Trilhas como áreas potencialmente mitigadoras de fragilidade ambiental em uma microbacia hidrográfica em Saquarema (RJ)

Trails as potential mitigating areas of environmental fragility in a micro-watershed in Saquarema (RJ, Brazil)

RESUMO: Este estudo investiga o potencial das trilhas como áreas mitigadoras da fragilidade ambiental em uma microbacia hidrográfica localizada no município de Saquarema (RJ). A análise centrou-se na Microbacia do Rio Mato Grosso, área suscetível a deslizamentos de encosta e inundações, caracterizada por remanescentes da Mata Atlântica e intensa atividade ecoturística. A metodologia incluiu o mapeamento e análise de trilhas obtidas no portal Wikiloc, a aplicação de buffers de 30m, e a sobreposição com mapas de fragilidade ambiental projetada para 2030 e suscetibilidade a processos gravitacionais e inundações. Os resultados indicaram que 165.756 m² das áreas de trilhas se sobrepõem a áreas de média a muito alta fragilidade ambiental, com 78% dessas áreas também suscetíveis a movimentos de massa, ressaltando a importância de ações mitigadoras. Entre as soluções propostas, destacam-se o manejo adequado das trilhas com recuperação da vegetação nativa, implantação de corredores ecológicos, pontes verdes, estruturas de contenção, sinalização, sistemas de captação e destinação de resíduos, e ações de Educação Ambiental. A integração das trilhas com planos de manejo de unidades de conservação e a participação da comunidade local são apontadas como estratégias-chave para a eficácia das ações. A pesquisa demonstrou que as trilhas, se bem planejadas e manejadas, podem auxiliar na mitigação de impactos ambientais, contribuindo para a conservação da biodiversidade e redução de desastres em áreas frágeis. Assim, o trabalho contribui com subsídios técnicos para o ordenamento do território e políticas públicas voltadas à sustentabilidade ambiental em áreas de elevada pressão antrópica e potencial turístico.

PALAVRAS CHAVE: Percursos naturais, cenário ambiental, riscos ambientais; recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT: This study investigates the potential of trails as mitigating areas of environmental fragility within a micro-watershed located in the municipality of Saquarema (Rio de Janeiro, Brazil). The analysis focused on the Mato Grosso River Microbasin, a susceptible area to landslides and flooding, characterized by remnants of the Atlantic Forest and intense ecotourism activity. The methodology included mapping and analyzing

trails obtained from the Wikiloc platform, applying 30m buffers, and overlaying them with projected environmental fragility maps for 2030 and susceptibility to gravitational mass movements and floods. The results indicated that 165,756 m² of trail areas overlap with areas of medium to very high environmental fragility, with 78% of these areas also susceptible to mass movements, highlighting the importance for mitigation actions. Proposed solutions include proper trail management with native vegetation restoration, the creation of ecological corridors, green bridges, containment structures, signage, waste collection and disposal systems, and environmental education initiatives. Integrating trails with conservation unit management plans and engaging local communities are highlighted as key strategies for the effectiveness of these actions. The study demonstrates that well-designed and managed trails can contribute to mitigating environmental impacts, promoting biodiversity conservation, and reducing disaster risks in fragile areas. Thus, the research offers technical insights to support territorial planning and public policies aimed at environmental sustainability in regions under high anthropic pressure and tourism potential.

KEYWORDS: Natural trails, environmental setting, environmental risks; degraded areas recovery.

Introdução

A importância dos caminhos através de áreas naturais vem de tempos remotos, permitindo a comunicação entre diferentes grupos humanos, o acesso a territórios desconhecidos, água, alimentos e materiais, entre outros (Carvalho e Bóçon, 2004; Maciel, Siles e Bittencourt, 2011). Em períodos seguintes, trilhas foram percorridas com fins de viagens comerciais e peregrinações religiosas (Carvalho e Bóçon, 2004), com objetivos relacionados a atividades de lazer, turismo, esportes e comunicação entre populações de áreas não urbanas na atualidade (Costa, Triane e Costa, 2008; Gualtieri-Pinto et al., 2008; Eisenlohr et al., 2013).

No contexto de impactos ambientais, as trilhas manejadas de forma inadequada podem interferir negativamente no equilíbrio ecológico e na conservação ambiental de áreas naturais remanescentes (Rodrigues, Gama e Chirol, 2016; Soares, Lima e Spinola, 2024), tanto pela erosão e compactação do solo (Guerra et al., 2020), quanto pelo efeito de borda, a fragmentação de remanescentes naturais e outros fatores (Melo et al., 2011; Eisenlohr et al., 2013). Essa preocupação aumenta em relação à Mata Atlântica, pois no Brasil restam apenas 24% da cobertura florestal original desse bioma, que está espalhada em pequenos fragmentos (97% deles com menos de 50 hectares), como indicado pela Fundação SOS Mata Atlântica (2024).

Segundo Maganhotto (2006, p.116), “os impactos inerentes as trilhas em áreas naturais estão intimamente ligados a dinâmica natural e a forma e intensidade de utilização desta área”, ou seja, as trilhas mal manejadas e de alta visitação são fatores da fragilidade emergente (uso e ocupação da terra), que têm maior influência na fragilidade ambiental quando ocorrem em áreas de alta fragilidade potencial, essa definida pelo meio físico local. Cabe ressaltar que a fragilidade ambiental considera características internas do ambiente natural e pressões externas, com destaque para a ação antrópica (Ratcliffe, 1971; 1979), como no caso das trilhas mal manejadas. Esse alerta aumenta com as previsões futuras, como tendo em vista o aumento do desmatamento na Mata Atlântica de 2010 a 2020 (Amaral et al., 2025).

É iminente o planejamento de soluções específicas de redução da fragilidade ambiental em remanescentes de Mata Atlântica, como proposto por Pastore (2023) para as trilhas e outros fatores. Ainda, as soluções têm maior aplicabilidade quando propostas para bacias hidrográficas, que são consideradas como unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, orientando o planejamento ambiental e a gestão sustentável da água em suas áreas de contribuição (Brasil, 1997), que permite integrar componentes do meio físico (Santos, 2004; Cruz e Tavares, 2009).

O desenvolvimento de soluções que reduzam os impactos nocivos ao ambiente é considerado como mitigação (EPA, 2004), de modo que a fragilidade potencial de uma bacia hidrográfica pode ser mitigada com ações que restauram, aprimoram, criam ou substituem ecossistemas danificados, a fim de alcançar uma condição que mantenha e apoie a continuação de funções e/ou valores ambientais relevantes (NRC, 1992). Entre essas

propostas, as soluções baseadas na natureza (SbN) voltadas para áreas suscetíveis a movimentos de massa gravitacionais buscam aumentar a estabilidade de encostas pelo aumento de cobertura vegetal e da proteção ambiental da vegetação remanescente, que devem incluir outros temas para obter resultados positivos na redução de desastres por deslizamentos de encostas (Dewi e Wijayanti, 2023).

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal analisar as trilhas presentes em uma microbacia hidrográfica quanto aos potenciais de mitigação da fragilidade ambiental. Como objetivo específico pretende indicar soluções de mitigação da fragilidade ambiental projetada para o ano de 2030 para as trilhas identificadas.

Metodologia

A escolha da área de estudo se deu pela seleção de uma microbacia hidrográfica indicada como suscetível a deslizamentos de encosta e inundações, além de apresentar feições erosivas (SGB, 2019). Nesse sentido, a Microbacia do Rio Mato Grosso está localizada no extremo Oeste do município de Saquarema no Estado do Rio de Janeiro, por onde passam as principais rodovias de deslocamento entre Saquarema (Distrito de Sampaio Correia), na Mesorregião das Baixadas Litorâneas e o município de Maricá, na Mesorregião Metropolitana do Rio de Janeiro (Figura 1).

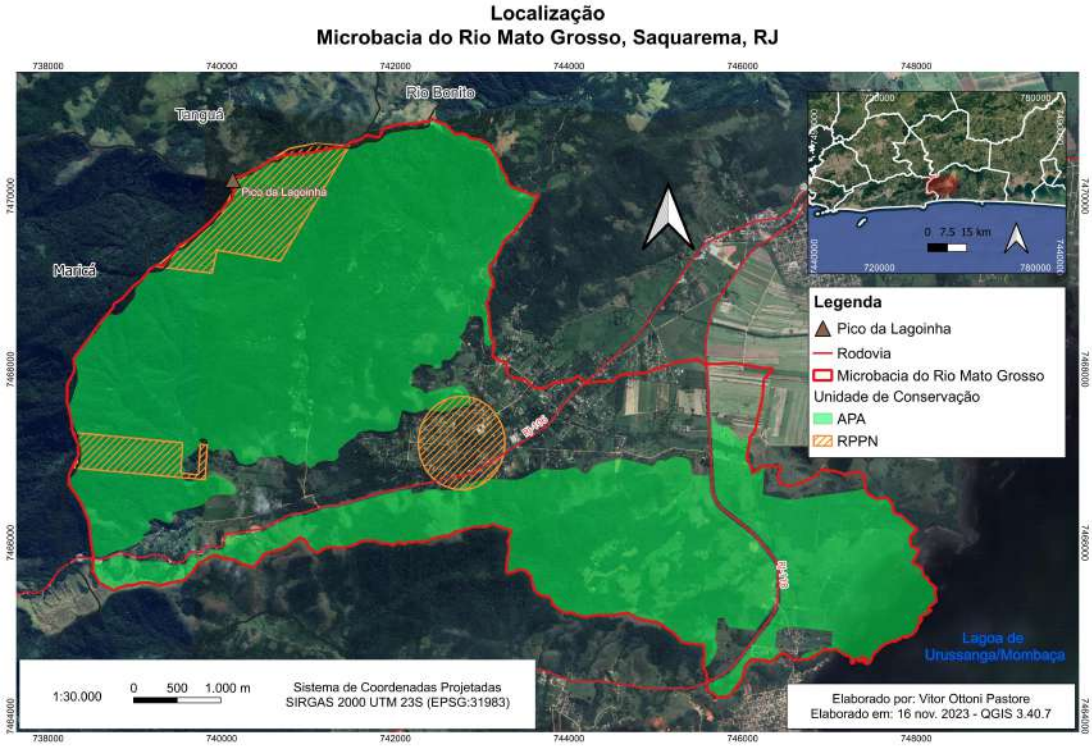


Figura 1: Mapa de localização da Microbacia do Rio Mato Grosso.
Figure 1: Map of location of Mato Grosso River Microbasin.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).
Source: elaborated by the authors (2025).

Na Microbacia do Rio Mato Grosso são encontradas diversas trilhas principalmente nas áreas mais altas, como dois dos oito trechos da TranSaquarema, uma travessia que tem início na Cachoeira do Roncador, no interior da microbacia, e segue para Nordeste da microbacia até a localidade de Tinguí, a mais de 6 km dos limites da microbacia (Pastore, 2023). Em 29 de julho de 2021 foi iniciada a demarcação das trilhas que fazem parte da Rede Brasileira de Trilhas de Longo Curso nessa área (Prefeitura de Saquarema, 2021), sendo os vetores desse trajeto e outras trilhas encontrados no portal Wikiloc (2023) indicados no Quadro 1.

Quadro 1: Trilhas consultadas no Wikiloc.
Frame 1: Tracks consulted on Wikiloc.

Nome da trilha	Autor	Data de envio	Link
Sampaio Correia x Tomascar x Sampaio Correia	WesFer	12/01/2016	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/sampaio-correia-x-tomascar-x-sampaio-correia-11930671
TRAVESSIA MARICÁ / SAQUAREMA / RIO BONITO – RIO DE JANEIRO	Edgar Franco e Márcia Freitas	03/07/2016	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/travessia-marica-saquarema-rio-bonito-rio-de-janeiro-13875675
Cachoeira do boqueirão – saquarema	RUIPQD	20/11/2017	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-do-boqueirao-saquarema-21100055
Cachoeira roncador cobra	leandroas	10/03/2019	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-roncador-cobra-34002159
Exploração Buracão	Cássio Garcez	30/05/2019	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/exploracao-buracao-37026104
Saquarema – Cachoeira do Roncador	ra_mendes	09/07/2019	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/saquarema-cachoeira-do-roncador-38501441
Rampa Voo Livre Parapente Sampaio Correia Trilha Exploratória	Alberto Matrilhas	27/08/2020	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/rampa-voo-livre-parapente-sampaio-correia-trilha-exploratoria-55610666
Sampaio Correia – Rio Seco	Alberto Matrilhas	27/08/2020	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/sampaio-correia-rio-seco-55608333
Jequitibá – Sampaio Correia	Willian Aguiar	28/03/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/jequitiba-sampaio-correia-69011822
TRANSAQUAREMA – 2º TRECHO TINGUÍ RONCADOR	Bruno Seabra Ramos	18/04/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-corrida/transaquarema-2o-trecho-tingui-roncador-70978923
Roncador/Rampa Sul/Rampa Norte/Véu da Noiva	Jr. Mattos	24/04/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/roncador-rampa-sul-rampa-norte-veu-da-noiva-71411781
TRANSAQUAREMA – 1º TRECHO RONCADOR BURACÃO	Bruno Seabra Ramos	08/05/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/transaquarema-1o-trecho-roncador-buracao-72496916
Trilha das rampas	Marlucia Pinto	06/06/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/trilha-das-rampas-75142294
Trilha da Serra	Pedro Lima azeredo	28/06/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/trilha-da-serra-76946084
Roncador x Espraiado	Janderson Muniz 1	24/07/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/roncador-x-espraiado-79042303
Circuito serra do buracao x serra do roncador	Marlucia Pinto	25/07/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/circuito-serra-do-buracao-x-serra-do-roncador-79155231
Cachoeira do Segredo – Sampaio Correa	fabioacs68	30/08/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-do-segredo-sampaio-correa-82533132
Sampaio Correia	Pedro Lima azeredo	26/09/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/sampaio-correia-84830003

Sampaio Correia	Pedro Lima azeredo	07/11/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/sampaio-correia-88375579
Circuito cachoeira véu da noiva e cachoeira do poço Saquarema	marcio trilheiros do bosque	16/11/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/circuito-cachoeira-veu-da-noiva-e-cachoeira-do-poco-saquarema-89024275
Cachoeira do poço saquarema	marcio trilheiros do bosque	21/11/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-do-poco-saquarema-89399371
Cachoeira do Véu – Saquarema	marcio trilheiros do bosque	21/11/2021	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/cachoeira-do-veu-saquarema-89399360
Nova cachu	Guia Jéssica de Freitas	20/11/2022	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/nova-cachu-119640484
Sampaio Correia	leandros125	02/03/2023	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/sampaio-correia-127249454
Serra do Mato Grosso / Rampa de Parapente – Saquarema	marcio trilheiros do bosque	02/03/2023	https://pt.wikiloc.com/trilhas-trekking/serra-do-mato-grosso-rampa-de-parapente-saquarema-127247131

Fonte: Pastore (2023, p.185).
Source: Pastore (2023, p.185).

Quanto as trilhas, a partir das feições de linhas editadas para evitar trechos repetidos, foram gerados *buffers* de 30 m para cada lado, levando como referência a distância indicada para proteção de cursos d'água com até 10 m de largura (Brasil, 2012), dessa maneira foi considerada a área de trânsito nas trilhas e suas margens como áreas mitigadoras potenciais. Os polígonos de *buffers* foram mesclados e a camada resultante foi recortada com limites da microbacia, ambas no sistema de coordenadas projetadas SIRGAS 2000 Projeção UTM zona 23S (Figura 2).

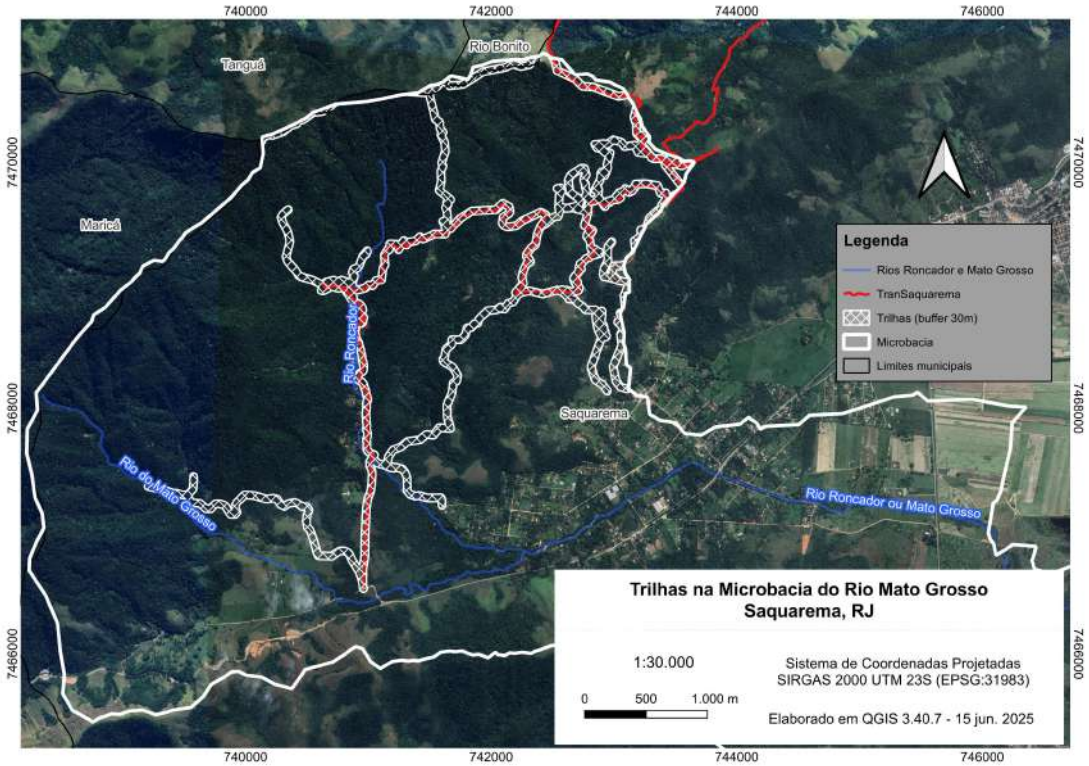


Figura 2: Trilhas com *buffers* e TranSaquarema.
Figure 2: Tracks with buffers and TranSaquarema.
Fonte: Pastore (2023), adaptado pelos autores (2025).
Source: Pastore (2023), adapted by the authors (2025).

Cabe ressaltar que as trilhas consultadas passam por unidades de conservação, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural Mato Grosso, Mato Grosso II e Eldorado, de proteção integral, além da Área de Proteção Ambiental das Serras do Mato Grosso – Tniguí – Castelhanas, de uso sustentável (Pastore, 2023, p.107).

A partir dos polígonos das trilhas foi analisada a fragilidade ambiental estimada para o ano de 2030 (t3) por Pastore (2023), que considerou fatores de declividade, tipos de solo, Geologia e intensidade de pluviosidade (fragilidade potencial) e as classes de uso e cobertura da terra (fragilidade emergente) par estimar a fragilidade ambiental em 2010 (t1) e 2020 (t2), realizando a seguir uma predição para 2030. O autor utilizou os *softwares* QGIS 3.28.9 para o tratamento de dados vetoriais e das imagens Sentinel-2 de 2020, enquanto o pré-processamento de imagens do satélite SPOT-4 de 2010 foi realizado no Sistema de Informação Geográfica comercial ArcGIS Pro. O Google Earth Pro foi o programa que permitiu consultar localidades na microbacia, auxiliar na construção de amostras de treinamento da classificação supervisionada de uso e cobertura da terra e para a interpretação visual de áreas de interesse. Já a predição da fragilidade ambiental foi realizada no *software* comercial IDRISI Selva, sendo que a partir de dezembro de 2024 foi disponibilizada a versão gratuita desse programa chamada TerrSet liberaGIS, com as mesmas funcionalidades utilizadas por Pastore (2023).

Posteriormente, as áreas de média a muito alta fragilidade ambiental estimadas para 2030 nos polígonos de trilhas (*buffers* de 30m sobre o traçado das trilhas) foram sobrepostas às áreas com média e alta suscetibilidade a movimentos de massa gravitacionais e inundação sinalizadas a partir do SGB (2019). Dessa sobreposição foram indicadas áreas prioritárias para mitigação da fragilidade ambiental em trilhas, sendo sugeridas soluções de mitigação.

Resultados e discussões

A área total dos *buffers* de 30 m a partir das trilhas localizadas na Microbacia do Rio Mato Grosso foi de 1.526.071,5 m², sendo 165.756,0 m² em áreas consideradas de média a muito alta fragilidade ambiental projetada para 2030. A distribuição e as porcentagens de cada classe de fragilidade ambiental pelas trilhas estão apresentadas na Figura 3, com destaque para a maior fragilidade ambiental indicada para áreas próximas de ocupações e vias de acesso.

Quanto à suscetibilidade a movimentos de massa gravitacionais nos polígonos de trilhas, 1.194.413,0 m² estão em áreas com média ou alta suscetibilidade a deslizamentos de encosta, que corresponde a 78,3% dos polígonos de trilhas (Figura 4).

Após realizar a sobreposição das áreas frágeis (média a muito alta fragilidade projetada para 2030) e suscetíveis (média ou alta suscetibilidade) foi possível constatar que os polígonos de trilhas frágeis e suscetíveis totalizaram 129.399 m², que corresponde a 78% das áreas com média a muito alta fragilidade (Figura 5), reforçando a importância de sugestões de práticas mitigadoras da fragilidade ambiental nessas áreas.

Cabe ressaltar que essas áreas prioritárias para a mitigação compreendem além dos *buffers* de trilhas, outros temas, como a proximidade de cursos d'água – em especial dos rios Roncador, Mato Grosso e Frio – e de vias de acesso, aumentando as possibilidades de práticas ecológicas e soluções baseadas na natureza aplicáveis a cada uso e ocupação da fragilidade ambiental.

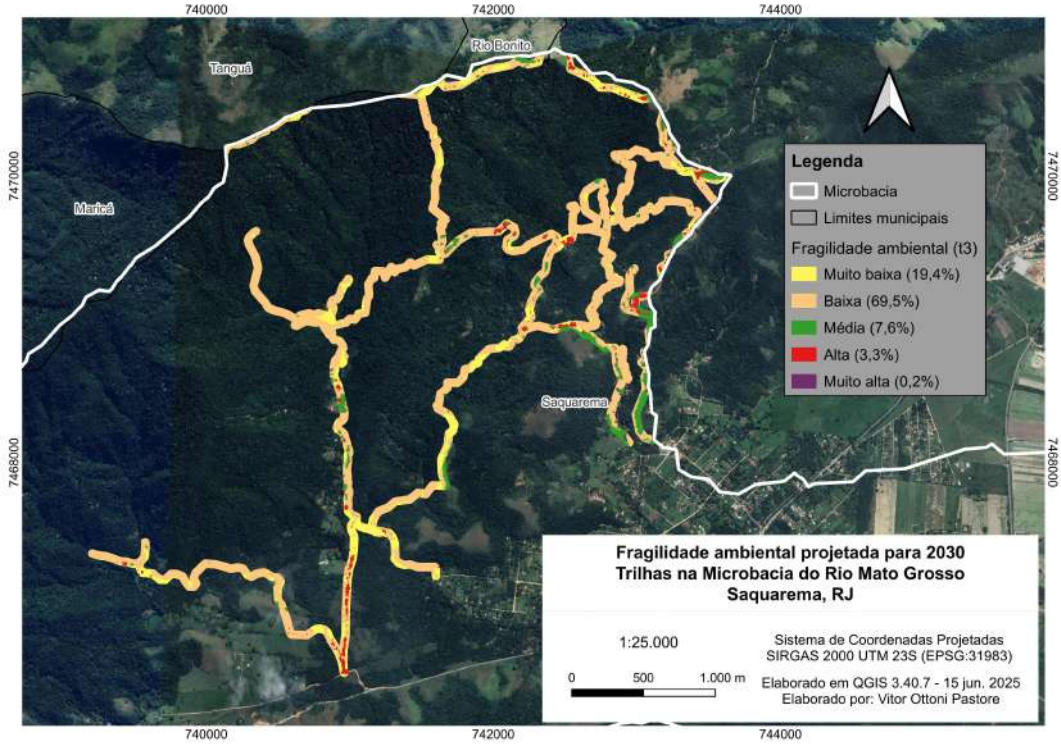


Figura 3: Fragilidade ambiental projetada para 2030 nas trilhas.
Figure 3: Projected environmental fragility for 2030 on tracks.
Fonte: Pastore (2023), adaptado pelos autores (2025).
Source: Pastore (2023), adapted by the authors (2025).

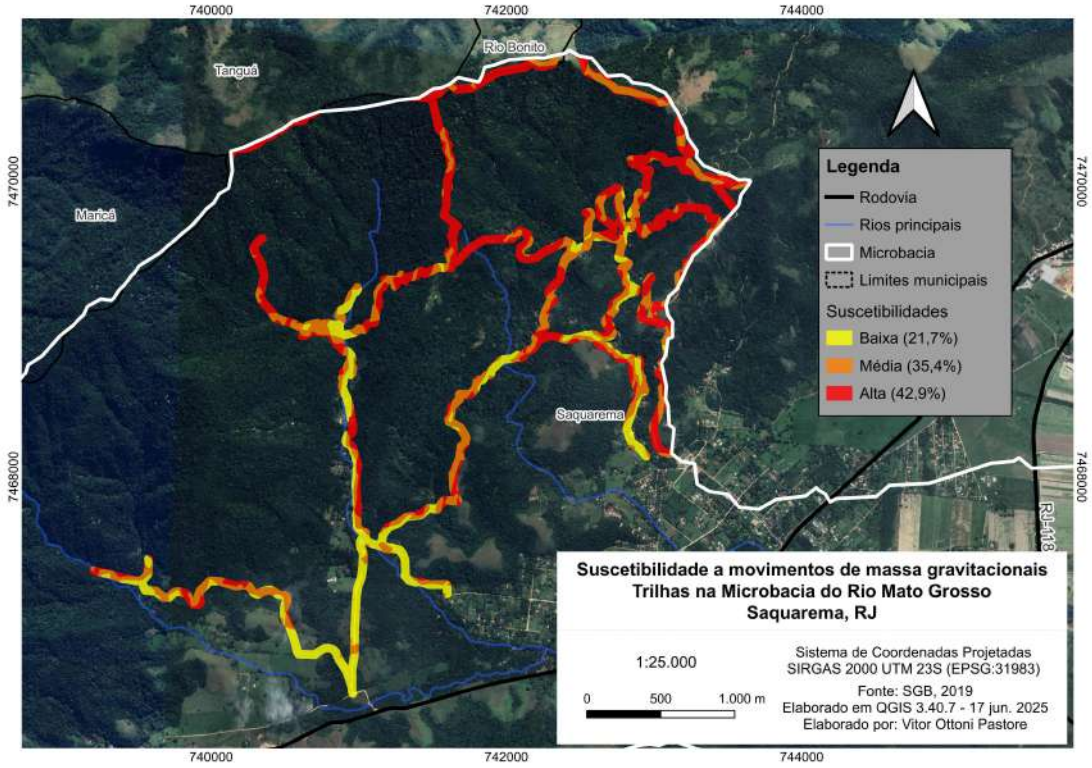


Figura 4: Suscetibilidade a movimentos de massa gravitacionais em trilhas.
Figure 4: Susceptibility to gravitational mass movements on tracks.
Fonte: Pastore (2023), adaptado pelos autores (2025).
Source: Pastore (2023), adapted by the authors (2025).

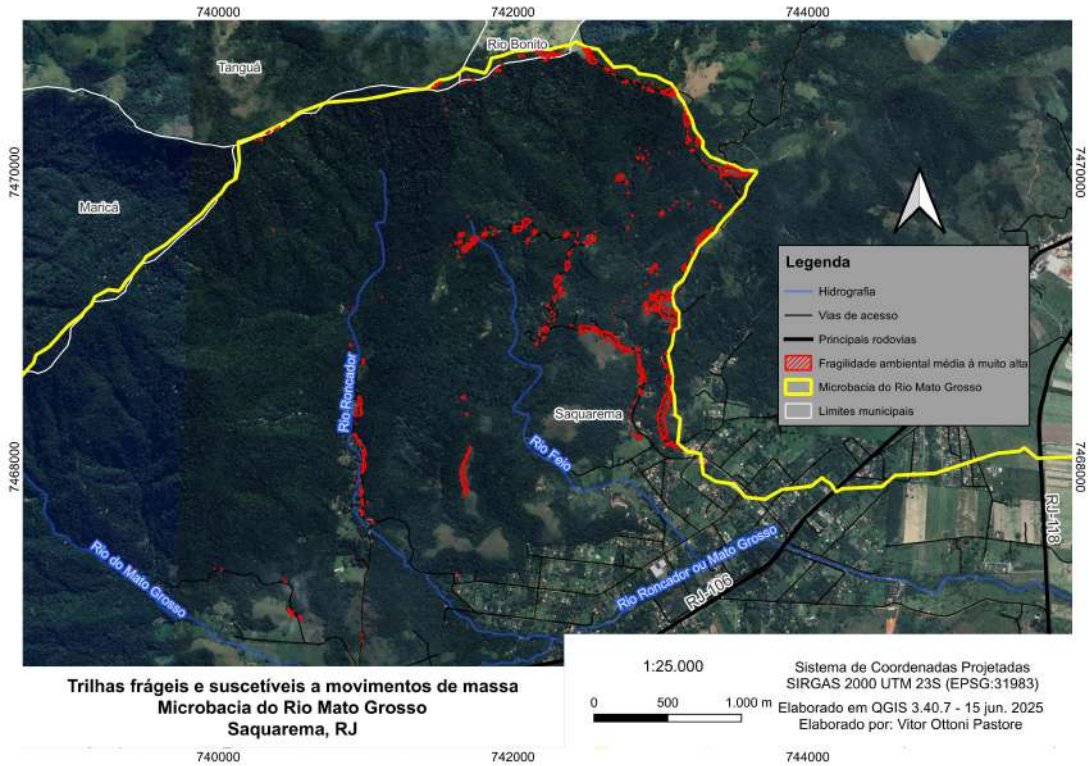


Figura 5: Trilhas frágeis (2030) e suscetíveis (2019).
Figure 5: Fragile (2030) and susceptible (2019) tracks.
Fonte: Pastore (2023), adaptado pelos autores (2025).

Source: Pastore (2023), adapted by the authors (2025).

Quanto à proposição de soluções mitigadoras da fragilidade ambiental para as trilhas da Microbacia do Rio Mato Grosso, destacamos:

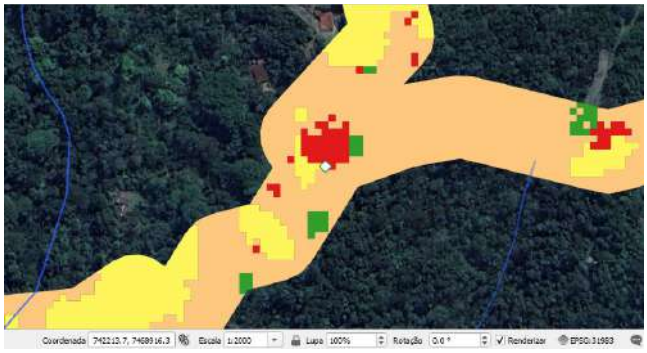
- o manejo de trilhas, visando a conservação ambiental no entorno, como a recuperação da vegetação nas margens com espécies nativas que estimulem a função ecológica de corredores verdes, e o manejo de espécies exóticas invasoras,
- a instalação e manutenção de pontes verdes em trajetos de maior visitação,
- a sinalização e instalação de estruturas para o deslocamento de visitantes,
- a redução da erosão,
- a Educação Ambiental no acesso às trilhas quanto ao destino correto de resíduos e presença de animais silvestres,
- a instalação de estruturas de captação e sistema de destinação permanente dos resíduos coletados,
- a promoção de práticas que estimulem a segurança dos visitantes e turistas,
- o desenvolvimento de projetos integrados entre a proximidade das trilhas e de outros usos e ocupação,
- a consulta aos planos de manejo das unidades de conservação para integração de projetos e ações aplicáveis às trilhas.

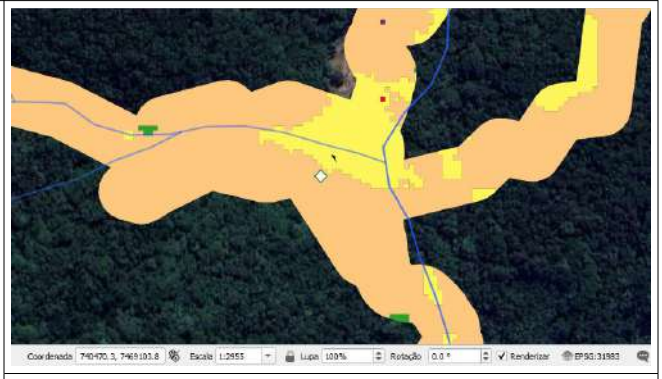
A recuperação da vegetação em áreas próximas de trilhas pode mitigar os efeitos de chuvas em áreas suscetíveis a deslizamentos de encosta. A presença da vegetação aumenta a taxa de infiltração no solo e a recarga do lençol freático, reduzindo o escoamento superficial e consequentemente processos erosivos e danos a pessoas, bens materiais e à biodiversidade.

O Quadro 2 apresenta fotografias de trilhas na Microbacia do Rio Mato Grosso, as respectivas fragilidades ambientais projetadas e soluções propostas para cada situação e as fontes das imagens. Cabe ressaltar que todas os pontos das fotografias estão localizados na APA Mato Grosso - Tinguí - Castelhanas.

Quadro 2: Fotografias de trilhas, fragilidade ambiental e soluções.
Frame 2: Photographs of tracks, environmental fragility and solutions.

<table>
<tr><th>Fotografia</th><th>Fragilidade ambiental e soluções propostas</th></tr>
<tr><td rowspan="2">
Fonte: Nunes, 2025</td><td>
Baixa fragilidade ambiental projetada para 2030.</td></tr>
<tr><td>Este ponto está localizado em Área de Preservação Permanente (APP), a menos de 20 m de curso d'água e 80 m de área de muito alta fragilidade ambiental projetada para 2030. A Educação Ambiental neste trecho permitirá o reconhecimento da vegetação remanescente, assim como a largura da trilha integrada à conservação ambiental e para evitar o uso de acessos alternativos.
Essa ação pode ser realizada em parceria com os guias de turismo, as empresas que desenvolvem atividades turísticas na microbacia e com as instituições educacionais da região.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">
Fonte: Cássio Garcez – trilha “Exploração Buracão” com erosão visível à esquerda (Wikiloc, 2023)</td><td>
Baixa fragilidade ambiental projetada para 2030.</td></tr>
<tr><td>Apesar da fotografia estar em área de baixa fragilidade projetada para 2030, o solo erodido ressalta a importância de manejo adequado, sobretudo por este ponto estar localizado em APP, a 15 m de curso d'água.</td></tr>
</table>

 Fonte: Cris Anderson CS – trilha "Travessia Sampaio Correa x Espraiado, via Serra do Roncador" (Wikiloc, 2025)	 Alta fragilidade ambiental projetada para 2030. Início de trecho da travessia TranSaquarema em APP, a 6 m de curso d'água, com placa indicando necessidade de conservação e vegetação rasteira no entorno onde pode ser realizado reflorestamento com espécies nativas.
 Fonte: Cristina Reimol de Oliveira – trilha "Trilha Casa de Aristeu" (Wikiloc, 2025)	 Alta fragilidade ambiental projetada para 2030. Via de acesso utilizada como trajeto de trilha com solo e margens erodidos, sendo indicado reflorestamento com espécies nativas, recuperação do solo e estruturas para facilitar o deslocamento de animais entre as margens, como pontes verdes e sinalização de área natural com presença de animais.

Fotografia	Fragilidade ambiental e soluções propostas
 Fonte: Ana Paula Revoredo – trilha "X" (Wikiloc, 2025)	 Apesar da fotografia estar em área de baixa fragilidade projetada para 2030, a trilha está coberta por vegetação rasteira, indicando a importância do manejo para o deslocamento pelo trajeto, a fim de reduzir o uso de vias alternativas. A autora da fotografia indicou este ponto como local para seguir à direita, o que indica a necessidade de instalação de uma placa de sinalização. Ainda, este ponto está localizado em APP, a 25 m de curso d'água.

Conclusão

As trilhas na Microbacia do Rio Mato Grosso estão concentradas nas áreas de aumento de altitude, não sendo encontrados trajetos em áreas suscetíveis a inundação.

Este estudo demonstrou a viabilidade de identificar áreas prioritárias para a mitigação da fragilidade ambiental em trilhas localizadas em uma microbacia hidrográfica. A combinação de análises de fragilidade ambiental e suscetibilidade a movimentos de massa e inundações e áreas mitigadoras potenciais (neste estudo, as trilhas), permitiu indicar áreas prioritárias para a mitigação da fragilidade ambiental projetada. Os resultados obtidos para a Microbacia do Rio Mato Grosso ressaltam a necessidade de ações em trilhas e proximidades, especialmente aquelas localizadas em áreas mais frágeis e suscetíveis, que muitas vezes se sobrepõem a áreas protegidas e vias de acesso.

A utilização de dados geográficos com maior escala de detalhes permitirá um refino das análises, assim como a melhor definição de áreas prioritárias para a mitigação da fragilidade ambiental em trilhas, sobretudo localizadas em áreas protegidas.

Por fim, a implementação de soluções baseadas na natureza, como a recuperação de vegetação nativa, corredores verdes e pontes ecológicas, em conjunto com programas de Educação Ambiental e planos de manejo de

unidades de conservação, é fundamental para promover a mitigação da fragilidade ambiental e da suscetibilidade a movimentos de massa gravitacionais na Microbacia do Rio Mato Grosso. Cabe ressaltar que a colaboração com a comunidade local é essencial para o desenvolvimento de estratégias de mitigação eficazes e sustentáveis, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida na região. A continuidade da pesquisa e a aplicação prática dos resultados são cruciais para enfrentar os desafios impostos pelo aumento na demanda do turismo de natureza, além das mudanças climáticas e da crescente pressão antrópica sobre os ecossistemas.

Referências

AMARAL, Silvana; METZGER, Jean Paul; ROSA, Marcos; ADORNO, Bruno Vargas; GONÇALVES, Gabriel Crivellaro; PINTO, Luis Fernando Guedes. Alarming patterns of mature forest loss in the Brazilian Atlantic Forest. **Nature Sustinability**, v. 8, p.256-264, fev. 2025. https://doi.org/10.1038/s41893-025-01508-w.

CARVALHO, Joema; BÓÇON, Roberto. Planejamento do traçado de uma trilha interpretativa através da caracterização florística. **Revista Floresta**, v. 34, n. 1, p.23-32, 2004. https://doi.org/10.5380/rf.v34i1.2372.

BRASIL – Presidência da República do Brasil. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 1. ed., 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

_____. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 09 jun. 2025.

COSTA, Vivian Castilho da; TRIANE, Beatriz Pereira; COSTA, Nadja Maria Castilho da. Impactos ambientais em trilhas: agricultura x Ecoturismo - um estudo de caso na Trilha do Quilombo (PEPB - RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 1, n. 1, p.84-113, set. 2008.

CRUZ, Rafael Cabral; TAVARES, Ildomar Schneider. Bacia hidrográfica: aspectos conceituais e práticos. *In*: RIGHES, Afranio Almir; BURIOL, Galileo Adeli; BOER, Noemi (Orgs.). **Água e educação**: princípios e estratégias de uso e conservação. Santa Maria/RS: Centro Universitário Franciscano, 2009. p.79-110. Disponível em: https://editora.ufn.edu.br/index.php/1/catalog/view/72/76/322. Acesso em: 10 jun. 2025.

DEWI, Rika Kurnia; WIJAYANTI, Pipit. Nature-Based solutions for landslide risk reduction: a critcal review of academic literature. *In*: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1., 2023. **Anais**... IOP Publishing, 2023. p. 1-16. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1180/1/012030.

EISENLOHR, Pedro Vasconcellos. Trilhas e seu papel ecológico: o que temos aprendido e quais as perspectivas para a restauração de ecossistemas? **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p.407-418, set. 2013. https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000300002.

EPA – Western Australian Environmental Protection Authority. **Procedure for environmental mitigation strategy** - Daft. 2004. 28p. Disponível em: https://www.epa.wa.gov.au/sites/default/files/Proponent_response_to_submissions/A1466_R1138_RTS_REP-00-G-0005-B%20%28Mitigation%20Strategy%29.pdf. Acesso em 05 jun. 2025.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Bioma mais devastado do Brasil, Mata Atlântica é central no combate às crises de biodiversidade e clima e demanda esforços globais de conservação e restauração**. 2024. Disponível em: https://sosma.org.br/noticias/bioma-mais-devastado-do-brasil-mata-atlantica-e-central-no-combate-as-crises-de-biodiversidade-e-clima-e-demanda-esforcos-globais-de-conservacao-e-restauracao. Acesso em: 10 jun. 2025.

GUALTIERI-PINTO, Laura; OLIVEIRA, Felipe Fonseca de; ALMEIDA-ANDRADE, Manuela de; PEDROSA, Hilton Ferreira; SANTANA, Wellington Aguilar de; FIGUEIREDO, Múcio do Amaral. Atividade Erosiva em Trilhas de Unidades de Conservação: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. **E-scientia**, v. 1, n. 1, p.1-16, nov. 2008. Disponível em: http://revistas.unibh.br/index.php/dcbas/article/view/119. Acesso em 15 jun. 2025.

GUERRA, Antonio José; JORGE, Maria do Carmo Oliveira; RANGEL, Luana de Almeida; BEZERRA, José Fernando Rodrigues; LOUREIRO, Hugo Alves Soares; GARRITANO, Fabrízio do Nascimento. Soil erosion, different approaches and techniques applied to gullies and trail erosion. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p.75-117, jul. 2020. Disponível em: https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/16. Acesso em: 14 jun. 2025.

LOLLO, José Augusto de; NEVES, Monique de Paula; ARANTES, Letícia Tondato; LIMA, César Gustavo da Rocha; LORANDI, Reinaldo. Mudanças de uso e cobertura da terra e degradação ambiental em bacias hidrográficas. *In*: AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina. (Orgs.). **Bacias hidrográficas**: fundamentos e aplicações. Tupã: ANAP, 1. ed., 2018. p.15-40. Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/bacias_hidrograficas_fundamentos_e_aplicacoes___juliana_heloisa_pine_americo_pinheiro_sandra_medina_benini_orgs.pdf. Acesso em 12 jun. 2025.

MACIEL, Luísa Almeida; SILES, Maria Francisca Roncero; BITENCOURT, Marisa Dantas. Alterações na vegetação herbácea de floresta ombrófila densa decorrentes do uso em uma trilha turística na Serra do Mar em São Paulo, Brasil. **Acta Botanica** Brasilica, v. 25, n. 3, p.628-632, set. 2011. https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300016.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira. **Fragilidade, impactos e prevenções das trilhas em áreas naturais protegidas**: estudo de caso Reserva Ecológica Itaytyba – RPPN. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MELO, Augusto Gabriel Claro de; CARVALHO, Douglas Antonio de; CASTRO, Gislene Carvalho de; MACHADO, Evandro Luiz. Fragmentos florestais urbanos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 17, n. 1, p.58-79, fev. 2011. Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Ozb1mN5plNQ3cZw_2013-4-29-11-34-29.pdf. Acesso em: 09 jun. 2025.

NRC – National Research Council. Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos da América. **Restoration of Aquatic Ecosystems**: Science, Techonology and Public Policy. Washington, DC: The National Academies Press, 1992. https://doi.org/10.17226/1807.

NUNES, Márcio Alex dos Reis. **Relatos de campo na Microbacia do Rio Mato Grosso, Saquarema, RJ**. 2025.

PASTORE, Vitor Ottoni. **Análise de cenário de fragilidade ambiental e indicação de áreas mitigadoras na Microbacia Hidrográfica do Rio Mato Grosso, município de Saquarema, RJ**. 2023. 333 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

PREFEITURA DE SAQUAREMA. **Município dá pontapé na implementação da "TranSaquarema"**. 2021. Disponível em: https://www.saquarema.rj.gov.br/municipio-da-pontape-na-implementacao-da-transaquarema. Acesso em: 12 jun. 2025.

RATCLIFFE, Derek Almey. Criteria for the selection of nature reserves. **Advancement of Sciences**, v. 27, p.294-296, 1971.

RATCLIFFE, Derek Almey. (Ed.). **A Nature Conservation Review**. Cambridge University Press, Cambridge, v. 1, 1977. 452p.

RODRIGUES, Luana de Oliveira; GAMA, Sonia Vidal Gomes; CHIROL, Achilles D'Ávila. Diagnóstico das trilhas "Abraão – Pouso", "Pouso – Lopes Mendes" e APA dos Tamoios em Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 16, n. 3, p.123-140, dez. 2016. https://doi.org/10.18472/cvt.16n3.2016.1075.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 150p.

SGB – Serviço Geológico do Brasil. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**: município de Saquarema, RJ. 2019. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/21438. Acesso em: 09 jun. 2025.

SOARES, Antonio Gabriel Lessa; LIMA, Brenda Laudano; SPINOLA, Carolina de Andrade. Avaliação dos impactos ambientais do turismo na trilha

da Cachoeira do Buracão, Chapada Diamantina - Bahia/Brasil. **Tur., Visão e Ação**, v. 26, jan.-dez. 2024. https://doi.org/10.14210/tva.v26.18616.

WIKILOC. **Trilhas do mundo**. Disponível em: https://pt.wikiloc.com. Acesso em: 14 set. 2023.

_____. **Trilhas do mundo**. Disponível em: https://pt.wikiloc.com. Acesso em: 23 jun. 2025.