



Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade

Latin American Journal of the Built Environment & Sustainability

Revista Latinoamericana de Ambiente Construido y Sostenibilidad

ISSN 2675-7524 - v. 6, n. 26, 2025

Geoconservação na Agenda Ambiental Brasileira: Políticas Públicas, Legislação e Aplicação na Geodiversidade Urbana de São Carlos

Matilde Eira-Velha Rodrigues

Bacharelado em Gestão e Análise Ambiental, UFSCar, Brasil

matilde.rodrigues@estudante.ufscar.br

0009-0006-5910-6311

Denise Balestrero Menezes

Professora Doutora, UFSCar, Brasil

denisebm@ufscar.br

0000-0003-2962-3028

Maria Vitória Baptista

Mestre em Geociências e Meio Ambiente, UNESP, Brasil

mv.baptista@unesp.br

0000-0001-7819-2223



Geoconservação na Agenda Ambiental Brasileira: Políticas Públicas, Legislação e Aplicação na Geodiversidade Urbana de São Carlos

RESUMO

Objetivo - O estudo tem como objetivo analisar de que forma as políticas públicas ambientais e a legislação federal brasileira incorporam a geoconservação como estratégia de proteção da geodiversidade, com ênfase no estudo de caso dos sítios geológicos urbanos de São Carlos (SP).

Metodologia - A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, baseada em análise documental e normativa, examinando os principais diplomas legais federais que direta ou indiretamente tratam da conservação de elementos abióticos. Essa análise foi complementada pela aplicação dos resultados ao levantamento de sítios geológicos urbanos realizado pelo projeto de extensão *Geodiversamente: Geodiversidade em Espaços Comuns*.

Originalidade/relevância - O trabalho insere-se na lacuna teórica e normativa referente ao tratamento da geodiversidade como bem ambiental autônomo. Apesar dos avanços conceituais internacionais, a geodiversidade ainda é pouco reconhecida nas políticas públicas brasileiras, sendo frequentemente abordada de forma indireta. A análise é relevante ao articular essa discussão ao contexto urbano local, campo ainda incipiente na literatura nacional.

Resultados - Verificou-se que a legislação ambiental brasileira, embora robusta em relação à biodiversidade e recursos naturais, trata a geodiversidade de forma fragmentada e indireta. Instrumentos como o SNUC, a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa oferecem proteção parcial e indireta a elementos geológicos, mas carecem de critérios técnicos e sistematização. No caso de São Carlos, observou-se significativa geodiversidade urbana exposta a pressões ambientais, sem respaldo normativo municipal específico.

Contribuições teóricas/metodológicas - O estudo contribui ao consolidar uma análise comparativa dos instrumentos legais federais aplicáveis à geoconservação, evidenciando lacunas normativas e propondo a necessidade de critérios técnicos uniformes para inventário e manejo de geossítios. Metodologicamente, reforça a pertinência da análise normativa aplicada a estudos de caso locais.

Contribuições sociais e ambientais - A pesquisa destaca a importância da geodiversidade para a sustentabilidade urbana, evidenciando seu papel no planejamento territorial, na educação ambiental e na mitigação de riscos naturais. Ao apontar caminhos para políticas públicas específicas, o trabalho contribui para a construção de cidades mais resilientes e para a valorização do patrimônio geológico como capital natural estratégico.

PALAVRAS-CHAVE: Patrimônio Geológico. Planejamento Urbano. Ordenamento Territorial.

Geoconservation in the Brazilian Environmental Agenda: Public Policies, Legislation, and Application in the Urban Geodiversity of São Carlos

Abstract

Objective – This study aims to analyze how Brazilian federal environmental policies and legislation incorporate geoconservation as a strategy for protecting geodiversity, with emphasis on the case study of urban geological sites in São Carlos (SP).

Methodology – The research adopted a qualitative approach based on documentary and normative analysis, examining the main federal legal instruments that directly or indirectly address the conservation of abiotic elements. This analysis was complemented by applying the results to the survey of urban geological sites conducted by the extension project *Geodiversamente: Geodiversidade em espaços comuns*.

Originality/relevance – The study addresses the theoretical and regulatory gap regarding the treatment of geodiversity as an autonomous environmental asset. Despite international conceptual advances, geodiversity remains underrecognized in Brazilian public policies, often being approached indirectly. The analysis is relevant for linking this discussion to the urban context, a field still incipient in national literature.



Results – Findings reveal that Brazilian environmental legislation, although robust in relation to biodiversity and natural resources, treats geodiversity in a fragmented and indirect manner. Instruments such as the National System of Conservation Units (SNUC), the National Water Resources Policy, and the Native Vegetation Protection Law provide partial and indirect protection to geological elements but lack technical criteria and systematization. In the case of São Carlos, significant urban geodiversity was observed under environmental pressures, without specific municipal regulatory support.

Theoretical/methodological contributions – The study consolidates a comparative analysis of federal legal instruments applicable to geoconservation, highlighting regulatory gaps and proposing the need for standardized technical criteria for geosite inventory and management. Methodologically, it reinforces the relevance of normative analysis applied to local case studies.

Social and environmental contributions – The research underscores the importance of geodiversity for urban sustainability, emphasizing its role in territorial planning, environmental education, and natural hazard mitigation. By pointing out pathways for specific public policies, the study contributes to building more resilient cities and to valuing geological heritage as strategic natural capital.

KEYWORDS: Geological Heritage. Urban Planning. Land Use Planning.

Geoconservación en la Agenda Ambiental Brasileña: Políticas Públicas, Legislación y Aplicación en la Geodiversidad Urbana de São Carlos

RESUMEN

Objetivo – El estudio tiene como objetivo analizar cómo las políticas públicas ambientales y la legislación federal brasileña incorporan la geoconservación como estrategia para la protección de la geodiversidad, con énfasis en el estudio de caso de los sitios geológicos urbanos de São Carlos (SP).

Metodología – La investigación adoptó un enfoque cualitativo, basado en el análisis documental y normativo, examinando los principales instrumentos legales federales que directa o indirectamente abordan la conservación de elementos abióticos. Este análisis fue complementado con la aplicación de los resultados al levantamiento de sitios geológicos urbanos realizado por el proyecto de extensión *Geodiversamente: Geodiversidade em espaços comuns*.

Originalidad/Relevancia – El trabajo se inserta en la brecha teórica y normativa relativa al tratamiento de la geodiversidad como un bien ambiental autónomo. A pesar de los avances conceptuales internacionales, la geodiversidad aún es poco reconocida en las políticas públicas brasileñas, siendo frecuentemente tratada de manera indirecta. El análisis resulta relevante al vincular esta discusión con el contexto urbano local, un campo todavía incipiente en la literatura nacional.

Resultados – Se constató que la legislación ambiental brasileña, aunque robusta en relación con la biodiversidad y los recursos naturales, aborda la geodiversidad de forma fragmentada e indirecta. Instrumentos como el Sistema Nacional de Unidades de Conservación (SNUC), la Política Nacional de Recursos Hídricos y la Ley de Protección de la Vegetación Nativa ofrecen protección parcial e indirecta a los elementos geológicos, pero carecen de criterios técnicos y sistematización. En el caso de São Carlos, se observó una geodiversidad urbana significativa expuesta a presiones ambientales, sin respaldo normativo municipal específico.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – El estudio contribuye al consolidar un análisis comparativo de los instrumentos legales federales aplicables a la geoconservación, evidenciando vacíos normativos y proponiendo la necesidad de criterios técnicos uniformes para el inventario y manejo de geositios. Metodológicamente, refuerza la pertinencia del análisis normativo aplicado a estudios de caso locales.

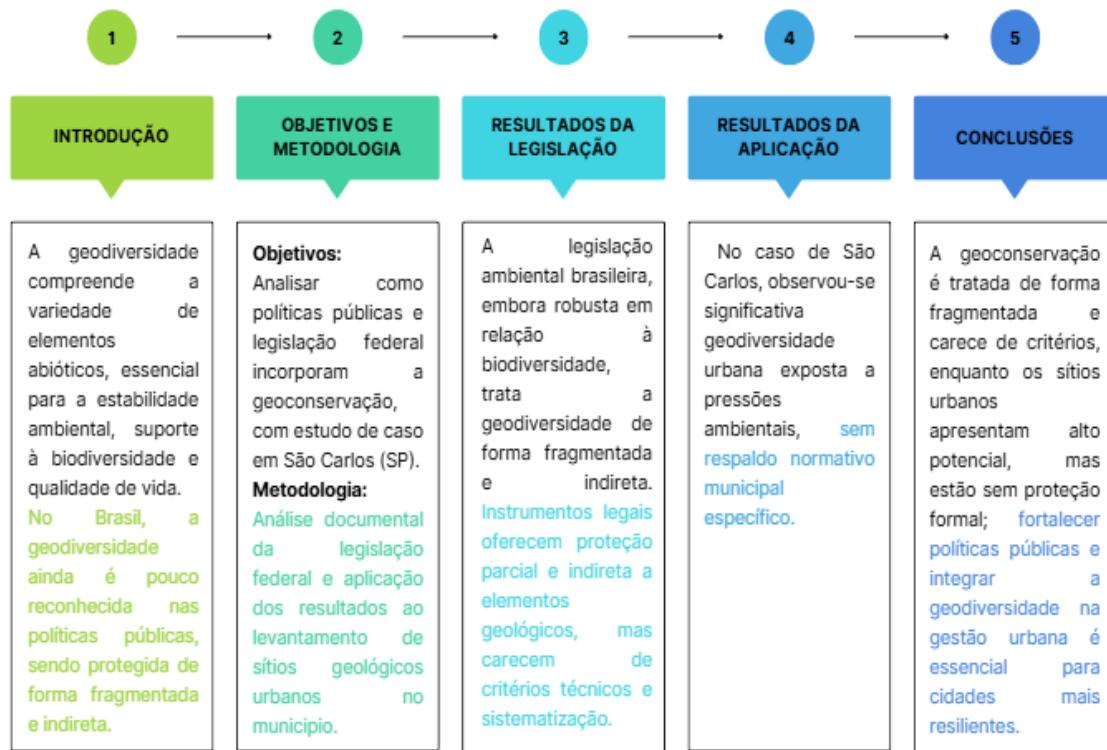
Contribuciones Sociales y Ambientales – La investigación resalta la importancia de la geodiversidad para la sostenibilidad urbana, destacando su papel en la planificación territorial, la educación ambiental y la mitigación de riesgos naturales. Al señalar caminos para políticas públicas específicas, el trabajo contribuye a la construcción de ciudades más resilientes y a la valorización del patrimonio geológico como capital natural estratégico.

PALABRAS CLAVE: Patrimonio Geológico. Planificación Urbana. Ordenamiento Territorial.



RESUMO GRÁFICO

Geoconservação na Agenda Ambiental Brasileira: Políticas Públicas, Legislação e Aplicação na Geodiversidade Urbana de São Carlos





1 INTRODUÇÃO

A geodiversidade, compreendida como a variedade natural de elementos abióticos - incluindo rochas, minerais, fósseis, formas de relevo, solos e recursos hídricos - constitui um pilar fundamental para a manutenção dos sistemas ambientais e a configuração das paisagens (Gray, 2013). Esta diversidade geológica apresenta relevância multifacetada, englobando valores científico-educacionais, funcionais, estéticos, culturais e econômicos (Gray, 2004), configurando-se como um capital natural essencial, ainda que frequentemente subvalorizado em relação aos componentes bióticos (Gray, 2018).

Nesse sentido, Gray (2018) propõe o conceito de serviços geossistêmicos, compreendidos como os benefícios que os materiais geológicos e os processos físicos do meio oferecem à sociedade. Esses serviços atuam na regulação de processos atmosféricos, oceânicos e terrestres, como o ciclo das rochas e os ciclos biogeoquímicos, e contribuem diretamente para a estabilidade ambiental, inclusive mitigando riscos de desastres ambientais.

No contexto atual do século XXI, marcado pela intensa influência antrópica sobre os sistemas naturais modificando solos, rochas e relevo (Zalasiewicz et al., 2011; Różka, Szalbocs, Novák, 2020; McCarthy et al., 2025), a geodiversidade enfrenta crescentes ameaças decorrentes de expansão urbana, atividades agropecuárias, mineração e turismo desordenado (Gray, 2013; Gray, 2018). Estas pressões, que ultrapassam limiares geomorfológicos críticos (Rockström et al., 2009), demandam urgentes estratégias de proteção que integrem a conservação da geodiversidade às políticas de desenvolvimento sustentável.

Nas últimas décadas, o estudo da natureza abiótica tem ganhado destaque, impulsionado pela crescente preocupação com os recursos naturais finitos e pelas demandas de um sistema produtivo que depende diretamente da extração e uso de bens minerais, energéticos e hídricos para garantir qualidade de vida à sociedade (Lima; Pinto Filho, 2018). Nesse contexto, a geodiversidade passou a ser objeto de maior atenção em instituições acadêmicas e científicas, no Brasil e no mundo.

Apesar desse avanço, seu reconhecimento ainda permanece aquém do conferido à biodiversidade, sobretudo no campo das políticas públicas ambientais. Predomina, ainda, uma visão utilitarista que enxerga os elementos abióticos apenas como recursos exploráveis, negligenciando seu papel estratégico como base para o equilíbrio ecológico e para o desenvolvimento sustentável (Lima; Pinto Filho, 2018).

A geodiversidade emerge, portanto, como uma necessidade premente para avançar na proteção dos recursos naturais e na melhoria da qualidade de vida das populações, alinhando-se diretamente às diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Destacam-se, nesse âmbito, o ODS 11, que visa cidades e comunidades sustentáveis, com espaços urbanos inclusivos, seguros e resilientes, e o ODS 15, voltado à proteção, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas terrestres, combatendo a degradação ambiental e promovendo o manejo responsável do solo (IPEA, 2018).

Ainda que a geodiversidade não seja mencionada de forma explícita nos ODS, sua conservação é fundamental para a construção de territórios mais equilibrados e menos vulneráveis. Para isso, torna-se indispensável o fortalecimento de políticas públicas e a



implementação de instrumentos normativos específicos que reconheçam e protejam a geodiversidade, integrando-a às agendas ambientais, urbanas e de ordenamento territorial.

Essa lacuna no reconhecimento e na gestão da geodiversidade tem contribuído para agravar problemas socioambientais contemporâneos, como desastres naturais, enchentes, escorregamentos e a urbanização desordenada, frequentemente relacionados ao manejo inadequado do meio físico (Garcia *et al.*, 2020). Como componente fundamental da diversidade natural, a degradação dos elementos geológicos e geomorfológicos compromete a estabilidade ambiental e a qualidade de vida das populações (Garcia *et al.*, 2020). Ainda que a geodiversidade desempenhe papel essencial no suporte à biodiversidade e na configuração dos territórios, seu valor permanece pouco apropriado pela sociedade e pelos governos.

A carência de políticas públicas efetivas e de um ordenamento territorial que considere as características abióticas dos ambientes reforça a urgência por estratégias de conservação que incorporem a geodiversidade como elemento estruturante das agendas ambientais e urbanas (Garcia *et al.*, 2020).

Neste contexto, o presente estudo parte da premissa de que a proteção efetiva da geodiversidade requer a articulação entre políticas públicas ambientais e a valorização dos serviços geossistêmicos (Gray, 2018), visando contribuir para o desenvolvimento de estratégias que compatibilizem a conservação do patrimônio geológico com o uso sustentável dos recursos naturais.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho objetiva analisar como as políticas públicas ambientais (PPA) e a legislação federal brasileira incorporam a geoconservação como estratégia para a proteção da geodiversidade na agenda ambiental.

2.1 Objetivos Específicos

Identificar e sistematizar as principais leis, decretos e normas federais que abordam direta ou indiretamente a geoconservação e a proteção da geodiversidade.

Avaliar a efetividade das políticas existentes, apontando avanços, desafios e lacunas na implementação.

Verificar, a partir da análise, como os desafios e avanços identificados se aplicam aos sítios geológicos urbanos de São Carlos, levantados pelo projeto de extensão "*Geodiversamente: Geodiversidade em Espaços Comuns*".

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo concentra-se na análise documental normativa do marco legal brasileiro pertinente à geoconservação, adotando uma abordagem sistemática para examinar a proteção jurídica da geodiversidade no país. O método centra-se no exame da legislação ambiental federal, com ênfase nos principais diplomas normativos que estabelecem o arcabouço jurídico para a conservação do patrimônio geológico.

Foram selecionados os principais instrumentos legais federais que direta ou indiretamente abordam a proteção do patrimônio geológico, conforme apresentado na Tabela 1.



A seleção considerou leis estruturantes do sistema ambiental brasileiro e normas específicas relacionadas à conservação de elementos naturais. Além disso, essa análise documental foi aplicada ao levantamento local da geodiversidade urbana, utilizando como estudo de caso os sítios geológicos de São Carlos (Xavier et al., 2025), a fim de avaliar a incorporação e a efetividade das normas federais no âmbito local.

Quadro 1 - Instrumentos Normativos a serem analisados.

Política/Lei	Ano	Fonte
Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – Lei nº 9.985	2000	BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000
Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) – Lei nº 12.651	2012	BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012
Política Nacional de Meio Ambiente – Lei nº 6.938	1981	BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981
Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433	1997	BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997
Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9.795	1999	BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999
Lei da Mata Atlântica – Lei nº 11.428	2006	BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006
Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257	2001	BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001
Patrimônio Espeleológico – Decreto nº 99.556	1990	BRASIL. Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990
Geoparques e Geossítios (Portarias/Decretos específicos)	Diversos	Ex.: BRASIL. Portaria nº 507/2020 do MMA

Fonte: Autoria Própria (2025)..

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, o tratamento jurídico da geodiversidade e das práticas de geoconservação manifesta-se de forma fragmentada e, em grande parte, indireta, distribuída entre diferentes instrumentos normativos ambientais, os quais, embora possuam potencial de incidência sobre o patrimônio geológico, carecem de uma sistematização normativa voltada especificamente a



essa temática (Munhoz; Lobo, 2018). Entre as legislações de maior relevância nesse contexto, destaca-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985/2000 (Brasil, 2000), que define no Art. 2º, inciso I, a natureza como patrimônio nacional a ser protegido, assegurando a manutenção dos ecossistemas naturais, inclusive seus atributos abióticos.

A definição de Unidades de Conservação (UCs) contempla áreas destinadas à proteção de recursos naturais e atributos naturais de relevante valor ecológico e científico (BRASIL, 2000). Embora o SNUC não utilize diretamente o termo geodiversidade, a legislação oferece base jurídica para a proteção de elementos geológicos e geomorfológicos através das categorias de UCs, como Estações Ecológicas, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestre. O Art. 12 permite a criação de Monumentos Naturais para proteger feições geológicas raras, paisagens cênicas e sítios de valor científico, o que representa relevante instrumento de geoconservação. Contudo, o SNUC carece de critérios técnicos e diretrizes específicas para identificação, classificação e inventário de geossítios e patrimônios geológicos de forma sistemática no território nacional, o que limita sua aplicabilidade plena no campo da geodiversidade.

De maneira complementar, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), define no Art. 1º que a água é um recurso natural limitado e essencial à vida, e, no Art. 2º, que sua gestão deve ocorrer de forma integrada, considerando os aspectos físicos e ambientais da bacia hidrográfica (Brasil, 1997). O Art. 9º exige, nos Planos de Recursos Hídricos, diagnóstico da situação ambiental das bacias, abrangendo elementos do meio físico, incluindo geologia, solos e relevo. Esse dispositivo abre espaço técnico para a inclusão da geodiversidade na gestão dos recursos hídricos, especialmente no reconhecimento do papel das feições geológicas na recarga de aquíferos e na dinâmica das bacias.

No entanto, a legislação não prevê instrumentos próprios ou critérios padronizados para a proteção formal de afloramentos, aquíferos ou relevos singulares, evidenciando lacuna normativa relevante.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999 (Brasil, 1999), adota em seu Art. 2º o princípio da abordagem integrada do meio ambiente em suas múltiplas dimensões, incluindo os fatores abióticos (Brasil, 1999), o que juridicamente permite a inclusão da geodiversidade como objeto de processos educativos formais e não formais. O Art. 3º estabelece que a educação ambiental deve promover valores, atitudes e conhecimentos voltados à conservação dos recursos naturais, conceito que, embora abranja a geodiversidade, não a explicita em seus dispositivos e nem estabelece conteúdos mínimos voltados à sensibilização sobre patrimônios geológicos, limitando sua efetividade prática.

A Lei nº 6.938/1981 (Brasil, 1981), que rege a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), institui o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) no Art. 10, o qual deve considerar os aspectos físicos das áreas de influência de empreendimentos potencialmente causadores de significativa degradação ambiental (Brasil, 1981). O conteúdo mínimo dos EIAs, conforme disciplinado pela Resolução CONAMA nº 001/1986, inclui diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico, contemplando relevo, solos e geologia (Brasil, 1981; Brasil, 1986).



Isso permite que a geodiversidade seja abordada nos processos de licenciamento ambiental, especialmente para atividades minerárias, de infraestrutura e hidrelétricas. Entretanto, a legislação não define metodologias ou critérios uniformes para identificação e proteção de sítios de valor geológico, o que pode resultar em abordagens técnicas heterogêneas e, por vezes, insuficientes.

A Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que estabelece a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), define em seu Art. 3º as Áreas de Preservação Permanente (APPs) como aquelas necessárias à preservação de recursos hídricos, estabilidade geológica, biodiversidade e integridade de paisagens. O Art. 4º reforça a proteção de topos de morros, margens de corpos d'água, encostas e áreas com declividade acentuada (Brasil, 2012), possibilitando a proteção indireta de feições geomorfológicas e hidrogeológicas. Embora a LPVN estabeleça parâmetros técnicos claros para proteção da vegetação em ambientes de relevo sensível, ela não reconhece a importância das formações geológicas enquanto bens ambientais autônomos, o que representa significativa limitação normativa.

O Estatuto da Cidade, instituído pela Lei nº 10.257/2001 (Brasil, 2001), regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelece diretrizes para a política urbana. O Art. 4º, inciso III, alínea 'c', determina que o ordenamento territorial urbano deve considerar as condições ambientais e geológicas locais, inclusive restrições à ocupação de áreas com risco geológico (Brasil, 2001). Essa previsão permite aos municípios incorporar a proteção de feições geológicas sensíveis nos Planos Diretores e zoneamentos ambientais. Entretanto, a ausência de padrões técnicos nacionais para a identificação e delimitação de áreas de interesse geológico e geomorfológico urbano compromete a eficácia da norma, deixando sua aplicação dependente da capacidade técnica e iniciativa local.

A Lei nº 11.428/2006 (Brasil, 2006), denominada Lei da Mata Atlântica, disciplina o uso e proteção da vegetação nativa do bioma, estabelecendo no Art. 5º restrições à supressão de vegetação em restingas fixadoras de dunas, topos de morros e encostas íngremes (Brasil, 2006). Ainda que o enfoque legal recaia sobre a cobertura vegetal, a proteção desses ambientes assegura também a integridade de formas de relevo e afloramentos geológicos típicos do bioma, como inselbergs e costões rochosos. Entretanto, a lei não reconhece formalmente as feições de relevância geológica enquanto bens ambientais protegidos, o que limita seu alcance conservacionista sobre a geodiversidade.

O Decreto nº 99.556/1990 (Brasil, 1990) dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas, reconhecendo-as, no Art. 1º, como patrimônio cultural brasileiro. O Art. 3º condiciona a realização de atividades em áreas com cavernas a prévio Estudo de Impacto Ambiental, enquanto o Art. 2º, §1º, estabelece critérios para classificação da relevância das cavidades, baseando-se em atributos geológicos, paleontológicos, hidrológicos e culturais (Brasil, 1990). Este decreto configura-se como um dos poucos instrumentos normativos brasileiros a estabelecer critérios técnicos objetivos para proteção de feições geológicas específicas, ainda que limitado ao ambiente espeleológico.

Por fim, a Portaria MMA nº 507/2021 (Brasil, 2021), regulamenta diretrizes para inventário, classificação e manejo de geossítios, estabelecendo parâmetros técnicos mínimos e métodos de gestão e proteção de áreas com patrimônio geológico de importância científica, didática ou cultural. Essa portaria representa significativo avanço normativo, ao reconhecer



oficialmente a necessidade de proteger e valorizar a geodiversidade nacional. Contudo, sua aplicação permanece restrita a determinados tipos de formações, como sítios paleontológicos e espeleológicos, carecendo de regulamentação mais abrangente para outros elementos da geodiversidade, como sítios de potencial educativo.

4.1 Potencialidades e Desafios para os Sítios Geológicos Urbanos de São Carlos

No escopo do terceiro objetivo específico desta pesquisa, que propôs analisar como os avanços e desafios da legislação ambiental brasileira se manifestam no contexto local, destaca-se a relevância dos resultados obtidos pelo projeto de extensão *Geodiversamente: Geodiversidade em Espaços Comuns*, desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Esse projeto, descrito por Xavier et al. (2025), realizou o levantamento e a caracterização preliminar de sítios geológicos localizados no perímetro urbano de São Carlos, a partir de critérios técnicos de relevância didática, científica, cultural e paisagística. Embora esse levantamento não possua caráter normativo, ele constitui um primeiro esforço sistematizado de reconhecimento e valorização da geodiversidade urbana local, tema ainda incipiente na agenda ambiental brasileira.

O estudo identificou cinco sítios prioritários: a Cachoeira do Monjolinho, o Mirante do Aracy, o Lago do Passeio, o Parque do Bicão e o Parque Salto Monjolinho. Cada um desses locais apresenta características geológicas e socioambientais particulares, além de distintas potencialidades para fins de conservação, educação ambiental, lazer e turismo sustentável. Entretanto, o levantamento também evidenciou fragilidades institucionais e normativas que comprometem a preservação efetiva desses espaços, corroborando a análise normativa realizada nesta pesquisa e reafirmando a carência de mecanismos legais voltados especificamente para a proteção de elementos abióticos em meio urbano.

A Cachoeira do Monjolinho, por exemplo, constitui uma feição geomorfológica relevante, formada por quedas d'água sobre afloramentos de basalto da Formação Serra Geral, associadas à drenagem da bacia do Monjolinho (Xavier et al., 2025). Além de seu valor cênico e turístico, o local possui expressivo potencial didático para atividades de educação ambiental e geoturismo e um potencial histórico relacionado às instalações da antiga usina hidrelétrica.

No entanto, enfrenta pressões relacionadas à expansão urbana, assoreamento e poluição hídrica, sem contar com instrumentos normativos municipais que garantam a proteção da feição geológica em si. Ainda que o local possa se enquadrar como Área de Preservação Permanente (APP) de acordo com a Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2021), a efetiva delimitação e proteção de seu patrimônio geológico permanece indefinida, dada a inexistência de diretrizes locais ou estaduais específicas.

Outro exemplo é o Mirante do Aracy, um ponto elevado de observação panorâmica situado na porção sul da cidade, de onde se pode visualizar as feições de relevo e sua relação com a urbanização de São Carlos (Xavier et al., 2025). Seu valor reside tanto na interpretação ambiental e paisagística quanto na possibilidade de atividades educativas relacionadas à geomorfologia e ao uso do solo. No entanto, o espaço também não é formalmente reconhecido como área de interesse geológico ou ambiental (Xavier et al., 2025). Contudo, segundo os autores, essas feições enfrentam riscos elevados de descaracterização em razão do descarte irregular de resíduos de construção civil e vandalismo.



A legislação urbana vigente não contempla mirantes naturais ou formações de relevo relevantes em seu zoneamento (Brasil, 2001). Embora o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257) (Brasil, 2001) permita a inclusão de áreas especiais de interesse ambiental nos planos diretores municipais, essa possibilidade ainda não foi explorada pela gestão pública local.

O Lago do Passeio, por sua vez, é um reservatório artificial situado em área urbana consolidada, onde afloramentos de basalto se expõem no talude, evidenciando feições de fluxo e fraturamento típicas da Formação Serra Geral (Xavier et al., 2025). Segundo os autores, trata-se de um local com valor didático para o ensino de geologia e potencial para atividades de lazer e educação ambiental integrada. Contudo, o levantamento apontou a ausência de sinalização, manejo ambiental adequado e proteção institucional, sendo o local vulnerável a intervenções urbanas que podem descharacterizar suas feições naturais, como o processo de eutrofização que apresenta (Xavier et al., 2025). Embora a legislação federal assegure a proteção das margens de corpos hídricos, ela não contempla a salvaguarda dos afloramentos rochosos como bens ambientais autônomos, situação que reforça a lacuna normativa para a geodiversidade em espaços urbanos.

O Parque do Bicão constitui outro exemplo relevante. Área pública de uso coletivo e lazer, o parque abriga nascentes e pequenos afloramentos rochosos visíveis em trilhas e margens de córregos, compondo a dinâmica hidrogeológica local (Xavier et al., 2025). Segundo os autores, esses elementos apresentam potencial didático e ambiental, sobretudo para atividades de educação formal e não formal. Entretanto, a proteção legal existente concentra-se na vegetação e nos recursos hídricos, não havendo reconhecimento específico das feições geológicas no plano diretor ou em outros instrumentos de ordenamento territorial. Assim como nos demais casos, a aplicação da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Brasil, 2000) e da Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) garante apenas uma proteção indireta, sem previsão formal para a salvaguarda de elementos abióticos.

Já o Parque Salto do Monjolinho, parque adjacente ao loteamento de mesmo nome, possui registros geológicos significativos para a compreensão da história geomorfológica regional. Além de seu valor didático e paisagístico, esses afloramentos poderiam compor roteiros de geoturismo urbano e ações de educação ambiental descentralizada. Contudo, atualmente, não há regulamentação municipal ou estadual que assegure sua preservação, e a Portaria MMA nº 507/2021 (Brasil, 2021), que estabelece critérios técnicos para inventários geológicos e paleontológicos, possui caráter orientativo e de aplicação restrita, sem força normativa vinculante em nível local.

De forma geral, a experiência de São Carlos evidencia uma situação comum a diversos municípios brasileiros de médio porte: a presença de significativa geodiversidade urbana e periurbana associada à escassez de mecanismos normativos locais e à limitada articulação com as políticas ambientais federais. A ausência de previsão legal para sua proteção específica nos instrumentos de ordenamento territorial compromete a preservação desses espaços, que permanecem expostos à ocupação urbana sem planejamento e à degradação ambiental.

Apesar dessas limitações institucionais, os sítios identificados apresentam forte potencial para integração com políticas de educação ambiental, turismo sustentável e gestão participativa, alinhando-se às diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental na Lei nº 9.795/1999



(Brasil, 1999) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial os ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 15 (Vida Terrestre).

Dessa forma, a análise local reforça os problemas já identificados no exame da legislação ambiental nacional: fragmentação normativa, ausência de sistematização para proteção de elementos abióticos e dificuldade de inserção da geodiversidade nas agendas públicas. Por outro lado, a experiência do projeto mencionado e as propostas de Xavier et al. (2025) demonstram que há um campo promissor para a valorização desses espaços, desde que acompanhada pela construção de políticas públicas locais que reconheçam a geodiversidade como componente essencial para a sustentabilidade urbana e para a qualidade de vida das populações.

5 CONCLUSÕES

A análise realizada demonstra que, embora o Brasil possua um arcabouço legal ambiental robusto, a geoconservação e a proteção da geodiversidade ainda são tratadas de forma fragmentada e indireta nas políticas públicas federais. A legislação vigente apresenta avanços importantes, como o reconhecimento do patrimônio natural nas Unidades de Conservação e a inclusão dos elementos abióticos em instrumentos como a Política Nacional de Recursos Hídricos e a Política Nacional de Educação Ambiental. No entanto, essas normas carecem de diretrizes específicas, critérios técnicos padronizados e mecanismos normativos claros para a identificação, proteção e manejo sistemático da geodiversidade.

No âmbito local, exemplificado pelo estudo dos sítios geológicos urbanos de São Carlos, evidenciam-se lacunas significativas na incorporação da geodiversidade nos planos diretores e no ordenamento territorial, o que compromete a preservação desses espaços frente às pressões urbanas e ambientais. A ausência de reconhecimento formal e a fragilidade das políticas municipais reforçam a necessidade de maior integração entre as esferas governamentais, capacitação técnica e sensibilização social para valorizar os serviços geossistêmicos e o patrimônio geológico como componentes essenciais do meio ambiente.

Portanto, conclui-se que a geoconservação deve ser fortalecida na agenda ambiental brasileira por meio da elaboração de políticas públicas específicas e da atualização da legislação, com a inclusão explícita da geodiversidade como bem ambiental autônomo. Isso contribuirá para a sustentabilidade dos territórios, a prevenção de riscos naturais e o desenvolvimento de práticas educativas e turísticas que promovam a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais abióticos. O reconhecimento da geodiversidade como pilar do desenvolvimento regional é fundamental para a construção de cidades e comunidades mais resilientes, integradas e ambientalmente equilibradas.

6 Referências

BRASIL. **Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990.** Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 out. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990/D99556.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em:



https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e revoga as Leis nº 4.771/1965 e nº 7.754/1989 (Novo Código Florestal). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html. Acesso em: 7 ago. 2025.

BRASIL. **Portaria nº 507, de 11 de dezembro de 2020.** Institui o Programa Geoparques do Brasil e define critérios e procedimentos para o reconhecimento de geoparques nacionais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 dez. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-507-de-11-de-dezembro-de-2020-293569367>. Acesso em: 7 ago. 2025.

GARCIA, M. G. M.; RIBEIRO, L. M. A. L.; BOUROTE, C. L. M. Conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico. In: FERREIRA, M. L. (Org.). **Ferramentas ambientais aplicadas ao planejamento de cidades sustentáveis: da geoconservação às adaptações às mudanças climáticas**. 1. ed. São Paulo: ANAP, 2020. p. 193–215.

GRAY, J. M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2004.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013.

GRAY, M. **Geodiversity: the backbone of geoheritage and geoconservation**. In: REYNARD, E.; BRILHA, J. (Org.). **Geoheritage: assessment, protection, and management**. Amsterdam: Elsevier, 2018. p. 13–25. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809531-7.00001-0> .

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **ODS – Metas nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: proposta de adequação da Agenda 2030 ao contexto brasileiro**. Brasília, DF: IPEA, 2018. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf. Acesso em: 7 ago. 2025.

LIMA, C. V.; PINTO FILHO, R. F. Os temas e os conceitos da geodiversidade. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v. 7, n. 4, p. 223–239, 2018.



MCCARTHY, F. M. G., HEAD, M. J., WATERS, C. N., & ZALASIEWICZ, J. Would adding the Anthropocene to the geologic time scale matter? *AGU Advances*, v.6, e2024AV001430, 2025. <https://doi.org/10.1029/2024AV001430>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 7 ago. 2025.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472–475, 2009. <https://doi.org/10.1038/461472a>.

RÓZKA, P.I.; SZALBOCS, J.B.; NOVÁK, T.J. A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation – the concept of ‘hemeromorphy’. *Erdkunde*, v.74, n. 1, p. 45-57, 2020. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>

XAVIER, R. L. *et al.* Identificação e valorização da geodiversidade em espaços comuns: um estudo no município de São Carlos. In: **Anais do I Simpósio de Ciências Ambientais e VIII Jornada de Gestão e Análise Ambiental: Gestão de desastres e sistemas complexos no contexto de mudanças climáticas**, 2025. 8 p..

ZALASIEWICZ, J. *et al.* The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 369, n. 1938, p. 835–841, 2011. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0339>.

BUSS, P. M.; TEMPORÃO, J. G.; CARVALHEIRO, J. da R. **Vacinas, soros e imunizações no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2005. 420 p. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/wmw76/pdf/buss-9788575416068.pdf> . Acesso em: 12 dez. 2018.

FRANCO, M.. **UPP – A redução da favela a três letras: uma análise da política de segurança pública do Estado do Rio de Janeiro**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Turismo, Niterói, 2014.

FREIRE, Paulo. **Educação Como Prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

IBGE. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 61 p.

JUDD, D. R. El turismo urbano y la geografía de la ciudad. *Revista EURE*, v. 29, n. 87, p. 51-62, Santiago de Chile, set. 2003. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/196/19608704.pdf> . Acesso 1 set. 2024.

LISPECTOR, C. **Água viva**. 11. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1990.
ONDA de frio: reviravolta traz vento e forte chance de neve. **Zero Hora**, Porto Alegre, ano 47, n. 16.414, p. 2, 12 ago. 2010. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jspx?uf=1&action=flip> . Acesso em: 12 ago. 2010.

QUIJANO, A.. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: LANDER, E. (org.). **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais**. Buenos Aires: CLACSO, 2005. p. 117-142. Disponível em: https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/sur-sur/20100624103322/12_Quijano.pdf . Acesso em 25 jan. 2025.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

- **Concepção e Design do Estudo:** Matilde Eira-Velha Rodrigues, Denise Balestrero Menezes
 - **Curadoria de Dados:** Matilde Eira-Velha Rodrigues, Denise Balestrero Menezes
 - **Análise Formal:** Matilde Eira-Velha Rodrigues
 - **Investigação:** Matilde Eira-Velha Rodrigues
 - **Metodologia:** Matilde Eira-Velha Rodrigues, Denise Balestrero Menezes, Maria Vitória Baptista
 - **Redação – Rascunho Inicial:** Matilde Eira-Velha Rodrigues
 - **Redação – Revisão Crítica:** Denise Balestrero Menezes, Maria Vitória Baptista
 - **Revisão e Edição Final:** Matilde Eira-Velha Rodrigues, Denise Balestrero Menezes, Maria Vitória Baptista
 - **Supervisão:** Denise Balestrero Menezes, Maria Vitória Baptista
-

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Matilde Eira-Velha Rodrigues, Denise Balestrero Menezes e Maria Vitória Baptista, declaro(amos) que o manuscrito intitulado Geoconservação na Agenda Ambiental Brasileira: Políticas Públicas, Legislação e Aplicação na Geodiversidade Urbana de São Carlos :

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui/possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. (Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através da bolsa de Iniciação Científica (Edital PIBIC 001/2024 - UFSCar)).
2. **Relações Profissionais:** Não possui/possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. (Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida).
3. **Conflitos Pessoais:** Não possui/possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. (Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado).