

# **AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UMA TRILHA MULTIUSO NO COMPLEXO DA SERRA DO LENHEIRO, SÃO JOÃO DEL-REI, MINAS GERAIS, BRASIL**

Assessment of the conservation status of a multi-use trail in the Serra do Lenheiro Complex, São João del-Rei, Minas Gerais state, Brazil

## **Victor Gabriel de Oliveira Cândido**

Graduando do Curso de Geografia Bacharelado da Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0366-1384>

[victor.candido@aluno.ufsj.edu.br](mailto:victor.candido@aluno.ufsj.edu.br)

## **Heloísa Silva Leão**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-8924-6743>

[heloleaogeo@gmail.com](mailto:heloleaogeo@gmail.com)

## **Múcio do Amaral Figueiredo**

Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2682-2021>

[muciofigueiredo@ufsj.edu.br](mailto:muciofigueiredo@ufsj.edu.br)

## **RESUMO**

Esta pesquisa científica apresenta um diagnóstico dos impactos ambientais antrópicos na “Trilha Vale das Formas”, situada na Serra do Lenheiro, no setor norte do município de São João del-Rei, MG. A análise baseou-se em inspeções visuais realizadas em dois períodos distintos, com o objetivo de avaliar as características métricas e ambientais da trilha, subsidiando ações de proteção, conservação e manejo. Para compreender os processos de degradação, adotou-se como base metodológica o Levantamento Detalhado de Impactos em Trilhas (LDIT) de Almeida (2005), adaptado de Barros (2003), que permite a análise quali-quantitativa de pontos de controle. Os resultados indicaram variações nos indicadores analisados, evidenciando a complexidade dos fatores ambientais e humanos que influenciam a trilha. Tanto os dados registrados nas planilhas de campo quanto as observações in loco revelaram, à semelhança do estudo de Cole (1983), que embora grande parte da trilha esteja estável, alguns trechos apresentam condições críticas que exigem atenção. Assim, recomenda-se a implementação de ações de monitoramento contínuo e o engajamento da comunidade local, visando à conservação do Complexo da Serra do Lenheiro e de suas trilhas.

**Palavras-chave:** Ecologia da Recreação; Áreas Protegidas; Impactos em Trilhas; LDIT.

## **ABSTRACT**

This scientific study presents a diagnostic assessment of anthropogenic environmental impacts along the “Vale das Formas Trail,” located in the Serra do Lenheiro, in the northern sector of São João del-Rei, Minas Gerais, Brazil. The analysis was based on visual inspections conducted in two distinct periods, aiming to evaluate the trail’s metric and environmental characteristics as a basis for

its protection, conservation, and management. To understand the degradation processes, the study employed the Detailed Trail Impact Survey (LDIT) by Almeida (2005), adapted from Barros (2003), which analyzes qualitative and quantitative indicators at control points. The results revealed variability among the indicators, highlighting the complexity of environmental and human factors affecting the trail. Field data and direct observations, similarly to Cole's (1983) internationally recognized study, showed that while most of the trail remains stable and in good condition, some sections exhibit signs of significant degradation. Therefore, the implementation of continuous monitoring actions and community engagement is recommended to ensure the conservation of the Serra do Lenheiro Complex and its trails.

**Keywords:** Recreation Ecology; Protected Areas; Trail Impacts; LDIT.

## 1. INTRODUÇÃO

As trilhas são o elo comum entre o ecoturista e o atrativo natural, condicionando o visitante a conhecer ambientes silvestres. As Áreas Protegidas têm um papel vital para ser possível o uso público de áreas naturais. Para isto, é preciso que as mesmas possuam critérios relevantes para o devido funcionamento, como a localização adequada, um bom planejamento, e sejam bem construídas e mantidas para que os recursos naturais possam ser preservados; essas medidas servem a prevenção de impactos futuros. Segundo Hammitt, Cole e Monz (2015), as trilhas em más condições pode ser o resultado de deficiências em qualquer um dos fatores citados como critérios (localização adequada, bom planejamento, etc.), ou ainda resultados de atividade de uso público que excedam a capacidade de um determinado segmento da trilha.

O uso exacerbado de trilhas ecoturísticas sem planejamento pode desencadear uma série de impactos ambientais, sobretudo os problemas associados às Áreas Protegidas, que ferem o princípio ideológico de proteção de áreas naturais. Dos tipos de impactos mais comuns observados em trilhas, incluem a expansão da largura do canal principal da trilha, pontos de alagamento devido à saturação do solo e/ou compactação excessiva do solo e focos erosivos, como sulcamentos, podendo evoluir para ravinas e voçorocas. Com o objetivo de preservar os recursos naturais, é imprescindível que esses problemas sejam corrigidos ou prevenidos por meio de um planejamento ambiental e planos de manejo (Almeida, 2005).

Segundo Leung e Marion (1996), as primeiras pesquisas sobre impactos em trilhas foram realizadas nos Estados Unidos, objetivadas sob a ótica da gravidade dos impactos e nos fatores ambientais que afetam a degradação das trilhas, do qual técnicas de avaliação e monitoramento foram desenvolvidas, podendo estas serem classificadas em três abordagens: (a) medições replicáveis, (b) amostragem e (c) censo.

As abordagens citadas anteriormente foram aplicadas em vários países, em diversas áreas de conservação ambiental, onde foram avaliadas classes de condições de uso, mediante

fotointerpretação, experimentos e medições quantitativas. No Brasil ainda são poucos os estudos sistemáticos relacionados a impactos de trilhas ecoturísticas em Áreas Protegidas. O que existe, refere-se a testes de aplicação de metodologias em formatos cronologicamente pontuais, como demonstrado nas investigações realizadas de Takahashi (1998); Magro (1999); Passold (2002); Barros (2003); Almeida (2005); Feola *et al.* (2008); Barbosa *et al.* (2015); Ferreira *et al.* (2016); Da Silva; Botelho (2021); Pereira *et al.* (2023); Carneiro *et al.* (2023).

Magro (1999) realizou uma extensa pesquisa no Parque Nacional do Itatiaia, visando caracterizar os fatores que mais influenciam nos impactos referentes ao uso público em uma trilha do parque, estabelecendo relações entre resultados encontrados com o plano de manejo e a conservação da área. Dentre os fatores analisados, os que apresentaram maior relação com os impactos presentes na trilha estão a declividade do terreno, textura do solo e a área de seção transversal. A autora percebeu que, em alguns trechos da trilha que estavam interditados, houve uma recuperação do leito principal da trilha no período de um ano. Em outros, a erosão tornou-se mais acentuada.

Takahashi (1998) realizou um estudo referente a indicadores representativos de impactos na trilha da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Salto Morato. A trilha avaliada tinha 540 metros de extensão, os indicadores relacionados foram: resistência do solo à penetração, microporosidade, porosidade de aeração e conteúdo de carbono. O indicador com melhor resultado foi o da largura do canal principal da trilha.

Passold (2002) desenvolveu um estudo especial em trilhas visando selecionar indicadores de impacto recreacional para o monitoramento de uso público em áreas naturais. Para o monitoramento e conservação de trilhas, a autora sugere os seguintes indicadores: presença de serrapilheira, números de árvores com raízes expostas e/ou danificadas, área de vegetação degradada, número de trilhas não- oficiais e presença de lixo. Enquanto Barros (2003), sugeriu naquele momento que mais trabalhos surgissem no Brasil, referentes à adequação de metodologias de avaliação de monitoramento de impactos do uso público nos recursos naturais.

Entre os indicadores citados, a degradação do solo merece destaque por estar diretamente relacionada à perda de matéria orgânica e à compactação, processos que comprometem sua estabilidade e capacidade de regeneração. Segundo Cole (1983), o impacto no solo tem sua gênese a partir da retirada da matéria orgânica superficial e a compactação do solo, essas mudanças acarretam alteração das características básicas das propriedades do solo relacionadas à aeração, temperatura, umidade, nutrição e presença de microorganismos. Isso impede o desenvolvimento da vegetação no solo, sendo esse fenômeno comumente notado nos solos nus e compactados nos leitos das trilhas. A maioria das mudanças nas condições dos solos citadas anteriormente inibe o

estabelecimento da vegetação, acarretando perda de matéria orgânica. Isso está ligado ao impacto causado pelo pisoteio oriundo de pessoas e animais de montaria e/ou transporte de cargas, e à abrasão causada por veículos automotores e bicicletas (Almeida, 2005).

Outro aspecto a ser considerado é o comprometimento da qualidade das águas, pois, a adição de nutrientes e poluentes, sobretudo pelo transporte de sedimentos gerados pela erosão e também por meio de contaminação por patógenos oriundos de tratamento inapropriado de dejetos humanos e animais silvestres. Segundo Hammitt, Cole e Monz (2015), a poluição das fontes d'água, causada por diversos fatores, altera a qualidade de oxigênio dissolvido, modificando os padrões de crescimento e sobrevivência de plantas aquáticas.

Cole (1983) sugere que os impactos mais significativos apresentam as seguintes características: (1) perturbam seriamente a função dos ecossistemas, (2) ocorrem em grandes áreas, (3) afetam ecossistemas raros. Impactos que causam alterações consideráveis, ocasionando mudanças pontuais em áreas naturais a longo prazo, são os mais preocupantes.

Muitas investigações vêm sendo realizadas no campo da ecologia da recreação e do geoecoturismo, permitindo uma avaliação das trilhas existentes em Áreas Protegidas e Unidades de Conservação (UCs), como os estudos de Fonseca Filho, Varajão e Figueiredo (2011); Fonseca Filho (2012); Fonseca Filho (2017); Fonseca Filho *et al.* (2018); Fonseca Filho, Castro e Varajão (2019); que examinaram trilhas do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e dos Parques Estaduais do Itacolomi e Serra do Rola-Moça (MG), fornecendo parâmetros metodológicos aplicáveis a outras Áreas Protegidas, como a Serra do Lenheiro, onde a intensificação do uso público, aliada à ausência de um manejo estruturado, acentua os processos de degradação.

A implementação de técnicas de diagnóstico e monitoramento das condições ambientais de trilhas, principalmente pela população local, é importante para fornecer dados precisos e informações fidedignas sobre os atributos e atrativos da região, o que é fundamental para garantir a sustentabilidade ambiental e preservar a integridade ecológica das trilhas ao longo do tempo, assegurando que elas permaneçam adequadas para as gerações futuras.

Diversas trilhas da Serra do Lenheiro (MG) eram utilizadas pelos são-joanenses desde o surgimento da cidade há 300 anos para locomoção, pois por elas passava o antigo Caminho Geral do Sertão, posteriormente conhecido como Estrada Real (Caminho Velho). Sendo a região que circunda o Lenheiro, o primeiro núcleo de povoamento durante a conquista, ocupação e constituição do Município de São João del-Rei (Maldos, 2000, p. 3 apud Ferreira, 2017, p. 42).

Ainda segundo Ferreira (2017, p. 42), a Serra do Lenheiro serviu como fonte de matérias-primas, tais como pedra, lenha e outros materiais amplamente utilizados para a construção de edificações e de pontes da cidade. A denominação "Lenheiro" advém da atividade predominante de

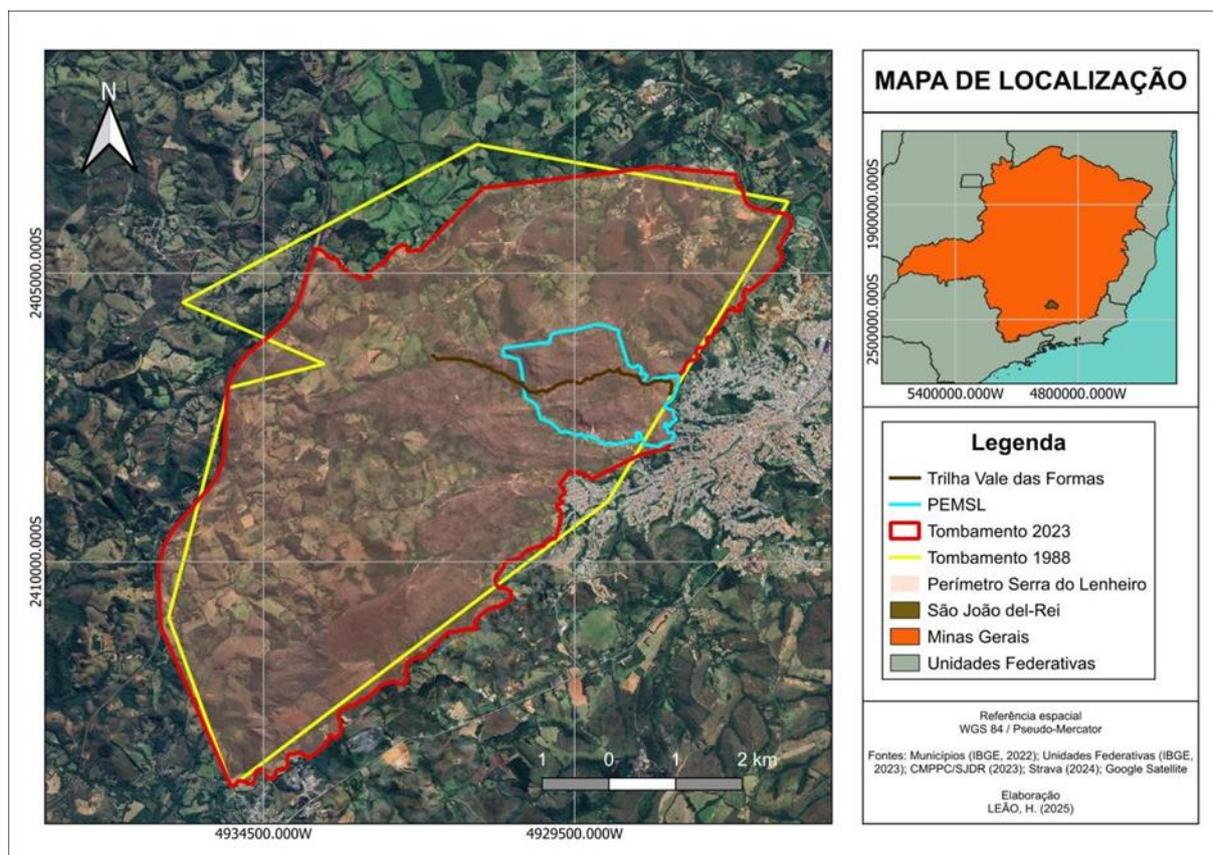
lenhadores na região. Ao longo do tempo, a área foi submetida a diversos processos de ocupação e exploração.

Dentre as novas ocupações, se refletem na crescente demanda por atividades de recreação ao ar livre, que visam à restauração da mente, do espírito e do corpo (Martins *et al.*, 2023). A expansão urbana provoca a demarcação da Serra do Lenheiro, incluindo a presença de vilarejos rurais, a criação de gado bovino e equino, como também a realização de corridas de veículos off-road. Essas mudanças ilustram como a sociedade atual estabelece novas necessidades recreacionais. Desde o século XX, o crescimento populacional e a expansão do uso de sistemas de transporte, como bicicletas e motocicletas, impulsionaram o surgimento de novas demandas, transformando de maneira significativa o uso dessa região.

Diante dessas transformações e da crescente pressão sobre o meio ambiente, o desenvolvimento de ideais conservacionistas e de preservação do patrimônio geológico tornaram-se temáticas cada vez mais relevantes no âmbito da conservação dos recursos abióticos (Ferreira, 2017, p. 42). Assim, este estudo emerge para a necessidade de compreender e identificar onde os principais pontos de degradação ambiental se localizam para que assim seja possível estabelecer um diagnóstico preciso do estado de conservação dessa trilha secular utilizada durante as visitas à Serra do Lenheiro. Dessa forma, a problematização dessa pesquisa pode ser formulada com base nos seguintes argumentos: os pontos de controle problemáticos localizam-se principalmente na área protegida do Parque Ecológico Municipal da Serra do Lenheiro (PEMSL) ou nas áreas circundantes, ou, ainda, tanto dentro quanto fora da zona de proteção.

## 2. METODOLOGIA

A Serra do Lenheiro, área de investigação da presente pesquisa, está localizada na parte setentrional do município de São João del-Rei, que se destaca por ser uma das principais cidades históricas de Minas Gerais, sendo a região da Serra encontrada aproximadamente a cerca de 5 km do sítio urbano nos limites oeste e noroeste da área urbana. (Barbosa *et al.* 2015, p. 33; Ferreira, 2017, p. 41). A trilha utilizada como local do presente estudo corresponde a “Trilha Vale das Formas” (Fig. 1), que conduz o caminhante até a Cachoeira Água Limpa, oferecendo um ambiente cênico peculiar, circundado por rochas metassedimentares quartzíticas petrograficamente variadas, solos com características pedológicas variadas, vegetação da transição de ecótonos de Mata Atlântica e de Cerrado, além de constantes avistamentos avifaunísticos e herpetofaunísticos, ao longo de seus aproximadamente 4,1 km de extensão, com altitude variando de 940 m a 1.015 m.



**Figura 1** – Percurso da “Trilha Vale das Formas” na Serra do Lenheiro, evidenciando a delimitação da trilha e o seu entorno.

**Fonte:** Elaborado por Leão (2025).

A descrição dos aspectos naturais dessa trilha revela feições estruturais proeminentes. De acordo com Ferreira (2017, p. 288-290), essa trilha se destaca pela aparência marcante de seus relevos ruiformes, resultado das complexas interações entre o desgaste natural e as características geológicas da área. Tais formações acabam não só por proporcionar características peculiares à paisagem, como também têm importância significativa para a geoconservação, ao exemplificar processos geológicos de deformação compressional que moldaram o setor paisagístico onde se insere a trilha, proporcionando ao “Vale das Formas” uma zona de interesse tanto para estudiosos quanto para visitantes.

Quanto à vegetação, essa trilha apresenta diversificados extratos vegetacionais, arbóreo, arbustivo, herbáceo e gramíneo, dispostos ao longo do percurso. O clima da região é classificado como Cwb segundo a classificação de Köppen, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, com temperaturas médias de 22 °C no mês mais quente e 15 °C no mês mais frio (Barbosa *et al.*, 2015).

Como método de trabalho, a pesquisa foi estruturada em etapas, começando pela leitura e fichamento de literatura técnica sobre o tema. Numa segunda etapa, realizou-se um reconhecimento da trilha a ser investigada. Em etapa posterior, foram realizadas atividades de campo e de escritório,

com obtenção de dados de campo, consolidação e tratamento dos dados em ambiente de escritório, utilizando os softwares Microsoft Power BI e QGIS para análise e visualização dos dados. No campo, foram utilizados materiais como trenas, câmera fotográfica, planilhas para anotação dos dados coletados, fios de barbante para demarcação dos pontos amostrais, e smartphones equipados com os aplicativos Mapillary e Strava, para monitoramento das condições da trilha e rastreamento das coordenadas geográficas. Um aplicativo de fotos foi utilizado para realizar comparações inspeccionais com os pontos obtidos durante a primeira visita de campo.

Nesta pesquisa, os dados coletados foram analisados em duas etapas, com intervalo de sete meses entre cada inspeção, sendo a primeira em outubro de 2023 e a segunda em maio de 2024. Para realização do estudo, visando verificar os indicadores das condições ecológicas e recreativas da trilha, utilizou-se o método do Levantamento Detalhado de Impactos em Trilhas – LDIT (Fig. 2), proposta por Barros (2003) e adaptado por Almeida (2005), o qual se emprega uma planilha de campo, trazendo os seguintes itens principais:

A. Coordenada UTM: georreferenciamento do ponto da trilha a ser diagnosticado (Almeida, 2005).

B. Largura total da trilha: medida da área de influência do pisoteio. Foram incluídas as bifurcações, caminhos antigos de gado e área pisoteada. Uma vez marcado o transecto, buscaram-se os sinais mais evidentes que indicassem o final da área de influência do uso como a vegetação mais baixa e alterada (Barros, 2003).

C. Largura da trilha: medida tomada entre as laterais do leito principal da trilha (Barros, 2003).

D. Solo exposto: área sob influência direta do pisoteio, sem vegetação. Considerou-se solo exposto toda área no leito da trilha com menos de 5% de cobertura vegetal viva e musgo. Foram desconsideradas áreas laterais da trilha que não são utilizadas para caminhar (Barros, 2003).

E. Profundidade do canal: medida vertical da maior profundidade do canal, tomada a partir de uma baliza colocada horizontalmente na maior extremidade da lateral da trilha (Barros, 2003).

F. Indicadores qualitativos (Tab. 1): são características indicativas da qualidade do leito da trilha e de sua aparência (Magro, 1999), como: degraus, erosão, pedras, desbarrancamento lateral, raízes expostas, drenagem ruim e lixo (Barros, 2003).

**Ficha de Campo do Levantamento Detalhado de Impactos em Trilhas**

Trilha: \_\_\_\_\_ Responsável \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

| No | Largura Total (cm) | Largura da Trilha (cm) | Solo nu (cm) | Profundidade do Canal | N. Caminhos | Compactação | Erosão | Degraus | Desbarrancamento | Pedras | Raízes | Drenagem | Lixo | Vandalismo | Observações |
|----|--------------------|------------------------|--------------|-----------------------|-------------|-------------|--------|---------|------------------|--------|--------|----------|------|------------|-------------|
|    |                    |                        |              |                       |             |             |        |         |                  |        |        |          |      |            |             |
|    |                    |                        |              |                       |             | ###         |        |         |                  |        |        |          |      |            |             |
|    |                    |                        |              |                       |             | ###         |        |         |                  |        |        |          |      |            |             |
|    |                    |                        |              |                       |             | ###         |        |         |                  |        |        |          |      |            |             |

**Figura 2** – Planilha de campo para LDIT.

Fonte: Elaborada por Barros (2003) e adaptada por Almeida (2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme preconizado na metodologia utilizada, a trilha estudada, com 4,1 km de extensão, foi subdividida em 50 pontos amostrais em intervalos de 82 metros, adotando a mesma abordagem técnica de Almeida (2005), que aprimorou e sistematizou o método originalmente fundamentado de Barros (2003), inclusive com a demarcação dos pontos de coleta com fios de barbante para manter os pontos investigados assinalados (Tab.1). No entanto, como consequência do vandalismo, um problema recorrente e antigo em pesquisas relacionadas às trilhas, como relatado por Cole (1983) e

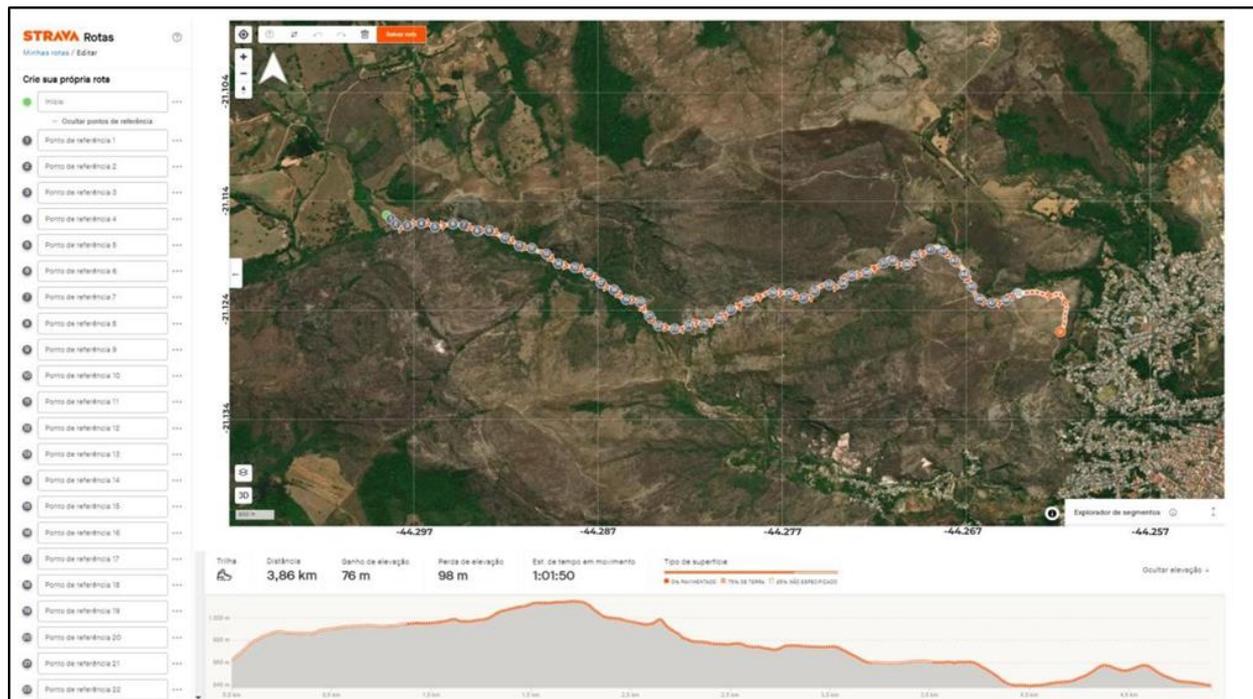
Sena *et al.* (2014), em diversos pontos da trilha aqui investigada houve depredação dos barbantes demarcatórios que estavam nas margens da trilha, o que o fez desaparecer. Sendo necessário a utilização de inspeção visual fotográfica e as coordenadas UTM para confirmar os pontos auferidos anteriormente.

**Tabela 1:** Verificadores, tipo de medição e descrição.

| Parâmetros / Verificadores | Tipo de Medição | Descrição   |
|----------------------------|-----------------|---|
| No                         | Quantitativa    | Quantificada por contagem numérica                          |
| Largura Total (cm)         | Quantitativa    | Quantificada em centímetros                                 |
| Largura da Trilha (cm)     | Quantitativa    | Quantificada em centímetros                                 |
| Solo nu (cm)               | Quantitativa    | Quantificada em centímetros                                 |
| Profundidade do canal      | Quantitativa    | Quantificada em centímetros                                 |
| N. Caminhos                | Quantitativa    | Quantificada por contagem numérica                          |
| Erosão                     | Qualitativa     | Grau de erosão (ausente / presente / severa / muito severa) |
| Degraus                    | Qualitativa     | Presença de degraus (ausente / presente)                    |
| Desbarrancamento           | Qualitativa     | Desbarrancamento (ausente / presente)                       |
| Pedras                     | Qualitativa     | Presença de pedras (ausente / intermediário / avançado)     |
| Raízes                     | Qualitativa     | Presença de raízes (ausente / intermediário / avançado)     |
| Drenagem                   | Qualitativa     | Eficiência da drenagem (eficiente / não eficiente)          |
| Lixo                       | Qualitativa     | Presença de lixo (ausente / Presente)                       |
| Vandalismo                 | Qualitativa     | Vandalismo (presente / ausente)                             |

Fonte: Elaborado por Cândido, 2024.

Ao longo do trajeto dessa trilha, foram analisados 47 pontos amostrais, ajustando a estimativa de 50 pontos inicialmente previstos, fazendo com que ela terminasse três pontos antes do previsto (Fig. 3). Essa adaptação foi necessária devido a uma revisão da extensão percorrida durante a avaliação, que revelou uma área menor a ser considerada. Esse refinamento metodológico no percurso assegurou uma amostragem mais alinhada com a extensão real da trilha, garantindo a precisão do diagnóstico e a validade dos dados coletados.



**Figura 3** – Trajeto e Perfil Altimétrico dos Pontos de Controle observados na “Trilha Vale das Formas”.

**Fonte:** Registrado por meio da plataforma de localização Strava.

Sendo assim, esse diagnóstico revelou que 38% dos pontos amostrais da trilha não apresentaram nenhum problema evidente. 23% dos pontos dessa trilha apresentaram um problema evidente. 30% dos pontos dessa trilha apresentaram dois ou três problemas evidentes e 9% dessa trilha tem de quatro a cinco problemas evidentes, deixando claro que os problemas são pontuais, considerando seu histórico de utilização secular.

Desse modo, os pontos trabalhados estão presentes na figura 4 e nas informações detalhadas a seguir, como: Pontos de Controle (PC); Largura Total (LT); Largura da Trilha (LDT); Solo Nu (SN); Profundidade do Canal (PDC) e Número de Caminhos (NC), indicadores representativos de impactos na trilha que compartilham certas similaridades com os métodos anteriores propostos por Takahashi (1998). Esses indicadores, aliado aos problemas de impacto recreacional elucidados por Passold (2002) e Barros (2003), contribuem para a identificação das áreas com maior incidência de danos e riscos, permitindo uma análise mais detalhada dos impactos do uso público nas trilhas.

O Ponto 1 apresentou a maior disparidade de NC, com quatro bifurcações distintas, sendo um dos segmentos mais problemáticos da trilha devido à erosão muito severa, existência de resíduo sólidos ao nível médio com utilização de pneus para conter a erosão, presença de desbarrancamentos com taludes e pedregosidade ao nível intermediário; enquanto a LT é a maior registrada (800 cm) entre os pontos de controle observados. Tal realidade está relacionada ao progressivo ravinamento linear da trilha original, obrigando os usuários a transitar paralelamente ao trecho afetado pela erosão, criando uma nova trilha, onde se inicia novo processo erosivo, nova trilha paralela, e assim por diante, resultando na largura excessiva mencionada, um processo que também foi detalhadamente constatado na investigação de Barbosa *et al.* (2015, p. 37).

Outros segmentos problemáticos da trilha estão logo em seguida, o Ponto 2, apresenta desafios substanciais, sofrendo com erosão ao nível intermediário, presença de degraus e raízes, bem como nível intermediário para pedregosidade no leito. Este ponto detém um setor de cavidade, onde seu leito rochoso exhibe desgaste prolongado, com uma LT elevada de 730 cm e três bifurcações (NC) distintas.

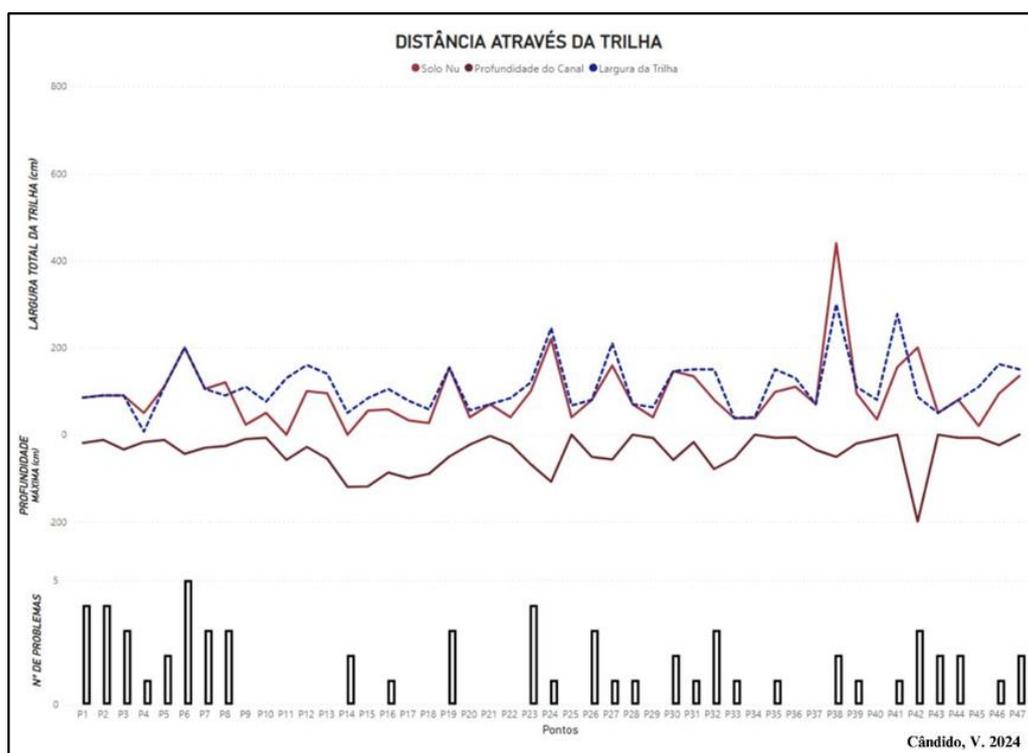


Figura 4 – Medidas e observações realizadas em pontos equidistantes em 82 metros ao longo da “Trilha Vale das Formas”.

**Fonte:** Elaborado por Cândido (2024) conforme esquema gráfico proposto por Cole (1983).

O Ponto 3 também apresenta desafios consideráveis, caracterizado pela presença de degraus e pedregosidade, acentuados por um nível intermediário de erosão; evidenciou-se ainda que para a contenção da erosão, esse ponto vem sendo alvo de obras de contenção históricas, estancando assim

o seu estágio de erosão, conforme preconizado no trabalho de Magro (1999), demonstrando preocupação histórica com a manutenção da trilha provavelmente devido à sua importância para a população rural anterior ao advento dos veículos motorizados.

Mais à frente, o Ponto 6 se mostrou o trecho mais problemático de toda a trilha (Fig. 5), com cinco problemas evidentes: erosão em fase intermediária, existência de degraus e desbarrancamento, pedregosidade em estado avançado, com drenagem ineficiente. Esse trecho teve também um dos maiores valores em Largura Total da Trilha – LT, com 470 cm, incluindo 2 leitos em uso, sendo o Leito 1 com 110 cm de Largura da Trilha – LDT, 21 cm de Profundidade do Canal – PDC e o Leito 2 com 90 cm de LDT e 23 cm de PDC. Tais problemas parecem ser potencializados pelo constante tráfego de motocicletas off-road, utilizadas para o lazer de um grupo específico de praticantes da modalidade, assim como afirmado por Ferreira (2017, p. 119), Pereira *et al.* (2023, p. 433) e Martins *et al.* (2023, p. 134) em diferentes locais da Serra do Lenheiro.

Mais à frente, o Ponto 6 se mostrou o trecho mais problemático de toda a trilha (Fig. 5), com cinco problemas evidentes: erosão em fase intermediária, existência de degraus e desbarrancamento, pedregosidade em estado avançado, com drenagem ineficiente. Esse trecho teve também um dos maiores valores em Largura Total da Trilha – LT, com 470 cm, incluindo 2 leitos em uso, sendo o Leito 1 com 110 cm de Largura da Trilha – LDT, 21 cm de Profundidade do Canal – PDC e o Leito 2 com 90 cm de LDT e 23 cm de PDC. Tais problemas parecem ser potencializados pelo constante tráfego de motocicletas off-road, utilizadas para o lazer de um grupo específico de praticantes da modalidade, assim como afirmado por Ferreira (2017, p. 119), Pereira *et al.* (2023, p. 433) e Martins *et al.* (2023, p. 134) em diferentes locais da Serra do Lenheiro.



**Figura 5** – Esquemática do Transecto com perfil longitudinal dos pontos de controle da "Trilha Vale das Formas", destacando, por meio de símbolos, os pontos com maior incidência de problemas.

**Fonte:** Elaborado por Cândido (2024) com base na adaptação de Fonseca Filho, Castro e Varajão (2019).

Por sua vez, o Ponto 23 destacou-se por uma erosão muito severa (Fig. 6), acompanhada pela presença de degraus e desbarrancamento, com pedregosidade em nível avançado, totalizando assim quatro problemas evidentes. De maneira similar, o Ponto 24 também exige atenção significativa, apresentando duas bifurcações com erosão em estado severo, que exibem expressivas LT (590 cm), LDT (245 cm), SN (220 cm). Adicionalmente, um ponto intermediário entre os pontos 24 e 25 merece destaque por apresentar caminho estreito, severamente erodido, dificultando o prosseguimento do caminhante. Ainda localizado dentro do Parque Ecológico Municipal Serra do Lenheiro (PEMSL), esse segmento evidencia o descaso e a irresponsabilidade municipal.

A seguir, foi observado no Ponto 26 que o trânsito rotineiro de motocicletas off-road, num local intermediário a montante do referido ponto (Fig. 6), entre 20 e 40 metros, tornou-se severamente erodido, apresentando desbarrancamentos, raízes expostas e pedregosidade avançada, culminando em quatro problemas distintos. O local apresenta alta fragilidade, sendo o rotineiro trânsito de motocicletas no mínimo inadequado e imprudente para o trecho mencionado. Já o Ponto 27 apresentou uma notável discrepância entre as condições observadas em duas inspeções realizadas em diferentes períodos do ano. Na primeira inspeção, ocorrida em outubro de 2023, esse segmento da trilha apresentava bom estado de conservação, sem maiores ocorrências significativas. No entanto, a situação mudou substancialmente na segunda inspeção, realizada em maio de 2024, provavelmente devido ao aumento da pluviosidade durante a estação do verão, encontrando-se um nível de pedregosidade avançado com grande quantidade de cascalho e calhaus nesse segmento.



**Figura 6** – Esquematização do Transecto com perfil longitudinal dos pontos de controle da "Trilha Vale das Formas", destacando, por meio de símbolos, os pontos com erosão em diferentes estágios de severidade.

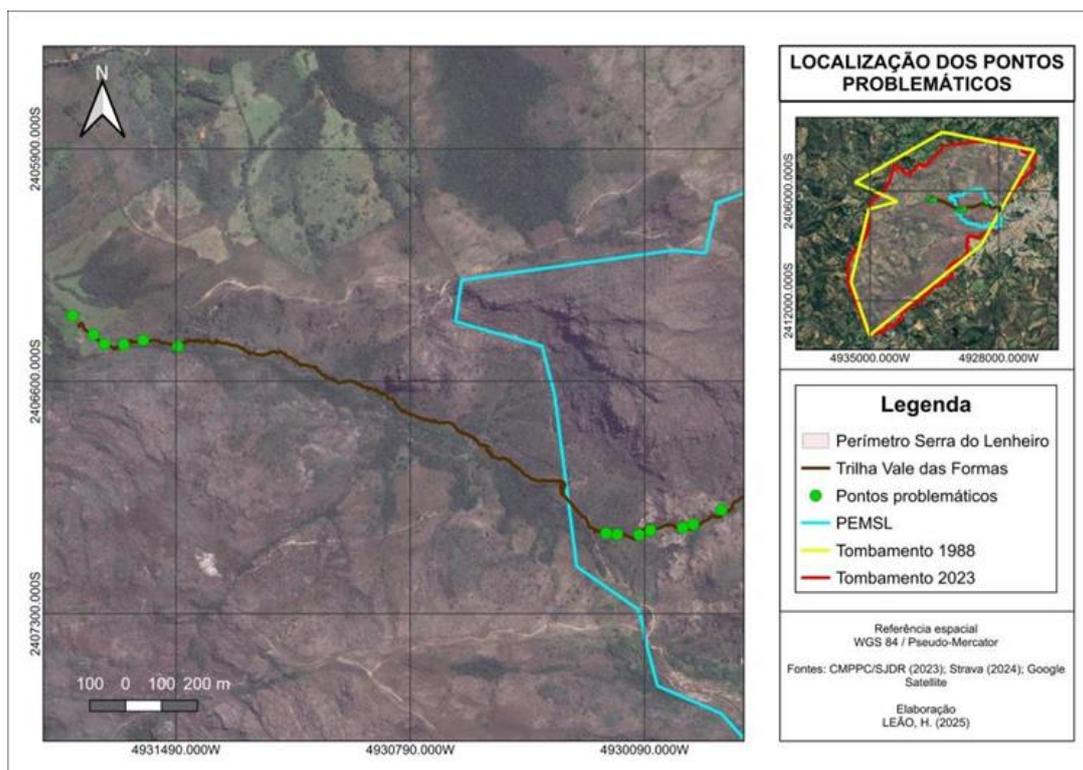
**Fonte:** Elaborado por Cândido (2024) com base na adaptação de Fonseca Filho, Castro e Varajão (2019).

Isso ocorre devido ao fluxo de enxurradas, que transportam os sedimentos de menor granulometria, promovendo uma acumulação residual de sedimentos de maior granulometria, manifestada pelo acúmulo de sedimentos das frações grosseiras, como cascalhos e calhaus, verificados na segunda inspeção. Assim, a atuação da enxurrada, canalizada pelo leito da trilha, combinada com as altas taxas de LT (470 cm), LDT (210 cm), SN (159 cm) e a existência de dois leitos de trilha no local, contribuem para a acumulação de material rochoso de maior granulometria. Esse acúmulo pode dificultar a caminhada e representar um risco para os visitantes da trilha, pois a abundância de cascalhos e calhaus pode aumentar o risco de tropeços e quedas, exigindo cautela ao percorrer essa parte do trajeto, colocando em risco a integridade física do caminhante.

Em complemento, o Ponto 42 destacou-se por um desbarrancamento significativo do manto de intemperismo no local, cuja morfologia geral é uma extensa ravina com taludes laterais em escala métrica, composto em sua maioria por material saprolítico altamente erodível, em meio a veios de quartzo (fonte dos cascalhos e calhaus acumulados imediatamente a jusante), comprometendo a estabilidade da encosta, resultando em deslizamentos, e tornando-se uma ambiente de alto risco para a passagem dos visitantes.

Assim, esses problemas de degradação ambiental e recreacionais observados ao longo dessa trilha, embora pontuais, são reflexos de seu histórico secular de utilização, marcado por diferentes formas de exploração e visitação, com variadas intensidades e diversidades de usos.

Os resultados deste estudo corroboraram para a confirmação de parte da hipótese inicial, evidenciando que os pontos problemáticos estão distribuídos tanto dentro quanto fora da zona de proteção do Parque Ecológico Municipal da Serra do Lenheiro (Fig. 7). Essa constatação reforça frente à complexidade da dinâmica ambiental dessa trilha secular e de seu entorno, influenciada por múltiplos fatores interconectados, sendo essas variabilidades ambientais inerentes às trilhas silvestres da dinâmica ambiental dessa trilha.



**Figura 7** – Mapa da Trilha Vale das Formas, incluindo o tombamento da Serra do Lenheiro, com destaque, por meio de simbologia, para os pontos de controle mais problemáticos, localizados tanto dentro quanto fora do Parque Ecológico Municipal da Serra do Lenheiro.

**Fonte:** Elaborado por Leão (2025).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente diagnóstico de monitoramento sobre o estado de conservação da “Trilha Vale das Formas”, localizada na histórica Serra do Lenheiro, possibilitou uma análise intrínseca abrangente sobre as condições ecoconservativas e ambientais, mediante dados métricos e qualitativos, bem como os impactos negativos sofridos por essa importante área natural. Evidenciou-se, com os resultados obtidos a partir do Levantamento Detalhado de Impactos em Trilhas (LDIT), uma diversidade de indicadores quantitativos e qualitativos, permitindo uma avaliação mais precisa.

Destaca-se a relevância de considerar a complexidade dos fatores ambientais e humanos que afetam as trilhas, especialmente em Áreas Protegidas como a Serra do Lenheiro. A ocorrência de erosão em alguns trechos evidenciou a necessidade de adotar medidas preventivas para minimizar o impacto negativo do escoamento superficial, particularmente relacionado a atividades antrópicas, como o trânsito de veículos off-road. Para garantir a preservação eficaz desses ambientes, é fundamental implementar uma gestão cuidadosa e estratégias de conservação adaptadas às características específicas da região.

Além disso, a análise dos indicadores qualitativos revelou a presença de desbarrancamentos, degraus, raízes e pedras, que podem influenciar significativamente a experiência dos visitantes,

apresentando riscos e comprometendo a integridade da trilha. Embora a drenagem seja eficiente na maior parte da trilha, é crucial considerar as variações topográficas para evitar acúmulos de água em áreas específicas.

Percebeu-se que muitos trechos têm uma declividade acentuada e solos pouco coesos, os quais tendem a receber mais sedimentos, semelhantes ao Ponto 27, que apresentou o maior acúmulo de sedimentos, devido ao processo de transporte à jusante. Durante os trabalhos de campo, foram observados vários pontos com degradação ambiental avançada, manifestada pela erosão concentrada no leito da trilha, os knick points, demonstrando o avanço e intensidade da erosão concentrada superficial e subsuperficial (Barbosa *et al.* 2015). Ainda foi observado, que o incômodo de manter ambos os pés paralelos fixos na trilha, leva o caminhante a construir novas rotas e bifurcações.

Diante da crescente popularidade da atividade geocoturística, é imperativo que os gestores de Áreas Protegidas adquiram um conhecimento detalhado das condições físicas das trilhas. O monitoramento quanto ao contexto de exposição do solo, compactação e erosão (manutenção adequada, boas condições de drenagem) é indispensável para identificar o estado de conservação e o grau de segurança oferecido às pessoas que as utilizam para diversos fins, tais como, caminhada, ciclismo, cavalgada, contemplação da natureza, etc.

Como proposição sugestiva, se estabelece para a necessidade de novas pesquisas de campo, como, por exemplo, um trabalho mais aprofundado que vise elaborar um experimento de monitoramento constante, visando produzir dados que possam servir de base para proteção, conservação e manejo das trilhas. Analisando, por meio de câmeras posicionadas em locais estratégicos, os danos das motocicletas off-road nos segmentos da trilha. Para viabilizar esse projeto, respeitando tanto o usuário como a biodiversidade, há de se investir num monitoramento constante, propondo a instalação de câmeras estrategicamente posicionadas, ocultas em árvores ou na vegetação, de forma a monitorar as atividades recreacionais sem que os motociclistas percebam, assegurando um controle mais efetivo e menos intrusivo das áreas afetadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. A. **Diagnóstico e conservação de trilhas ecoturísticas: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó**. 2005. 66 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Geografia e Análise Ambiental) - Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2005.

BARBOSA, H. S. L.; TEIXEIRA, P. H. S.; CAMPOS, A. C.; FIGUEIREDO, M. A.; C.; NEGREIROS, A. B. Aspectos da degradação ambiental de uma trilha recreacional na Serra do Lenheiro, São João del-Rei, MG. **Revista Territorium Terram**, São João del-Rei, v. 3, n. 5, p. 32-40, 2015.

- BARROS, M. I. A. **Caracterização da Visitação, dos Visitantes e Impactos Ecológicos e Recreativos do Planalto do Parque Nacional do Itatiaia**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.
- CARNEIRO, L. S.; COSTA, L. R. M.; GOMES, C. R.; SILVEIRA JUNIOR, W. J. Diagnóstico das Trilhas das Unidades de Conservação da Serra de São José–MG. In: NILZO, I.; LADWIG, T S. (Org.). **Planejamento e Gestão Territorial**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023.
- COLE, D. N. **Assessing and monitoring backcountry trail conditions**. Ogden: USDA, Forest Service, 1983. 10p.
- COLE, D. N. **Changes on trails in the Selway-Bitterroot Wilderness, Montana, 1978-89**. Ogden: USDA, Forest Service, Intermountain Research Station, 1991. 5p.
- DA SILVA, A. O.; BOTELHO, R. G. M. Diagnóstico das condições ambientais e de uso público na trilha do Peito do Pombo por meio do Protocolo de Avaliação Rápida (Área de Proteção Ambiental do Sana – Macaé–RJ). **RITUR: Revista Iberoamericana de Turismo**, v. 11, n. 2, p. 177–195, 2021.
- FEOLA, E.; NUCCI, J. C.; SANTOS, L. J. C. Avaliação de impactos do uso público em uma trilha no Parque Estadual do Pico do Marumbi–PR. **Geografia**, Rio Claro, v. 33, n. 1, p. 157-175, 2008.
- FERREIRA, A. C.; FIGUEIREDO, M. A.; SALVIO, G. M. M.; FERNANDES, B. H.; ROCHA, L. C. Estudos geocológicos aplicados ao manejo da Trilha das Macaúbas na Floresta Nacional de Ritópolis – Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 26, n. 47, p. 714–736, 2016.
- FERREIRA, A. C. **Serra do Lenheiro, um conjunto de geossítios e suas inter-relações constituindo um relevante geoheritage**. 2017. 337 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, São João del-Rei, 2017.
- FIGUEIREDO, M. A.; CRUZ, J. S.; PASSARELLI, U.; FERREIRA, A. C. **Serra do Lenheiro, região de São João del-Rei, MG: um patrimônio natural-cultural e o seu potencial para o turismo de natureza**. Revista Territorium Terram, São João del-Rei, v. 7, n. 11, p. 77-101, 2024.
- FONSECA FILHO, R. E. **Patrimônio Pedológico e fatores impactantes ambientais nas trilhas de uso público em Parques do Espinhaço Meridional**. 2017. 287f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.
- FONSECA FILHO, R. E. **Qualidade do solo como um geindicador de alterações ambientais no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG**. 2012. 119f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.
- FONSECA FILHO, R. E.; CASTRO, P. T. A.; VARAJÃO, A. F. D. C. Geoturismo e sítios pedológicos em trilhas dos Parques Estaduais do Itacolomi e Serra do Rola-Moça/MG. **Revista Iberoamericana de Turismo**, Penedo, v. 9, p. 105-117, 2019.
- FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C.; CASTRO, P. T. A. Compactação e erosão de trilhas geoturísticas de parques do Quadrilátero Ferrífero e Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, p. 825-839, 2019.
- FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FIGUEIREDO, M. do A.; CASTRO, P. T. A. Pedological aspects as environmental quality indicators of a touristic trail in the Serra do Cipó

National Park/MG. **REM - International Engineering Journal**, Ouro Preto, v. 71, p. 543-551, 2018.

FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C.; FIGUEIREDO, M. A. Qualidade do solo como um atributo para uma metodologia de manejo de trilhas do Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 4 n. 4, p. 508, 2011.

HAMMITT, W. E.; COLE, D. N.; MONZ, C. A. **Wildland recreation: ecology and management**. Chichester: John Wiley & Sons, 2015. 307p.

LEUNG, Y-F.; MARION, J. L. Assessing trail conditions in protected areas: application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA. **Environmental Conservation**, v. 26. n. 4, p. 270-279, 1999.

LEUNG, Y-F.; MARION, J. L. Trail degradation as influenced by environmental factors: a state-of-knowledge review. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 51, n. 2, p. 130-136, 1996.

MAGRO, T. C. **Impactos do Uso Público em uma trilha do Parque Nacional do Itatiaia**. 1999. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MALDOS, R. A. **Formação Urbana da Cidade de São João del-Rei**. 2000. Disponível em: <http://saojoaodelreitransparente.com.br/works/view/605>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MARTINS, J. V. A.; LEÃO, H. S.; FIGUEIREDO, M. A. Monitoramento de processos erosivos em trilhas no Parque Ecológico Municipal Serra do Lenheiro, São João del-Rei, MG. In: LADWIG, N. I.; SUTIL, T. (Org.). **Planejamento e Gestão Territorial**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023, v. 1, p. 119-141.

PASSOLD, A. J. **Seleção de Indicadores para o monitoramento do uso público em áreas naturais**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PEREIRA, H. A. L.; FIGUEIREDO, M. A.; MARTINS, J. V. A. Aspectos eco-recreativos e de gerenciamento de trilhas em uma área protegida periurbana. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 33, n. 73, p. 412-433, 2023.

SENA, I. S.; TEIXEIRA, H. W.; FIGUEIREDO, M. A.; ROCHA, L. C. Degradação dos solos ao longo de uma trilha com destino a atrativos do monumento geoturístico Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais, Brasil. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 70-76, 2014.

TAKAHASHI, L. Y. **Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos Impactos da visitação pública em duas unidades de conservação do estado do Paraná**. 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.