Públicas e Cidadania**. Ituiutaba: Barlavento, 2019. p. 709-721.

HENRIQUES, M. H.; REIS, R. P.; BRILHA, J.; MOTA, T. Geoconservation as an emerging Geoscience. **Geoheritage**, v. 3, p. 117-128, 2011.

JESUZ, C. R.; SANTOS, I. R. S. Geodiversidade na Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral – MT. **Revista Geonorte**, v. 11, n. 37, p. 115-131, 2020.

KING, Chris. The international geoscience school syllabus and its development. **Episodes**, v. 38, n. 1, p. 57-74, 2015.

KIRKBY, K. C. Place in the City: Place-Based Learning in a Large Urban Undergraduate Geoscience Program, **Journal of Geoscience Education**, v. 62, n. 2, p. 177-186, 2014.

KUBALÍKOVÁ, L.; KIRCHNER, K.; BAJER, A. Geomorphological Resources for Geoeducation and Geotourism. In: SINGH, R. B.; WEI, D.; ANAND, S. (Eds.). **Global Geographical Heritage, Geoparks and Geotourism**. Singapura: Springer Nature Singapore, 2021. p. 344-358 (eBook).
LA DUE, N.D.; CLARK, S.K. Educator perspectives on Earth System Science Literacy: challenges and priorities. **J. Geosc. Ed.**, v. 60, n. 4, p. 372-383, 2012. DOI: 10.5408/11-253.1.

LICCARDO, A.; ALESSI, S. M.; PIMENTEL, C. S. Patrimônio geológico, divulgação e educação geocientífica no estado do Paraná – Brasil. **Terr@ Plural**, v.12, n.3, p. 404-417, 2018.

MAYER, V. J. Using the Earth System for Integrating the Science Curriculum. **Science Education**, v. 79, n. 4, p. 375-391, 1995.

MENEGAT, R. Geoparques como Laboratórios de Inteligência da Terra. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 5, p. 91-103, 2009.

MIGON, P.; PIJET-MIGON, E. Exploring Causal Relationships for Geoheritage Interpretation — Variable Effects of Cenozoic Volcanism in Central European Sedimentary Tablelands. **Geoheritage**, v. 14, n. 9, 2022.

ORR, D. W. Lugar e Pedagogia. In: STONE, M. K.; BARLOW, Z. (Orgs). Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2013 p. 114-124.

PÀSKOVA, M.; ZELENKA, J.; OGASAWARA, T.; ZAVALA, B.; ASTETE, L. The ABC Concept—Value Added to the Earth Heritage Interpretation? **Geoheritage**, v. 13, n. 38, p. 1-25, 2021.

PEDRINACI, E. *et al.* Tema del día: Alfabetización en ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 21, n. 2, p. 117-129, 2013.

PEIXOTO, C.A.B. (org). **Geodiversidade do estado de São Paulo**. São Paulo: CPRM, 2010. 176p.

PIRANHA, J. M. **O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade**: o projeto geo-escola em São José do Rio Preto, SP. 2006. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Educação Aplicada às Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, São Paulo, 2006.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Places for geoeeducation and geocommunication in a touristic cluster and their contributions to geoconservation in the state of São Paulo, Brazil: preliminary assessment. In: INTERNATIONAL PROGEO SYMPOSIUM, 10, Madrid, Spain. **Abstracts Book...** Madrid, Spain: Instituto Geologico y Minero de España, 2021a. p. 137-138.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Lugares de aprendizagem no Circuito das Águas Paulista. Digital. Multiescalas. 2021b. Disponível em: <https://repositorioonline.wixsite.com/circuitodasaguas/mapa>

QUEIROZ, D. S.; GARCIA, M. G. M.; DEL LAMA, E. A. Desafios para a avaliação de locais de interesse geológico em áreas urbanizadas: Baixada Santista, Litoral do Estado de São Paulo. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 42, n. 3, p. 129-144, 2019.

RIBEIRO, T.; ORION, N. Educating for a Holistic View of the Earth System: A Review. **Geosciences**, v. 11, n. 485, 2021.

ROMÃO, R. M. ; GARCIA, M. G. M. Iniciativas de Inventário e quantificação do patrimônio geológico no Brasil: panorama atual. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 40, n. 2, p. 250-265, 2017.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH/ USP; IPT; FAPESP, 1997 Escala 1:500.000. 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Modelo Digital de Elevação (MDE) do Estado de São Paulo obtido a partir da base do GISAT**. Cartas topográficas na escala 1:50.000. 2013.

SENKEM, S.; WARD, E. G.; MOOSAVI, S.; CHINN, P. W. U. Place-based education in geoscience: theory, research, practice and assessment. **Journal of Geoscience Education**, v. 65, p. 542-562, 2017.

SOUZA, N. R. B. **As políticas públicas no processo de formação e gestão do Circuito das Águas Paulista**. TCC (Turismo) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.

TAL, T.; ALON, N. L.; MORAG, O. Exemplary practices in field trips to natural environments. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 4, p. 430-461, 2014.

TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro – Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005.

TOLEDO, M. C. M.; MACEDO, A. B.; MACHADO, R.; MARTINS, V. T. S.; RICCOMINI, C.; SANTOS, P. R.; SILVA, M. E.; TEIXEIRA, W. Projeto de Criação do Curso de Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental – Instituto de Geociências/USP. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 1-11, 2005.

TUAN, Yi-Fu. **Espaço e lugar**: A perspectiva da experiência. Londrina, PR: EDUEL, 2013.

UNESCO. Institute for Statistics. A place to learn: lessons from research on learning environments. Montreal, Quebec: UNESCO-UIS, 2012.

VASCONCELOS, C. (org.). **Geosciences Education**: indoor e outdoor. Suíça: Springer International Publishing, 2016.

WYSESSION, M. *et al.* (orgs.). **Earth Science Literacy**: The big Ideas and Supporting Concepts of Earth Science. UK: National Science Foundation, 2010.

Recebido em 6 de julho de 2025.

Aceito em 16 de agosto de 2025.