

# GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE UMA TRILHA ECOLÓGICA, EM DELFIM MOREIRA (MG)

*GEOPROCESSING APPLIED IN THE ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF AN ECOLOGICAL TRAIL, IN DELFIM*

*MOREIRA (MG)*

*GEOPROCESAMIENTO APLICADO EN LA CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE UN SENDERO ECOLÓGICO, EN DELFIM*

*MOREIRA (MG)*

## RESUMO

As trilhas ecológicas são locais que promovem o ecoturismo, objetivando a valorização e sensibilização quanto à preservação e conservação dos recursos naturais. No entanto, muitas trilhas não têm recebido valor por parte dos órgãos ambientais ou proprietários, desmerecendo a sua função ambiental. Muito disso se deve à ausência de mapeamento e caracterização ambiental, também de seus recursos naturais importantes como corpos d'água passíveis de potabilidade e/ou balneabilidade. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi aplicar ferramentas de geoprocessamento na caracterização ambiental de uma trilha utilizada por romeiros, em Delfim Moreira, sul de Minas Gerais, e avaliar cinco pontos de água de interesse dos usuários quanto à sua potabilidade (consumo humano) e balneabilidade (recreação), por meio de análise microbiológica de coliformes totais e *Escherichia coli*. Os mapas temáticos gerados foram de localização, vegetação, classificação pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), hipsométrico e declividade com perfil longitudinal, solos, clima, hidrografia e de áreas de preservação permanente (APP). Os resultados de análise microbiológica da água mostraram que as águas das nascentes que cortam a trilha (pontos 3, 4 e 5) estão contaminadas com coliformes fecais (*E. coli*), sendo impróprias para consumo de forma imediata. No entanto, as águas da cachoeira e do rio (pontos 1 e 2) apresentaram-se excelentes para atividades recreativas. O mapeamento e caracterização ambiental evidenciou tratar-se de uma trilha em área protegida, com facilidade de acesso e baixo grau de esforço físico dos usuários, paisagem exuberante de Mata Atlântica, com forte apelo turístico e econômico por gestores ambientais e turísticos da região.

**Palavras-chave:** Qualidade ambiental. Qualidade de água. Ecoturismo. Mapa temático. Mata Atlântica

## ABSTRACT

Ecological trails are places that promote ecotourism, aiming to raise awareness about the preservation and conservation of natural resources. However, many trails have not been valued by environmental agencies or owners, depreciating their environmental function. Much of this is due to the lack of mapping and environmental characterization, also of its important natural resources such as bodies of water that can be used for drinking and/or bathing. In this sense, the aim of this study was to apply geoprocessing tools to the environmental characterization of a trail used by pilgrims in Delfim Moreira, southern Minas Gerais, and to evaluate five water points of interest to users regarding their potability (human consumption) and balneability (recreation), through microbiological analysis of total coliforms and *Escherichia coli*. The thematic maps generated were of location, vegetation, classification by the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), hypsometric and slope with longitudinal profile, soils, climate, hydrography and permanent preservation areas (PPA). The results of microbiological analysis showed that the waters of the springs that intersect the trail (points 3, 4 and 5) are contaminated with fecal coliforms (*E. coli*), being unsuitable for human consumption immediately. However, the water of the waterfall and river (points 1 and 2) showed excellent for recreational activities. The mapping and environmental characterization showed that it is a

 Laila Beatriz Leite Andrade <sup>a</sup>  
 Rogério Melloni <sup>b</sup>  
 Nívea Adriana Dias Pons <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Itajubá  
(UNIFEI), Itajubá, MG, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal de Itajubá  
(UNIFEI), Itajubá, MG, Brasil

<sup>c</sup> Universidade Federal de Itajubá  
(UNIFEI), Itajubá, MG, Brasil

DOI: 10.12957/geouerj.2024.74896

**Correspondência:**  
lailabeatriz@unifei.edu.br

**Recebido em:** 11 abr. 2023

**Revisado em:** 12 dez. 2023

**Aceito em:** 08 mar. 2024



protected area trail, with easy access and low degree of physical effort by users, exuberant Atlantic Forest landscape, with strong tourist and economic appeal by environmental and tourism managers in the region.

**Keywords:** Environmental quality. Water quality. Ecotourism. Thematic map. Atlantic forest.

## RESUMEN

Los senderos ecológicos son lugares promueven el ecoturismo, con el objetivo de valorar y sensibilizar sobre la preservación y conservación de los recursos naturales. Sin embargo, muchos senderos no han recibido valor de las agencias o propietarios ambientales que, lo que socava su función ambiental. Mucho de esto se debe a la ausencia de mapeo y caracterización ambiental, también de sus importantes recursos naturales como cuerpos de agua sujetos a potabilidad y/o baño. En ese sentido, el objetivo del presente estudio fue aplicar herramientas de geoprocésamiento en la caracterización ambiental de un sendero utilizado por peregrinos, en Delfim Moreira, sur de Minas Gerais, y evaluar cinco puntos de agua de interés para los usuarios en cuanto a su potabilidad (consumo humano) y baño (recreación), mediante análisis microbiológicos de coliformes totales y *Escherichia coli*. Los mapas temáticos generados fueron de ubicación, vegetación, clasificación por el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), hipsométrico y pendiente con perfil longitudinal, suelos, clima, hidrografía y áreas de preservación permanente (APP). Los resultados del análisis microbiológico del agua mostraron que el agua de los manantiales que cruzan el sendero (puntos 3, 4 y 5) está contaminada con coliformes fecales (*E. coli*), por lo que no es apta para su consumo inmediato. Sin embargo, las aguas de la cascada y del río (puntos 1 y 2) eran excelentes para actividades recreativas. El mapeo y caracterización ambiental mostró que se trata de un sendero en un área protegida, de fácil acceso y bajo nivel de esfuerzo físico por parte de los usuarios, paisaje frondoso de la Mata Atlántica, con fuerte atractivo turístico y económico por parte de los gestores ambientales y turísticos de la región.

**Palabras Clave:** Calidad ambiental. Calidad del agua. Ecoturismo. Mapa temático. Bosque Atlántico.



## INTRODUÇÃO

As trilhas ecológicas são ambientes propícios para o turismo ecológico, possuindo papel na conservação ambiental, e podem ser classificadas de acordo com sua função (turismo ou recreação, ligação entre comunidades e residências, comércio, trabalho, rota de gado e outros), forma (circular, linear, em oito ou ser um atalho) e grau de dificuldade. Para a última, existe a classificação de acordo com a ABNT NBR 15505-2, sendo esta composta por quatro critérios: severidade do meio, orientação/sinalização durante o percurso, condições do terreno e intensidade de esforço físico (ABNT, 2019; MOURÃO, 2004).

Trilhas ecológicas apresentam papel relevante do ponto de vista científico, possuindo papel pedagógico no ensino de ciências, como biologia e botânica (PIN; ROCHA, 2019; ZENATO LAZZARI et al., 2017; NASCIMENTO; ALMEIDA, 2009). São consideradas locais para estudo dos serviços ecossistêmicos, possibilitando avaliação de impactos de eventos ambientais extremos (TOMCZYK; WHITE; EWERTOWSKI, 2016) e estudos ambientais relacionadas ao solo e água (RANGEL; BOTELHO, 2021; CERDÀ, 2020; RANGEL et al., 2019; SALESA; BARICHELLO; PINHEIRO; RORATO, 2015; RANGEL; GUERRA, 2013).

Assim, o uso de trilhas ecológicas no ecoturismo possui um papel social e econômico importante. Porém, o seu uso por visitantes pode acarretar diversos impactos ambientais, caracterizando a ocorrência de uma relação paradoxal entre turismo ecológico em trilhas e impactos ambientais (WOLF; CROFT; GREEN, 2019).

Neste sentido, verifica-se que as trilhas ecológicas sofrem impactos devido à visitação, principalmente relacionados à erosão e compactação do solo, exposição de raízes, fluxos de água no meio da trilha com ocorrência de áreas escorregadias, descarte irregular de resíduos na trilha, invasão de espécies exóticas e redução da biodiversidade da flora local (RANGEL et al., 2019; BALLANTYNE; PICKERING, 2015; MENDES et al., 2015; MORAES; CANDIOTTO, 2015; RANGEL; GUERRA, 2015; MOURÃO, 2004). Estudos indicam, também, a relação direta entre quantidade de visitantes e impactos ambientais em trilhas (ROWE et al., 2018; D'ANTONIO; MONZ, 2016; MARION, 2016). Para análise e adequação ao uso turístico de uma trilha incipiente em um parque no Rio de Janeiro, Rangel e Botelho (2021) propuseram um protocolo de avaliação rápida, abordando aspectos de leito, vegetação, presença de lixo, degradação e processos erosivos, de forma à proposição de medidas para consolidação e conservação da trilha. Tais aspectos devem ser considerados em estudos que visam e promovam conservação de áreas protegidas.

Além dos aspectos relacionados a solo e vegetação, outra questão ambiental impactada pelo uso das trilhas ecológicas é a qualidade da água, cuja atenção deve ser priorizada aos usuários trilheiros. O uso e ocupação humana próximo aos cursos d'água implicam em degradação da qualidade deste recurso (KUHLMANN et al., 2014). Ainda, a qualidade da água impacta na saúde humana, devido à possibilidade de ocorrência de doenças de veiculação hídrica (BIANCO et al., 2020; FORTES; BARROCAS; KLIGERMAN, 2019).



Deste modo, têm-se estudos relacionados à qualidade de fontes de água para consumo humano, como poços e bebedouros (CORREA et al., 2020; SILVA et al., 2019; ALVES; ATAIDE; SILVA, 2018; MORAES et al., 2018), além da análise de águas utilizadas para recreação, como rios, lagos e praias (COSTA et al., 2021; COSTA; COSTA, 2020; SCHUBERT; MIKALOUSKI, 2019; MOURA; ASSUMPÇÃO; BISCHOFF, 2009; VASCONCELLOS; IGANCI; RIBEIRO, 2006). O padrão de potabilidade brasileiro é estabelecido pela Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021) e é utilizada na avaliação de águas de nascentes e poços para consumo humano (RODRIGUES; ROCHA; ALVES, 2020; BORTOLOTTI et al., 2018; SANTOS; MONTEIRO, 2018; DANELUZ; TESSARO, 2015; RUIVO et al., 2015). Já as águas utilizadas para recreação de contato primário devem atender a critérios de balneabilidade, os quais são definidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Estudos dessa natureza têm sido também largamente aplicados em condições ambientais quando o intuito é promover segurança aos usuários quanto à contaminação microbiológica (BRITO; BALDUINO, 2020; NIYOYITUNGIYE; GIRI; NDAYISENGA, 2020; LUSTOSA et al., 2019; OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2017).

Apesar da ausência de estudos ambientais relacionados à caracterização física e de dados sobre a qualidade dos corpos d'água existentes, a Trilha da Matinha, localizada no município de Delfim Moreira (MG), tem sido, há anos, muito utilizada por romeiros, já que liga este município ao de Aparecida (SP). No entanto, os órgãos ambientais e de turismo das gestões municipais locais têm pouco valorado sua potencialidade de atração turística e econômica. A ausência de mapas e estudos da qualidade de seus recursos até então certamente é resultado deste descrédito.

As ferramentas de geoprocessamento têm sido muito utilizadas em outros estudos de avaliação e caracterização de unidades de conservação (UC), locais usados para ecoturismo e trilhas ecológicas. Estas ferramentas auxiliam a sanar parte da ausência de dados sobre trilhas ecológicas (RIBEIRO; SILVA, 2021; MACEDO; SILVA; LIMA; PANCHAUD, 2016; FERREIRA, 2015; DE OLIVEIRA et al., 2014; DECANINI, 2001).

Informações relacionadas à altitude, declividade, tipo de solo e vegetação, uso e ocupação do solo, clima e hidrografia são facilmente manipuladas dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), podendo ser utilizadas na tomada de decisão e manejo dessas áreas de interesse (BACANI, 2016; LOPES; REUSS-STRENZEL, 2015; BARBOSA et al., 2007; CORVALÁN; GARCIA; CAETANO, 2007).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi aplicar ferramentas de geoprocessamento na caracterização ambiental de uma trilha utilizada por romeiros, em Delfim Moreira, sul de Minas Gerais – Trilha da Matinha - e avaliar a qualidade microbiológica de pontos de água de interesse dos usuários quanto à sua potabilidade e balneabilidade.



## METODOLOGIA

A trilha ecológica de estudo foi denominada Trilha da Matinha e está localizada na zona rural do município de Delfim Moreira – MG, com coordenada inicial 467501,9 E, 7502810,0 N e final 468180,9 E, 7501552,0 N. A trilha se inicia próxima às Cachoeiras da Fazenda Boa Esperança (Bairro Buriqui), passando pelas Ruínas do Sanatório São Francisco, chegando à estrada que leva ao Mirante do Balanço Infinito (Bairro São Francisco dos Campos). O caminho é uma antiga rota dos tropeiros de comércio de produtos agropecuários, que eram carregados nos lombos de burros, entre o município de Delfim Moreira e o Vale do Paraíba. A trilha é, atualmente, rota de peregrinação integrante do Circuito Caminhos de Aparecida e Caminhos de Frei Galvão (TRILHAZ, 2021).

A trilha foi caracterizada do ponto de vista ambiental utilizando o *software* Qgis, versão 3.16.15-Hannover, de novembro a dezembro de 2021, permitindo a geração dos mapas temáticos: a) mapa de localização; b) mapa de vegetação, elaborado com dados disponibilizados pelo SOS Mata Atlântica e Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, c2022; SOSMA, 2012); c) classificação pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (“*Normalized Difference Vegetation Index*” – NDVI), gerado a partir da aplicação da operação aritmética entre as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) do satélite CBERS 4A, de 21 de maio de 2022, obtida no catálogo de imagens do INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE-DIDGI, 2022). Os resultados do NDVI variam entre -1 e 1, representando respectivamente áreas antropizadas e áreas de vegetação saudável (ROUSE *et al.*, 1973); d) mapa hipsométrico, elaborado com Modelo Digital de Elevação (MDE) do banco de dados Topodata (INPE, 2008); e) mapa de declividade, elaborado com MDE da base Topodata, classificado conforme EMBRAPA (2018); f) mapa de classificação de solos com dados de EMBRAPA Solos (2004); g) mapa de classificação do clima, a partir de dados de Alvares *et al.* (2013); h) mapa da hidrografia, elaborado a partir de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) (ANA, *s.d.*), e i) mapa das áreas de preservação permanentes (APP), considerando 30 m ao longo do curso d’água.

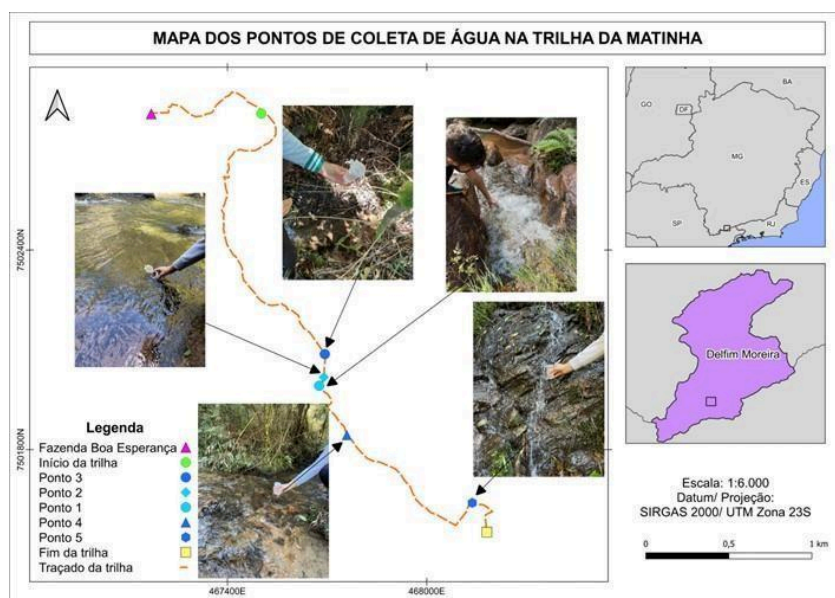
De posse da Norma ABNT NBR 15505-2 e suas recomendações, o grau de dificuldade da trilha foi avaliado, em 2021, por cinco pesquisadores, os quais atribuíram notas de 1 (pior) a 5 (melhor) quanto a quatro aspectos visuais: grau de severidade do meio, grau de orientação no percurso, grau de condições do terreno e grau de esforço físico. Com a média dos valores atribuídos para cada aspecto, a trilha pode ser classificada, cujo resultado é mostrado, de forma simples e direta, por meio de simbologia e cores também definidas na referida Norma.

Ao longo da trilha, em maio de 2022, amostras de água foram coletadas em cinco pontos específicos, sendo um na cachoeira Poção São Francisco (ponto 1), um diretamente no rio São Francisco, nas proximidades da



ruína da ponte de acesso à Fazenda Onça (ponto 2), e outras três nascentes que cruzam a trilha (pontos 3, 4 e 5), selecionados por serem usadas como fonte de água para consumo ou recreação dos usuários, apesar da avaliação microbiológica não ter sido feita até então. As amostras foram coletadas na mesma data e submetidas à análise microbiológica em seguida. As representações dos pontos de coleta e as suas informações georreferenciadas encontram-se, respectivamente, nas Figura 1 e Tabela 1.

Figura 1 – Mapa de representação dos pontos de coleta de água na Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)



Fonte: Autoria Própria.

Tabela 1 – Coordenadas e altitude dos pontos de coleta de amostras de água, na Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)

| Ponto de coleta | Identificação no campo               | Coordenadas UTM |            | Altitude (m) |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------|------------|--------------|
|                 |                                      | E               | N          |              |
| 1               | Cachoeira Poção São Francisco        | 467690,00       | 7502018,00 | 1586,79      |
| 2               | Ruína de ponte no Rio São Francisco  | 467676,00       | 7501992,00 | 1585,59      |
| 3               | Nascente Estreita que cruza a trilha | 467693,00       | 7502087,00 | 1591,19      |
| 4               | Nascente Larga que cruza a trilha    | 467759,31       | 7501843,67 | 1592,55      |
| 5               | Nascente que escorre por pedra       | 468137,00       | 7501640,00 | 1591,63      |

Para coleta foram utilizados frascos de plástico estéreis, sendo as amostras de água acondicionadas em caixa de isopor até o processamento e condução da análise microbiológica de coliformes totais e *Escherichia coli*. Para isto, foi empregado o método Colilert®, utilizando de substratos cromogênico orto-nitrofenil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo (ONPG) e o fluorogênico 4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucoronídeo (MUG), para detectar,





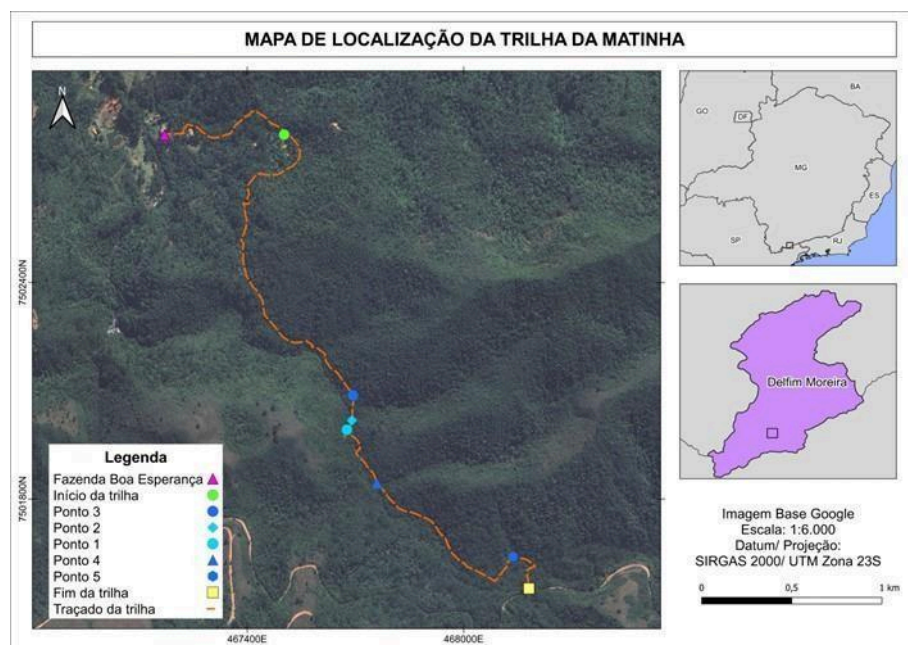
respectivamente, bactérias do grupo coliforme total e *E. coli* após 24 h de incubação a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (MARQUEZI, 2010). Este método tem sua aplicação aprovada na EPA (*Environmental Protection Agency* – Agência de Proteção Ambiental) dos Estados Unidos e incluído no *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater* – Métodos padrão para o exame de água e esgoto. Os resultados foram interpretados considerando as normas de potabilidade (Portaria MS nº 888/2021) e de balneabilidade (Resolução CONAMA nº 274/2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização ambiental da trilha de estudo

A localização da trilha e seu traçado estão ilustrados na Figura. A trilha possui extensão de, aproximadamente, 2,4 km, localizada integralmente no município de Delfim Moreira, sul do estado de Minas Gerais. Verifica-se no mapa o ponto de início e fim da trilha, bem como os pontos de nascentes e cachoeira que foram utilizados para amostragem de água para análise microbiológica.

Figura 2 – Mapa de localização da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)



Fonte: Autoria Própria.



Quanto à classificação desta trilha, esta possui forma linear e considerada de função turística, bem como de ligação entre comunidades e residências da região. A classificação do grau de dificuldade da trilha segundo a ABNT NBR 15505-2 está apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Classificação de grau de dificuldade da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| Grau de Severidade do Meio                                                        | Grau de Orientação no Percurso                                                    | Grau de Condições do Terreno                                                      | Grau de Esforço Físico                                                              |
| 3                                                                                 | 2                                                                                 | 3                                                                                 | 2                                                                                   |
| Severo                                                                            | Caminho ou Sinalização que indica continuidade                                    | Trilhas escalonadas ou terrenos irregulares                                       | Esforço Moderado                                                                    |

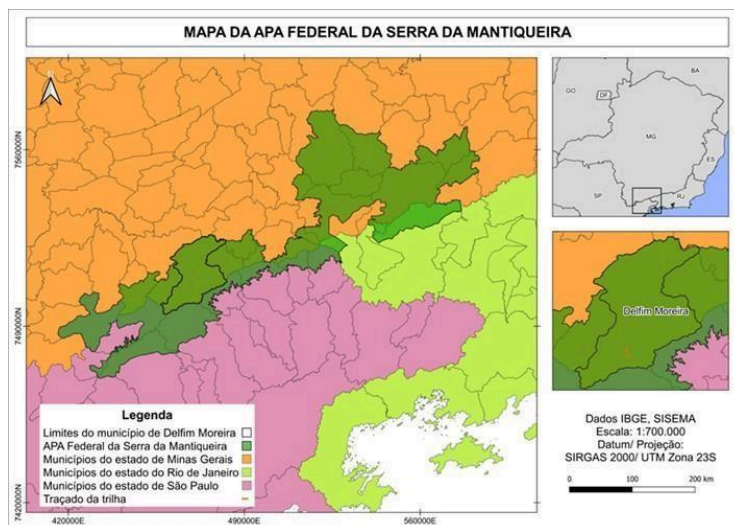
Fonte: TrilhaZ (2021).

Além de sua localização na Mata Atlântica, o traçado da trilha se encontra em uma Unidade de Conservação (UC), a Área de Proteção Ambiental (APA) Federal da Serra da Mantiqueira, conforme evidenciado na Figura 4. A APA da Serra da Mantiqueira foi implantada pelo Decreto nº 91.304, de 03 de junho de 1985, tendo seus limites alterados pela Lei nº 9.097, de 19 de setembro de 1995 (BRASIL, 1985; 1995). A APA possui 437.524,57 hectares de área, abrangendo municípios de três estados – Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo.

A criação da APA teve como objetivo garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional, proteger e preservar: a) parte de uma das maiores cadeias montanhosas do sudeste brasileiro; b) a flora endêmica e andina; c) os remanescentes dos bosques de araucária; d) a continuidade da cobertura vegetal do espigão central e das manchas de vegetação primitiva; e) a vida selvagem, principalmente as espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 1985).

Figura 4 – Mapa da APA Federal da Serra da Mantiqueira

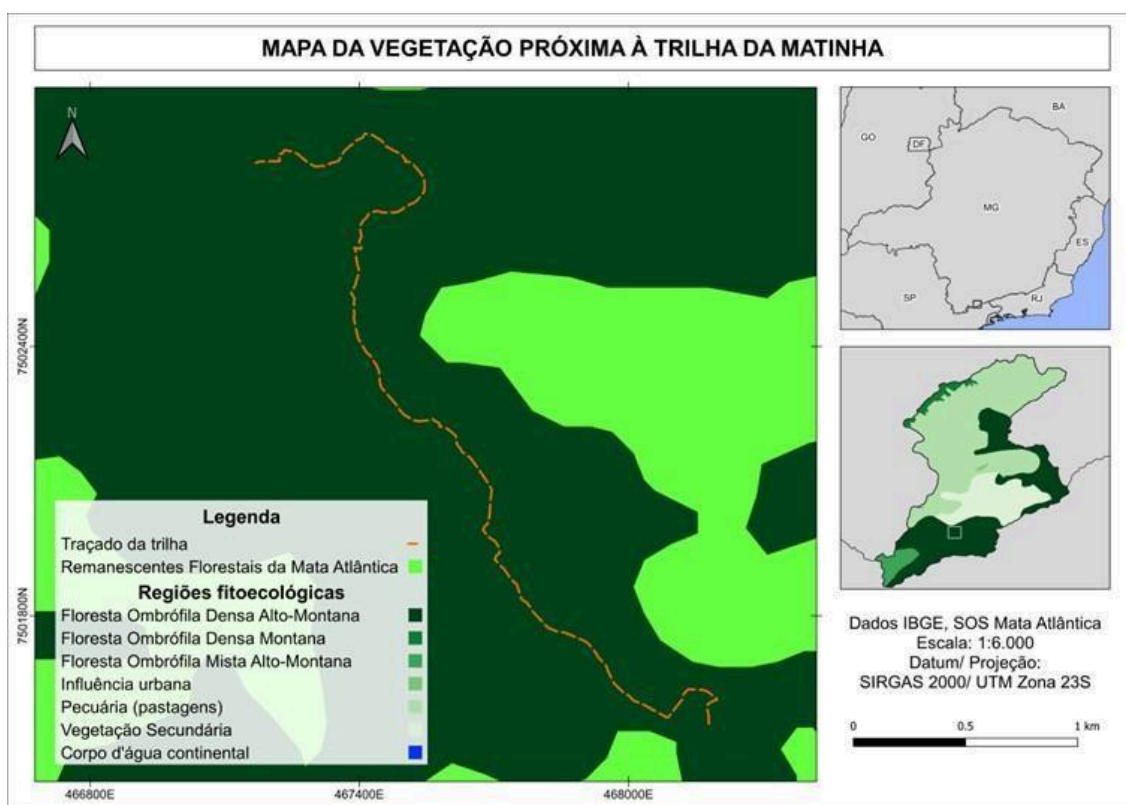




Fonte: Autoria Própria.

A Trilha da Matinha está inserida em uma área privada pertencente ao bioma Mata Atlântica (Figura 5). Este é considerado um dos *hotspots* mundiais para a conservação, com maior diversidade e considerado patrimônio nacional (BRASIL, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2011), apesar das fortes pressões antropogênicas observadas ao longo do tempo (SOSMA, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2009; MORELLATO; HADDAD, 2000). Visto às [Vistas as ] características voltadas à preservação da área, observa-se no entorno a presença de remanescentes de vegetação nativa. Constatase, ainda, a partir da Figura 5, que a trilha se localiza em região de Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana.

Figura 5 – Mapa da vegetação presente na Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)

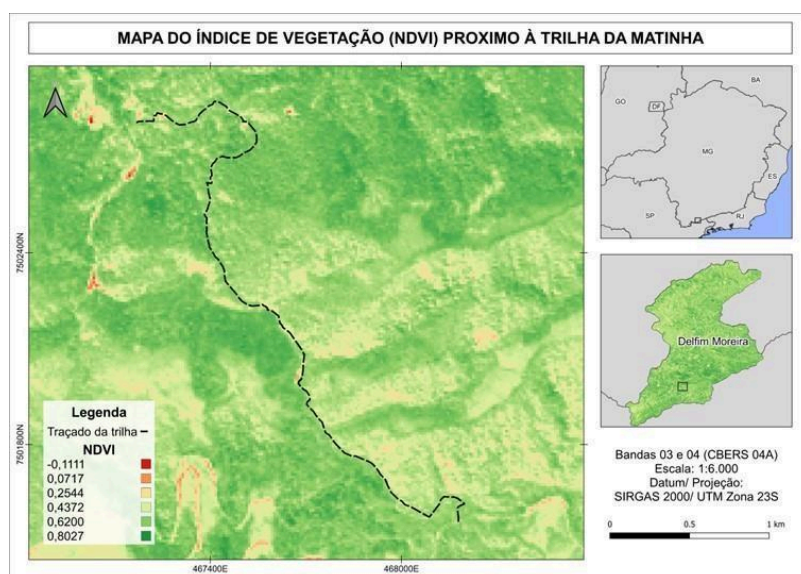




Fonte: Autoria Própria.

A Classificação NDVI da área próxima à trilha pode ser vista na Figura 6. Observa-se que a região possui, em geral, vegetação saudável, com índice próximo a 1. Ainda, as áreas onde o índice se aproxima de 0 indicam a presença de pastagens, ou seja, são locais que se apresentam mais antropizados, sem mata densa.

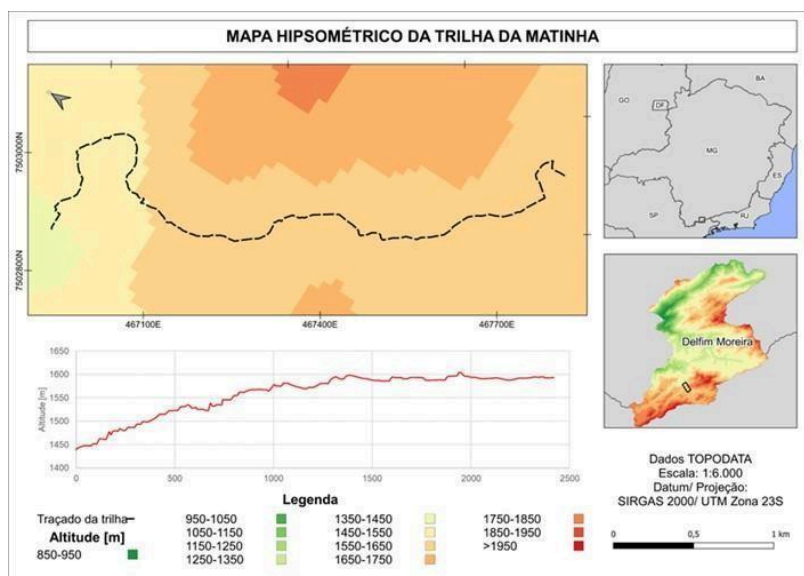
Figura 6 – Mapa de classificação NDVI da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)



Fonte: Autoria Própria.

Quanto à altitude, observa-se, no mapa hipsométrico, apresentado na Figura, que a trilha possui altitudes majoritariamente entre 1.400 e 1.600 m. Como apresentado no perfil de altitude da trilha, o percurso possui aproximadamente 170 m de variação de altitude, com grau de esforço 2, conforme já apresentado na classificação ABNT (Figura 3).

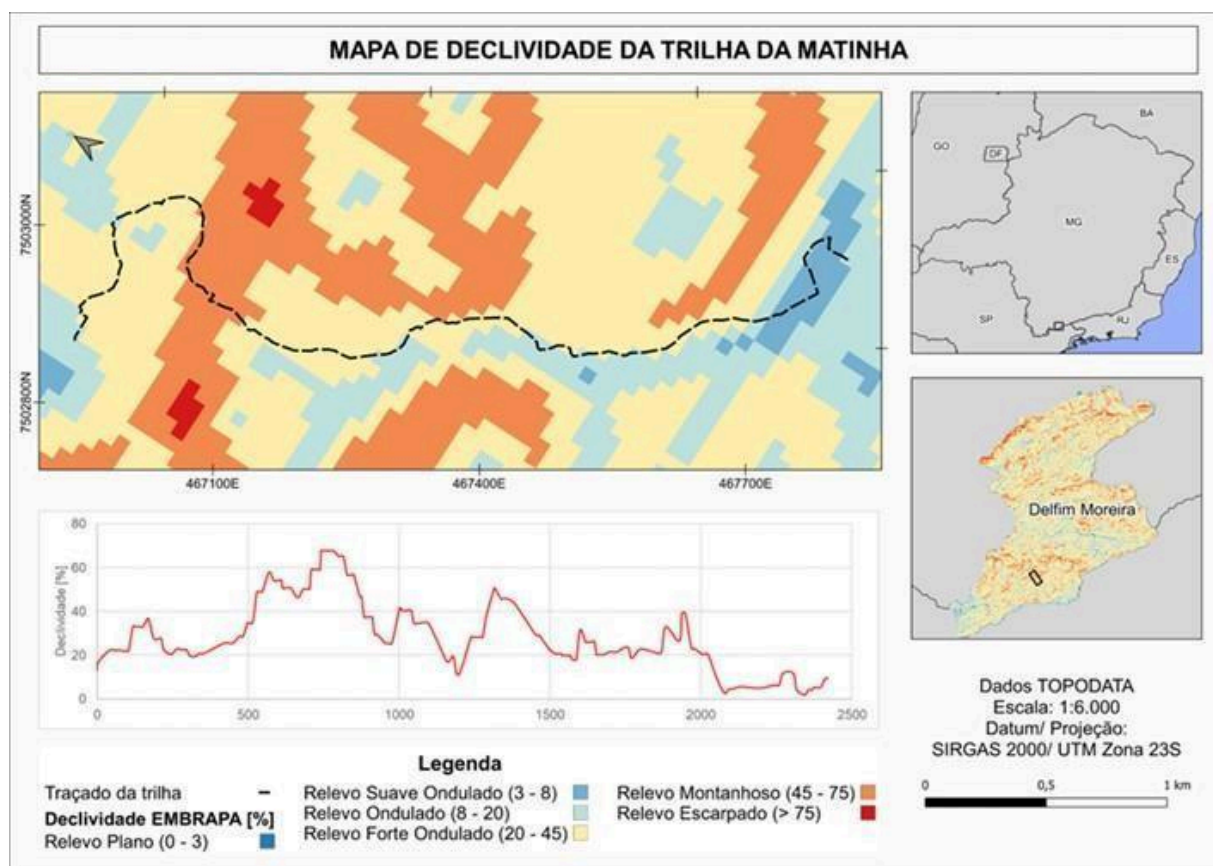
Figura 7 – Mapa hipsométrico, com perfil longitudinal, da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)



Fonte: Autoria Própria.

A trilha apresenta declividade variando entre 3 e 75%, sendo predominante o Relevo Forte Ondulado, com declividades entre 20 e 45%, mas com baixo grau de esforço do usuário (Figura 3), como pode-se observar no mapa de declividade da Figura 8. A partir do perfil longitudinal, verifica-se variação de 98% da declividade ao longo da trilha, com declividade máxima no trecho inicial (aproximadamente 67%) e mínima ao fim da trilha, com 1% de declividade.

Figura 8 – Mapa de declividade, com perfil longitudinal, da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)

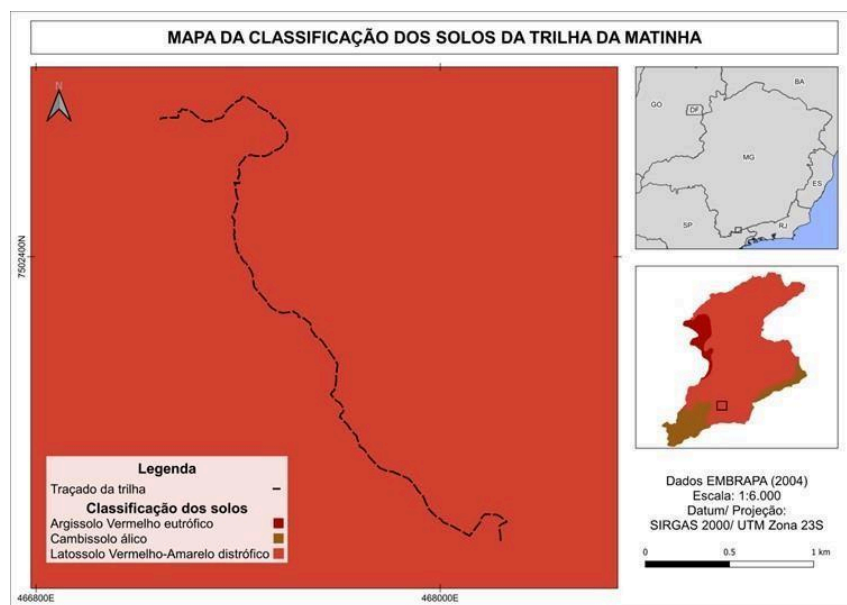




Fonte: Autoria Própria.

O mapa da Figura 9 apresenta a classificação de solos, sendo identificado que toda extensão da trilha apresenta apenas um tipo de solo, o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), os LATOSSOLOS Vermelho-Amarelo distrófico são solos constituídos por material mineral que possuem horizonte B latossólico (Bw), apresentam cores vermelho-amareladas e/ou amarelo-avermelhadas, com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (EMBRAPA, 2018). São, normalmente, solos de fácil drenagem, profundos, com grande resistência à erosão, desde que cobertos, principalmente em regiões mais declivosas.

Figura 9 – Mapa da classificação de solos da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)]

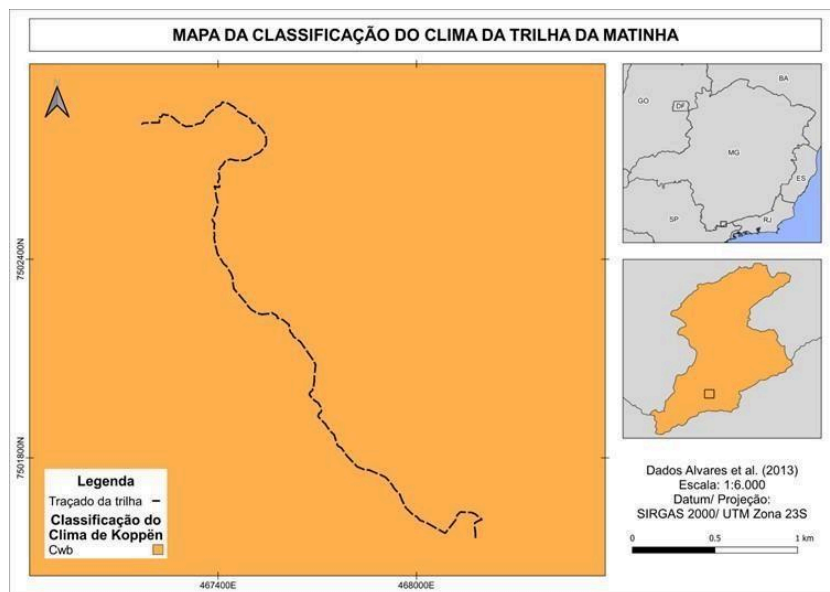


Fonte: Autoria Própria.

Quanto à classificação de clima, observa-se, no mapa da Figura, que toda a extensão da trilha apresenta clima do tipo Cwb – Clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão temperado. Este clima se caracteriza por apresentar temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C. Como pode-se observar, o clima Cwb é predominante na região da Serra da Mantiqueira, da Canastra e do Espinhaço (ALVARES *et al.*, 2013).



Figura 10 – Mapa da classificação do clima (Köppen) na Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)



Fonte: Autoria Própria.

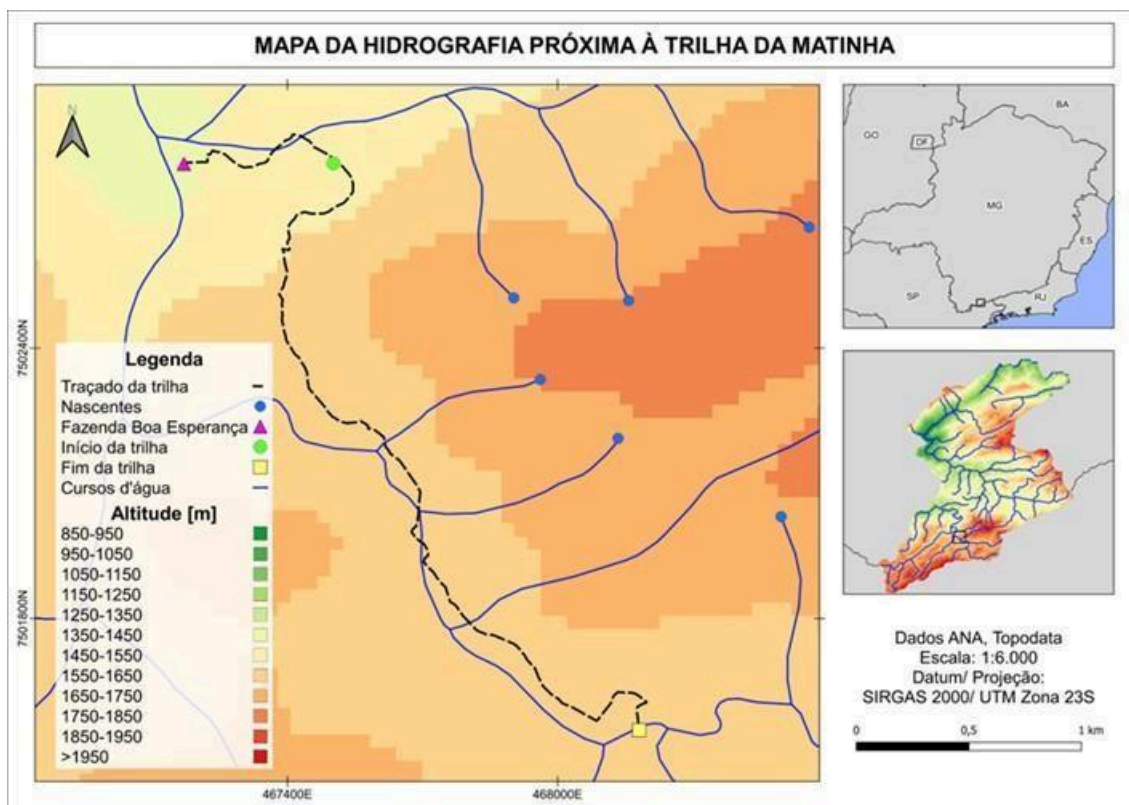
O mapa da Figura 11 apresenta a hidrografia próxima à Trilha da Matinha. Como pode-se observar, o traçado da trilha cruza cursos d'água, além de nascentes não cadastradas por este banco de dados. Assim, visto que a trilha cruza com cursos d'água, esta se encontra em alguns trechos em APP, como verifica-se na Figura.

Deste modo, a conservação da trilha possui papel na proteção dos cursos d'água e suas APP, de maneira a auxiliar na preservação dos recursos naturais, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Devido ao fato de a trilha se encontrar margeando os cursos e, parcialmente, em APP, pode-se afirmar que, do ponto de vista legal, é permitida a realização de atividade de baixo impacto ambiental nestas áreas (BRASIL, 2012), ressaltando-se que em áreas particulares o uso deve ser autorizado pelo proprietário.

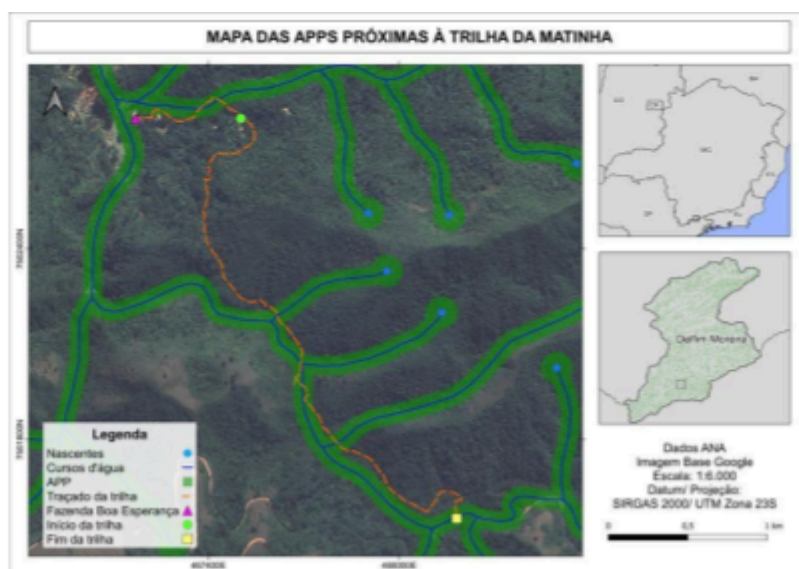
Figura 11 – Mapa da hidrografia ao redor da Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)





Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 – Mapa de Áreas de Proteção Permanente (APPs) próximas à Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)







Fonte: Autoria Própria.

Os resultados da análise microbiológica de amostras de água dos principais cursos d'água que cortam a trilha de estudo estão apresentados na Tabela 2 e representados na Figura 13.

Tabela 2 – Resultados da análise microbiológica da água coletada na Trilha da Matinha, em Delfim Moreira (MG)

| Ponto de coleta | Coliformes Totais       | <i>E. coli</i> |
|-----------------|-------------------------|----------------|
|                 | nº 100 mL <sup>-1</sup> |                |
| 1               | 79,4                    | 44,1           |
| 2               | 86,2                    | 40,8           |
| 3               | 49,5                    | 40,4           |
| 4               | 19,9                    | 9,7            |
| 5               | 21,3                    | 10,8           |

Figura 13 – Apresentação visual do resultado da análise microbiológica da água coletada na Trilha da Matinha, pelo método Colilert, sendo à esquerda representação para coliformes totais e à direita para *E. coli*.



Ordem de apresentação das cartelas: Pontos 1 (cachoeira), 2 (rio), 3 (nascente estreita), 4 (nascente larga) e 5 (nascente na pedra).  
Fonte?

Tal resultado comprova que todas as águas de todos os pontos analisados da trilha apresentam contaminação de origem fecal. No entanto, a contaminação destas águas deve ser de origem animal não humana, pois, como indicado no mapa de hidrografia da área, Figura, durante o curso destas águas até os pontos analisados, não há presença de ocupação humana.

Devido ao fato de todas as amostras resultarem na presença de coliformes totais e *E. coli*, tem-se que nenhuma das águas amostradas é considerada própria para o consumo humano, de acordo com os padrões de potabilidade apontados pela Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021).

Porém, observa-se uma queda significativa na contaminação entre os pontos 1 e 2 (cachoeira e rio) e as nascentes que cortam a trilha (pontos 4 e 5) (Tabela 2 e Figura 13). Esta redução indica que estes últimos pontos apresentam menor contaminação de origem fecal, sendo possivelmente mais protegidas com relação



à entrada e contato de animais. Em situações extremas, caso seja necessário consumir água presente na



Trilha da Matinha, seria mais indicado ingerir água de duas das nascentes (pontos 4 e 5), desde que providenciado o tratamento com cloração, muito utilizado por usuários de trilhas (CDC, 2022). De todo modo, o consumo de água sem tratamento da trilha não é, portanto, recomendado.

A partir dos resultados da análise realizada, as águas da cachoeira (ponto 1) e do rio (ponto 2) atendem ao padrão de balneabilidade (recreação e contato primário) estabelecido na Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, sendo classificadas como excelentes por apresentarem, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* por 100 mL, atendendo a ambos os parâmetros (BRASIL, 2001). Portanto, neste critério, os pontos da cachoeira presentes na trilha de estudo revelam o alto grau de conservação da área, viabilizando a recreação nestes pontos e contribuindo para o turismo ecológico saudável na trilha. No entanto, estas análises devem ser rigorosamente repetidas ao longo do tempo, de forma a tornar a qualidade das mesmas transparente a todos os usuários.

Reforça-se, através do levantamento bibliográfico, a carência de estudos relacionados à avaliação microbiológica da qualidade da água em trilhas ecológicas. O estudo da água em trilhas tem grande importância devido ao fato de que a população que a utiliza possa usufruir destas águas para consumo e recreação. Deste modo, estudos voltados a este tema podem auxiliar na segurança e saúde, principalmente da população usuária. Assim, os resultados deste trabalho podem auxiliar na sensibilização quanto à importância de se informar aos usuários e de se reforçar na sinalização do ponto, nascente ou cachoeira, quanto à qualidade da água e sua possibilidade de consumo e/ou recreação. [Sugiro transferir este parágrafo para as conclusões]

## CONCLUSÕES

O mapeamento e caracterização ambiental da Trilha da Matinha evidenciaram facilidade de acesso e baixo grau de esforço físico dos usuários.

Os resultados de análise microbiológica das águas da trilha mostraram que as nascentes estão contaminadas com coliformes fecais (*E. coli*), portanto impróprias para consumo sem tratamento. No entanto, a qualidade das águas da cachoeira foi considerada excelente para recreação.

Os mapas temáticos elaborados (localização, vegetação, classificação pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI, hipsométrico e declividade com perfil longitudinal, solos clima, hidrografia e de APP) podem ser utilizados por gestores ambientais e turísticos da região, já que a trilha estudada possui forte apelo turístico e econômico na região.



## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 15505-2**: Turismo de aventura – Caminhada Parte 2: Classificação de percursos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 14 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: [http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen\\_s\\_climate\\_classification\\_map\\_for\\_Brazil?af=crossref](http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref). Acesso em: 05 jul. 2022.

ALVES, S. G. da S.; ATAÍDE, C. D. G.; SILVA, J. X. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, Valparaíso de Goiás, v. 7, n. 1, p. 12–17, 2018. Disponível em: <http://revistafacesa.senaaires.com.br/index.php/revisa/article/view/298>. Acesso em: 05 jul. 2022.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Catálogo de Metadados da ANA**. Brasília, DF: ANA, s.d. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/>. Acesso em: 02 dez. 2021.

BACANI, V. M. Geoprocessing applied to risk assessment of forest fires in the municipality of Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1003–1011, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622016000601003&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622016000601003&lng=en&tlng=en). Acesso em: 27 mar. 2023.

BALLANTYNE, M.; PICKERING, C. M. The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 164, p. 53–64, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.032>. Acesso em: 05 jul. 2022.

BARBOSA, A. M.; SOARES, J. V.; MEDEIROS, J. S.; VENEZIANI, P.; FLORENZANO, T. G. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para mapas temáticos de ecoturismo: subsídios para planejamento. **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 2, p. 423–441, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1465>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BARICHELLO, D. E.; PINHEIRO, D. K.; RORATO, D. G. Ações práticas e de educação ambiental visando preservar nascentes, Dona Francisca, RS. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n. 3, p. 64–75, 2015.

BIANCO, K.; ALBANO, R. M.; DE OLIVEIRA, S. S.; NASCIMENTO, A. P. A.; DOS SANTOS, T.; CLEMENTINO, M. M. Possible health impacts due to animal and human fecal pollution in water intended for drinking water supply of Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua**, London, v. 69, n. 1, p. 70–84, 2020. Disponível em: <https://iwaponline.com/aqua/article/69/1/70/70955/Possible-health-impacts-due-to-animal-and-human>. Acesso em: 05 jul. 2022.

BORTOLOTI, K. da C. S.; MELLONI, R.; MARQUES, P. S.; CARVALHO, B. M. F.; ANDRADE, M. C. Qualidade microbiológica de águas naturais quanto ao perfil de resistência de bactérias heterotróficas a antimicrobianos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 717–725, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000400717&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000400717&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**. Brasília, n.18, p. 70-71, 25 jan. 2001. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Conama\\_274\\_Balneabilidade.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o_Conama_274_Balneabilidade.pdf). Acesso em: 30 dez. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 91.304, de 03 de junho de 1985**. Dispõe sobre a implantação de área de proteção ambiental nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, e dá outras providências. Brasília, 1985. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/apa-da-serra-da-mantiqueira/arquivos/serra-da-mantiqueira.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.097, de 19 de setembro de 1995**. Inclui o município de São Bento do Sapucaí, estado de São Paulo, na área de proteção ambiental da Serra da Mantiqueira. Brasília, 1995. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/apa-da-serra-da-mantiqueira/arquivos/lei\\_9097\\_19set1995\\_alteracao\\_de\\_limite\\_apa\\_da\\_serra\\_da\\_mantiqueira.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/apa-da-serra-da-mantiqueira/arquivos/lei_9097_19set1995_alteracao_de_limite_apa_da_serra_da_mantiqueira.pdf). Acesso em: 11 jun. 2022.



BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm). Acesso em: 04 jun. 2022.

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 04 jun. 2022.

BRITO, J. L.; BALDUINO, A. R. Condições de balneabilidade da cachoeira de Taquaruçu no distrito de Taquaruçu em Palmas/TO. **Natural Resources**, Aracaju, v. 10, n. 3, p. 60–67, 2020. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/naturalresources/article/view/CBPC2237-9290.2020.003.0007>. Acesso em: 05 jul. 2022.

CDC – Centers for Disease Control and Prevention. **Water Treatment Options When Hiking, Camping or Traveling.** Atlanta, GA: CDC, 2022. Disponível em: <https://www.cdc.gov/healthywater/drinking/travel/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

CORREA, G.; DE OLIVEIRA, L. R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; FRIAS, D. F. R. Microbiologia da água de poços semiartesianos da zona rural de Aparecida D'Oeste, São Paulo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 15, n. 3, p. 330–334, 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/7810>. Acesso em: 05 jul. 2022.

CORVALÁN, S. B.; GARCIA, G. J.; CAETANO, N. R. Inventário ecoturístico da bacia do rio Passa-Cinco - SP, com o auxílio de geotecnologias. **Geociências**, Rio Claro, v. 26, n. 3, p. 203–213, 2007.

COSTA, K. A.; DAL COL, A.; VENTURA, A. C. T.; GUMY, M. N.; LOS WEINERT, P.; SCHEFFER, E. W. DE O. Influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água em lagos urbanos: um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 19889–19907, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/25285/20162>. Acesso em: 27 mar. 2023.

COSTA, C. R.; COSTA, M. F. da. Revista Brasileira de Meio Ambiente Revisão de metodologias do monitoramento microbiológico da qualidade da água em praias recreativas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 8, n. 3, p. 92–113, 2020.

D'ANTONIO, A.; MONZ, C. The influence of visitor use levels on visitor spatial behavior in off-trail areas of dispersed recreation use. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 170, p. 79–87, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.01.011>. Acesso em: 05 jul. 2022.

DANELUZ, D.; TESSARO, D. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, n. 0, p. 1–5, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572015000100301&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572015000100301&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.

DE OLIVEIRA, F. B.; DE OLIVEIRA, C. H. R.; LIMA, J. S. DE S.; RIBEIRO FILHO, R. B.; MIRANDA, M. R.; NEVES, L. Z.; FERRAZ, F. Aplicação de geoprocessamento e lógica fuzzy para criação de zoneamento no Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça/ES para fins de conservação. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 66, n. 3, p. 545–554, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44761>. Acesso em: 27 mar. 2023.

DECANINI, M. M. S. Sig no planejamento de trilhas no parque estadual de Campos do Jordão. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 53, n. 1, p. 97–110, 2001. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43931>. Acesso em: 27 mar. 2023.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 95 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/965988/mapeamento-de-solos-e-aptidao-agricola-das-terras-do-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 21 jun. 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS).** Brasília: EMBRAPA, 2018. 365 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 11 jun. 2022.

FERREIRA, V. C. e. Avaliação das potencialidades e limitações da trilha da Pedra Selada e dos percursos para a Pedra Boca do Sapo no Parque Estadual da Pedra Selada (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 5, p. 556–578, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6520>. Acesso em: 05 jul. 2022.





- FIGUEIREDO, M. DO A.; FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C. Qualidade do Solo como Geoindicador para o Manejo de uma Trilha no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, Rio de Janeiro, RJ, v. 35\_1, n. 1, p. 199–208, 2012. Disponível em: [http://doi.org/10.11137/2012\\_1\\_199\\_208](http://doi.org/10.11137/2012_1_199_208). Acesso em: 05 jul. 2022.
- FORTES, A. C. C.; BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. spe3, p. 20–34, 2019. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-11042019000700020&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042019000700020&tlng=pt). Acesso em: 27 mar. 2023.
- FRANÇA, P.; MELLONI, R. Avaliação microbiológica de águas de recreação por meio da análise de resistência de bactérias heterotróficas a antibióticos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 107–113, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências – Downloads**. c2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- IDEXX. **Colilert**. IDEXX. s.d. Disponível em: <https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Acesso. São José dos Campos, SP: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 02 dez. 2021.
- INPE-DIDGI – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - Divisão de Geração de Imagens. **Delfim Moreira, Minas Gerais**. INPE-DIDGI, 2022. 2 imagens de satélite, color. Satélite CBERS 04A, instrumento WPM. Data da imagem: 21 de maio de 2022. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 25 mai. 2022.
- KUHLMANN, M. L.; IMBIMBO, H. R. V.; OGURA, L. L.; VILLANI, J. P.; STARZYNSKI, R.; ROBIM, M. DE J. Effects of human activities on rivers located in protected areas of the Atlantic Forest. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 26, n. 1, p. 60–72, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-975X2014000100008&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2014000100008&lng=en&tlng=en). Acesso em: 27 mar. 2023.
- LAZZARI, G.; GONZATTI, F.; SCOPEL, J. M.; SCUR, L. Trilha ecológica: um recurso pedagógico no ensino da Botânica. **Scientia cum Industria**, Caxias do Sul, v. 5, n. 3, p. 161–167, 2017. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/5842/pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- LOPES, E. R. do N.; REUSS-STRENZEL, G. M. Protected Areas - a Look At the Area of. **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, v. 32, n. 3, p. 43–59, 2015.
- LUSTOSA, R. V.; BEMBEM, A. A.; DE SOUZA, Í. R. M.; LIMA, T. P.; PORTO, S. T. R.; SALOMÃO, L. C. Avaliação das condições de balneabilidade do rio Preto no perímetro urbano do município de Formosa do Rio Preto, oeste baiano (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Recife, v. 7, n. 2, p. 61–71, 2019. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/274>. Acesso em: 31 dez. 2021.
- MACEDO, M. A.; RIBEIRO, A. J. A.; SILVA, M. L. G. Da. Diagnóstico da Fragilidade Física de Parque Natural Utilizando Ferramentas de Geoprocessamento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 4, p. 2059–2070, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244660>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- MARION, J. L. A Review and Synthesis of Recreation Ecology Research Supporting Carrying Capacity and Visitor Use Management Decisionmaking. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 114, n. 3, p. 339–351, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/jof/article/114/3/339-351/4599819>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. S. Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e E . coli em amostras de água. **Rev Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 291–296, 2010. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/6329/6023>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- MENDES, E. R.; ROCHA, A. E.; REGO, C. A. R. DE M.; COSTA, B. P. Levantamento de florística e fitossociológico das trilhas ecológicas da área de proteção ambiental do maracanã, ilha de São Luís – MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, v. 20, n. 1, p. 70–93, 2015. Disponível em: [https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUIISA\\_EM\\_FOCO/article/view/786](https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUIISA_EM_FOCO/article/view/786). Acesso em: 05 jul. 2022.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 16 jun. 2022.



- MORAES, M. S.; MOREIRA, D. A. DA S.; SANTOS, J. T. DE L. ARAÚJO; DE OLIVEIRA, A. P.; SALGADO, R. L. Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de Santa Rita (PB). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 431–435, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000300431&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000300431&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.
- MORAES, D. I. De; CANDIOTTO, L. Z. P. Análise de risco, vulnerabilidade e impactos ambientais em duas trilhas ecológicas de um estabelecimento rural no município de Francisco Beltrão/PR. **Formação (Online)**, Presidente Prudente, v. 2, p. 319–345, 2015.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, [s. l.], v. 32, n. 4b, p. 786–792, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00618.x>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 17–22, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572009000100017&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572009000100017&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.
- MOURÃO, R. M. F. **Manual de melhores práticas para o ecoturismo - Ecoturismo e turismo sustentável**. 1. ed. Rio de Janeiro: FUNBIO; Instituto ECOBRAS, 2004a. *E-book*. Disponível em: <http://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2012/05/Módulo-1-Ecoturismo.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- NASCIMENTO, M. V. É. do; ALMEIDA, E. A. de. Importância da realização de trilhas participativas para o conhecimento e conservação da diversidade biológica: uma análise da percepção ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 23, p. 358–368, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/4565>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- NIYOTITUNGIE, L.; GIRI, A.; NDAYISENGA, M. Assessment of coliforms bacteria contamination in lake tanganyika as bioindicators of recreational and drinking water quality. **South Asian Journal of Research in Microbiology**, West Bengal, v. 6, n. March 2018, p. 9–16, 2020. Disponível em: <http://www.journalsajrm.com/index.php/SAJRM/article/view/30150>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- OLIVE, N. D.; MARION, J. L. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreational trails. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 90, n. 3, p. 1483–1493, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.004>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V. dos; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 523–529, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522017000300523&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000300523&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.
- OLIVEIRA, J. G. R. de; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. D. C. Qualidade física do solo das trilhas do parque estadual do Cerrado - PR. **Semina: Ciencias Agrarias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1715–1722, 2013.
- PIN, J. R. de O.; ROCHA, M. Utilização didático-pedagógica de trilhas ecológicas no ensino de ciências: um levantamento de teses e dissertações brasileiras. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 12, n. 1, p. 72–98, 2019.
- RANGEL, L. A.; BOTELHO, R. G. M. Análise ambiental da trilha Sahy-Rubião no Parque Estadual Cunhambebe em Mangaratiba (RJ) por meio de um protocolo de avaliação rápida. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 391–418, jun. 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/23655>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- RANGEL, L. A.; JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A. Geotourism and soil quality on trails within conservation units in South-East Brazil. **Geoheritage**, London, v. 11, n. 3, p. 1151–1161, 2019. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s12371-019-00361-6>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- RANGEL, L. A.; GUERRA, A. J. T. A Qualidade do solo como indicadora de erosão em trilhas na área de proteção ambiental do Caiuru - Paraty. **Revista Brasileira de Geografia**, Recife, v. 06, n. 03, p. 540–554, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232983>. Acesso em: 05 jul. 2022.
- RANGEL, L. A.; GUERRA, A. J. T. Avaliação do impacto socioambiental da utilização de trilhas na reserva ecológica da Juatinga em Paraty. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 1–15, 2015. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/21858>. Acesso em: 27 mar. 2023.
- RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M. J. The brazilian atlantic forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: *Biodiversity Hotspots*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 405–434. *E-book*.



Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-20992-5\\_21](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-20992-5_21). Acesso em: 05 jul. 2022.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The brazilian atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>. Acesso em: 05 jul. 2022.

RODRIGUES, L. F. T.; ROCHA, C. H. B.; ALVES, R. D. G. A qualidade ambiental de nascentes dentro e fora de unidades de conservação no sudeste do brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 01, p. 154–163, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/26534>. Acesso em: 05 jul. 2022.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In: Earth resources technology satellite symposium, 3., 1973, Washington. Proceedings. Washington: NASA, 1973. v.1, p.309-317.

ROWE, H. I.; TLUCZEK, M.; BROATCH, J.; GRUBER, D.; JONES, S.; LANGENFELD, D.; MCNAMARA, P.; WEINSTEIN, L. Comparison of trails degradation across a gradient of trail use in the Sonoran Desert. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 207, p. 292–302, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.028>. Acesso em: 05 jul. 2022.

RUIVO, W. P.; ROSA, T. S.; MACHADO, S. H. M.; OLIVEIRA, C. G. A.; BARRETO J. G. Controle microbiológico e potabilidade de minas, poços e nascentes do município de Espera Feliz - MG. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Santo Antônio de Pádua, v. 6, n. 1, p. 84–90, 2015.

SALESA, D.; CERDÀ, A. Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 271, n. July 2019, p. 110990, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030147972030918X>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SANTOS, A. P. R. dos; MONTEIRO, L. R. L. de. Determinação da qualidade microbiológica da água em nascente da unidade de conservação em Filadélfia, Tocantins. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, Palmas, v. 5, p. 74–86, 2018. Disponível em: <http://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/5839>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SCHUBERT, B. J.; MIKALOUSKI, U. Análise microbiológica do Lago Jaboti. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Londrina, v. 35, n. 68, p. 32–42, 2019. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatestes/article/view/1027/956>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SILVA, A. B.; SILVA, J. C.; DE MELO, B. F.; DO NASCIMENTO, R. F.; DUARTE, J. DA S.; DA SILVA FILHO, E. D. Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 6, n. 1, p. 15–26, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJBETT/article/view/2261>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SILVA, G. G. L. da; LIMA, T. C.; PANCHAUD, L. Mapeamento e classificação do grau de dificuldade da trilha do rancho caído, Parque Nacional do Itatiaia (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 250–272, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6443>. Acesso em: 05 jul. 2022.

SOSMA - SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SOSMA - SOS MATA ATLÂNTICA. **Informações do Atlas dos Remanescentes Florestais**. 2012. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/sos-mata-atlantica-e-inpe-divulgam-dados-do-atlas-dos-remanescentes-florestais-da-mata-atlantica-no-periodo-de-2010-a-2011/>. Acesso em: 01 fev. 2022.

TOMCZYK, A. M.; WHITE, P. C. L.; EWERTOWSKI, M. W. Effects of extreme natural events on the provision of ecosystem services in a mountain environment: The importance of trail design in delivering system resilience and ecosystem service co-benefits. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 166, p. 156–167, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.10.016>. Acesso em: 05 jul. 2022.

TrilhaZ. **Delfim Moreira – MG**. Itajubá, MG: TrilhaZ, 2021. Disponível em: <https://www.trilhaz.com.br/trilha-delfim-moreira>. Acesso em: 11 jun. 2022.

VASCONCELLOS, F. C. da S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio são lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177–181, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1808-16572006000200177&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572006000200177&tlng=pt). Acesso em: 05 jul. 2022.



WOLF, I. D.; CROFT, D. B.; GREEN, R. J. Nature conservation and nature-based tourism: A paradox?. **Environments**, Basel, v. 6, n. 9, p. 104, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3298/6/9/104>. Acesso em: 05 jul. 2022.