



MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DO USO PÚBLICO NA TRILHA DO POÇO VERDE – PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS, GUAPIMIRIM (RJ)

Monitoring and evaluation of public use impacts on the Poço Verde trail – Serra dos Órgãos National Park, Guapimirim (RJ)

Douglas de Souza Pimentel

Grupo de Estudos Interdisciplinares do Ambiente (GEIA): Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Formação de Professores

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8025-1891>

douglasgeia@gmail.com

Stephanie Michelle Silva Maia

Grupo de Estudos Interdisciplinares do Ambiente (GEIA): Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Formação de Professores.

Núcleo de Informação de Estudos de Conjuntura (NIESC): Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-4529-3328>

stephy.bio@gmail.com

Danielle Machado Duarte

Grupo de Estudos Interdisciplinares do Ambiente (GEIA): Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Formação de Professores

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8907-7324>

dmachado1980@gmail.com

Priscila Gonçalves Costa

Universidade de São Paulo

Grupo de Estudos Interdisciplinares do Ambiente (GEIA): Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Formação de Professores

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4200-8639>

priscilag.costa@usp.br

Artigo recebido em jan/2023/ e aceito em abr/2023

RESUMO

O objetivo do presente artigo é avaliar diferentes parâmetros que evidenciem as condições da trilha do Poço Verde, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO - RJ). Com isso se almeja fornecer informações para a gestão do uso público, balizadas pela pesquisa acadêmica e pelo monitorando dos impactos causados pelos visitantes. A coleta de dados vem sendo realizada desde

2009, com a análise de indicadores de impacto, em pontos aleatórios sorteados a cada trecho de 50m da trilha. Os resultados mostram que a trilha tem sofrido erosão e outros impactos negativos ao longo do tempo. Houve uma diminuição inicial na largura da trilha após tratamentos de manejo, mas depois foi observado um aumento gradual das medidas. Além disso, a presença de lixo e entalhes nas árvores foi recorrente em todos os pontos de coleta. Os pesquisadores ratificam que as ações de manejo periódicas são necessárias para mitigar os impactos negativos, incluindo a facilitação da drenagem ao longo da trilha para evitar a compactação do solo e o aumento da erosão, bem como medidas para trazer as larguras da trilha a padrões aceitáveis observados na literatura. O estudo destaca a importância de monitorar e gerenciar as trilhas em unidades de conservação, a fim de preservar o recurso e garantir experiências positivas para os visitantes. As ações de manejo, aliadas à compreensão pelos visitantes de sua importância, devem ser contínuas para minimizar os impactos, contribuindo para a conservação ambiental e recreacional da trilha.

Palavras-chave: Unidades de conservação; visitação; indicadores; manejo.

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate different parameters that show the conditions of the Poço Verde trail, in the Serra dos Órgãos National Park (PARNASO - RJ). The aim is to provide information for the public use management, based on academic research and monitoring the impacts caused by visitors. Data collection has been carried out since 2009, with the analysis of impact indicators, at random points drawn at each 50m section of the trail. The results show that the trail has suffered erosion and other negative impacts over time. There was an initial decrease in trail width after management treatments, but then a gradual increase in measurements was observed. In addition, the presence of garbage and notches on trees was recurrent at all collection points. The researchers ratify that periodic management actions are necessary to mitigate negative impacts, including facilitating drainage along the trail to avoid soil compaction and increased erosion, as well as measures to bring trail widths to acceptable standards observed in the literature. The study highlights the importance of monitoring and managing trails in protected areas in order to preserve the resource and ensure positive experiences for visitors. Management actions, combined with the understanding by visitors of their importance, must be continuous to minimize impacts, contributing to the environmental and recreational conservation of the trail.

Keywords: Protected areas; visitation; indicators; management.

1. INTRODUÇÃO

A conservação ambiental em áreas protegidas representa uma abordagem bastante comum para diversos países. No Brasil, há diferentes tipos de espaços territoriais protegidos dentre os quais estão incluídas as Unidades de Conservação (UC). A Lei 9.985/00 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) para organizar e regulamentar a sua criação e gestão. Essas foram arranjadas em duas categorias de manejo. As UC de Proteção Integral, apenas admitem o uso indireto dos recursos (principalmente caracterizados pelo turismo e recreação), dentre as quais os encontram-se os parques. Já as de Uso Sustentável permitem a exploração direta dos recursos. Não obstante, todas as formas de uso dos recursos em unidades de conservação têm que ser sustentáveis, mesmo as atividades de visitação. O termo uso público é definido como o usufruto gozado pela

população com objetivos recreacionistas, educacionais, científicos ou religiosos (MAGRO, 1999) e abrange ainda as atividades de pesquisa, ecoturísticas, bem como as de Educação e Interpretação Ambiental (EA).

Os parques têm como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. Dessa maneira, a própria lei ratifica o apelo estético para a visitação dessa categoria de UC, o que é uma racionalização importante para a sua criação (PIMENTEL, MAGRO & SILVA FILHO, 2013). Nesse sentido, o ecoturismo, delimitado como uma vertente das atividades turísticas relacionadas à ambientes naturais e posturas de respeito ao meio ambiente e culturas locais (WESTERN, 1999), representa a forma de uso público mais desejável para a gestão da visitação em parques, pois está amalgamada ao seu próprio conceito. No entanto, essas atividades vêm crescendo de maneira significativa e trazem consigo alguns perigos, como o aumento da visitação e consequentes impactos ao meio ambiente e nas comunidades locais, o que acaba por comprometer o seu significado (LEUZINGER, 2002; WEST, IGOE & BROCKINGTON 2006; BOO, 1999). Esses impactos, para serem anulados ou mitigados, dependem do manejo ambiental e o estabelecimento de limites, tanto em relação à abrangência das áreas visitadas, parâmetros físicos, químicos, biológicos, quanto ao número e comportamento de visitantes.

No caso das áreas de uso mais intenso, o manejo apoia-se no conceito de capacidade de carga. Essa pode ser definida como o nível máximo de uso que uma área pode sustentar frente à alteração de fatores físicos, sociais, institucionais e ecológicos que apresentam limites, além dos quais o uso deve ser reduzido (MAGRO, 1999; MANNING, 1986; STANKEY, MCCOOL, STOKES, 1990). Esse conceito é bastante complexo e recebeu muitas críticas quando passou a ser interpretado de maneira estreita, focando primordialmente no número de visitantes que uma determinada área poderia suportar (CIFUENTES, 1993). Porém, como colocam Hammitt e Cole (1998), não há relação linear desse parâmetro com os impactos causados, o que aumenta a complexidade da sua aplicação prática e sublinha as diferenças comportamentais dos visitantes.

Ampliando o conceito de capacidade de carga, o manejo do uso público também se apoia no monitoramento dos impactos, pelo estabelecimento de uma estrutura de tomada de decisões baseada em indicadores e padrões, cuja avaliação permite a proposição de medidas mitigadoras (NILSEN, TAYLER, 1998). Uma variedade de métodos abrange essa conceituação mais ampla, como o LAC (“Limits of Accetable Change” - STANKEY *et al.*, 1985), o VIM (“Visitors Impact Management” - GRAEFE, KUSS, VASKE, 1990), o VAMP (“Visitors Activity Management Process” – GRAHAM, 1989), e o VERP (“Visitors Experience and ResourceProcess” – MANNING *et al.*, 1995). Todos esses enfatizam as condições do recurso e desenvolvimento da infraestrutura, para

substanciar as decisões de manejo (PASSOLD, 2002). Dessa forma, para conciliar o uso recreativo dessas áreas com seus outros objetivos primários, os locais designados para o desenvolvimento de atividades de uso público devem ser monitorados e manejados para controlar os efeitos negativos sobre o ambiente e para garantir a qualidade da experiência do visitante (FREIXÊDEAS – VIEIRA, PASSOLD & MAGRO, 2000).

Ajuhari e colaboradores (2023) concluem, em sua revisão sistemática da literatura sobre o tema, que os métodos usados para avaliar a capacidade de carga refletem uma dicotomia, ora definindo um número de visitantes máximo aceitável, o que pode ser percebido como um “número mágico”, muito desejado pelos gestores, mas que reflete apenas um momento no tempo, enquanto a abordagem normativa, baseada em indicadores e padrões, é criticada por não levar em conta o comportamento dos usuários. Os mesmos autores apontam que o monitoramento de impactos representa uma lacuna nos estudos de capacidade de carga, o que seria crucial para a sustentabilidade do destino turístico (AJUHARI *et al.*, 2023).

Para Lechner (2006) e Barbosa e colaboradores (2015), o monitoramento e a avaliação das trilhas é um componente essencial do seu manejo, pois constituem a base do programa de conservação do recurso, podendo também fornecer informações importantes para serem utilizadas em esforços futuros de planejamento, bem como para direcionar as atividades de educação ambiental.

Nesse sentido, a adoção de trilhas como unidade de análise é de fundamental importância, pois a primeira consequência de sua formação é a eliminação da cobertura vegetal que protege o solo (VASHCHENKO, BIONDI & FAVARETTO, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2013). Além disso, as trilhas são boas unidades para caracterizar as alterações de uma UC, pois o seu reconhecimento representa o retrato de como um ecossistema já fragmentado vem respondendo ao uso antrópico (COSTA, 2002).

Outros autores (NUNES, MATHEUS & STRUMINSKI, 2008; ANDRADE, 2005) também apontam a importância do manejo constante para a manutenção das trilhas, pois quando aplicado de maneira esporádica, não é suficiente para suprir as necessidades de sua recuperação, em razão da característica dinâmica dos ambientes naturais e dos impactos que podem ser provocados pela visitação.

Nesse contexto, o presente trabalho traz um estudo que visa a descrição física da Trilha do Poço Verde, situada no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), através de indicadores de impacto do uso público, como subsídio para o seu monitoramento e manejo.

2. ÁREA DE ESTUDO

A Serra dos Órgãos é o nome que recebe o trecho da Serra do Mar, maciço montanhoso localizado na região central do Rio de Janeiro e nele se insere o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). Essa unidade de conservação representa o terceiro Parque Nacional criado no Brasil (1939), e abriga as maiores médias de altitudes da Serra do Mar, com sete picos acima de 2.200m e grandes áreas de campos de altitude. O parque abrange áreas dos municípios de Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim e possui a maior rede de trilhas do país, somando mais de 200 km em todos os níveis de dificuldade (ICMBio, 2023).

A trilha do Poço Verde está situada na sede de Guapimirim e possui cerca de 600 metros de extensão, permite uma caminhada de baixa dificuldade e por isso tem uma visitação intensa, principalmente durante o verão, pois serve de acesso aos poços Verde e da Preguiça (NETO & CASTRO, 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Procedimentos de campo

Os dados foram coletados semestralmente ao longo de 2009 a 2013, totalizando oito incursões a campo. Os procedimentos foram adaptados a partir da leitura de Bayfield e McGowan (1986), Bayfield (1987), Magro (1999), Passold, Magro e Couto (2004). Esses se referem aos procedimentos de avaliação de impactos do uso público em parques. As amostragens foram feitas ao acaso, em unidades amostrais localizadas dentro de intervalos de 50m, com a utilização de uma tabela de aleatórios numerados de 1 até 50. Para análise da correlação entre os indicadores foi aplicado o teste não paramétrico de *Spearman*, uma vez que os dados não seguiram distribuição normal de probabilidades.

Os indicadores analisados ao longo da trilha foram:

1. Largura total: medida da área de influência de pisoteio. Buscam-se os sinais mais evidentes que indiquem uso, como a vegetação mais baixa e a presença de lixo.
2. Largura da trilha: medida da área de influência direto do pisoteio.
3. Largura do solo exposto: área do leito das trilhas em vegetação. Considera-se solo exposto toda a área no leito da trilha com menos de 5% de cobertura de vegetação viva e musgo.
4. Área da seção transversal: essa medida fornece o grau de erosão a partir da largura da trilha e de dez medidas de profundidade, esticando-se uma corda nas extremidades da trilha principal.

$$A = V_1 + 2V_2 \dots 2V_n + V_{n+1} \times L \div 2$$

Onde:

A = área da seção transversal

$V_1 - V_{n+1}$ = medidas de distâncias verticais, iniciando em V_1 e V_{n+1} , a última medida tomada

L = intervalo da linha horizontal esticada

5. Profundidade do leito: maior profundidade das medidas feitas para o indicador anterior.

6. Intensidade da erosão: verificada a partir do número de degraus e de sulcos, de acordo com Vashchenko, Biondi e Favaretto (2008).

7. Rugosidade: verificada as condições de microrrelevo da trilha indicando o grau de dificuldade de caminhada. As medidas foram obtidas com o uso de um instrumento de madeira com cinco pinos móveis, que se deslocam conforme o leito da trilha.

8. Grau de compactação do solo: foi usado um medidor (penetrômetro) analógico com indicação colorida, que não fornece valores exatos, mas somente faixas de valores de compactação: verde (faixa de 0 a 200 libras por polegada quadrada - psi), amarelo (faixa de 200 a 300 psi) e vermelho (faixa maior que 300 psi), ($1 \text{ psi} = 0,0069 \text{ MPa}$ ou $0,070 \text{ kgf/cm}^2$), utilizando ponteira de $\frac{1}{2}$;

9. Fatores depreciativos: entalhes feitos nos troncos com objetos cortantes, ocorrência de lixo ao alcance da visão (360°); percepção de sons estranhos aos naturais: ocorrência de ruídos de automóveis, de habitações próximas etc; manutenção de equipamentos (placas, lixeiras etc.), presença de poças d'água ou formação de lama no leito da trilha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições mostraram que a trilha se apresenta bem aberta em alguns pontos. Dos onze pontos amostrados, seis apresentaram mais de 2m de largura da trilha (Figura 1). Andrade (2003) considera que a largura ideal desses caminhos seria aquela que permitisse a passagem de uma pessoa de cada vez, o que reduziria a área de pisoteio e fragmentação do habitat. Para Lechner (2006), o ideal é que este valor não ultrapasse 95cm e Mitraud (2003) considera que até 1,5m, mais 0,5m para cada lado da trilha representam os valores ideais, desde que seja mantida a vegetação.

Outro parâmetro importante da trilha é a área da seção transversal, que verifica perda de solo por erosão através de valores de profundidade e largura da trilha. Pode-se observar ainda na Figura 1, que a área da seção transversal apresentou, ao longo das oito coletas de dados, a mesma tendência nos resultados que o indicador de largura de trilha.

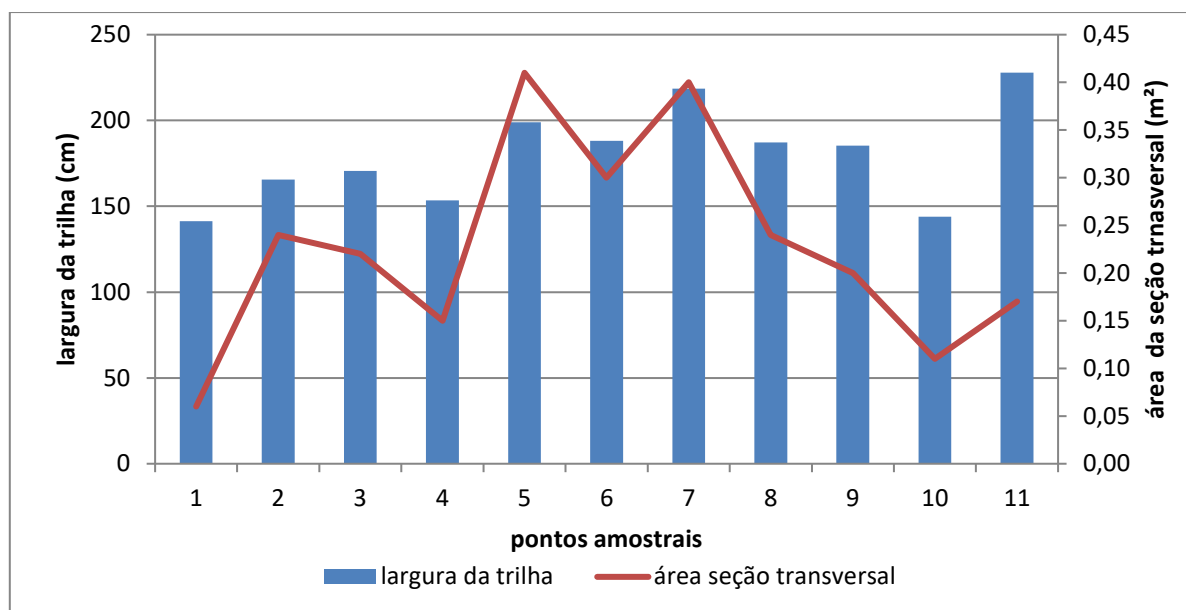


Figura 1 - Gráfico de barras com as médias de largura da trilha e linhas com a área da seção transversal nos pontos amostrais nas seis coletas realizadas entre 2009 e 2013.

Objetivando a mitigação desses impactos, a administração do parque delimitou as margens da trilha com troncos de madeira e construiu degraus com adição de substrato no ponto sete. Esse tratamento foi aplicado logo depois da primeira coleta em 2009-1 e a partir da segunda, em 2009-2, observou-se a diminuição das médias gerais nos parâmetros de largura da trilha (Figura 2). Essa diferença verificada em campo foi corroborada pela análise estatística, mostrando-se significativa ($\alpha = 5\%$). Isso permite afirmar que esse indicador é importante para analisar o comportamento dos impactos na trilha do Poço Verde, pois foi sensível ao ponto de refletir os procedimentos de manejo.

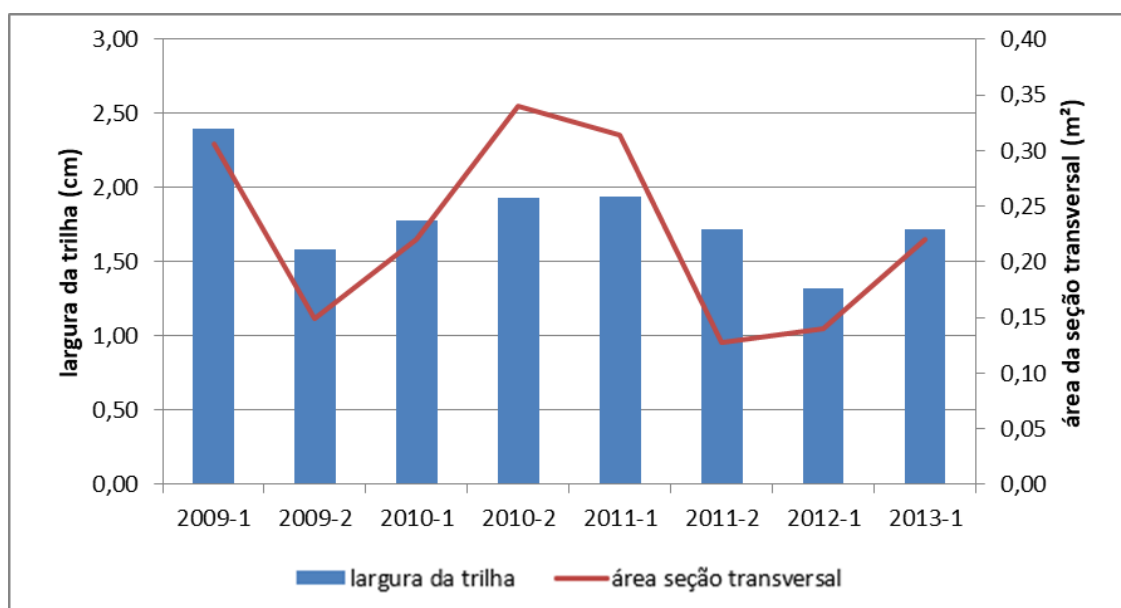


Figura 2 - Gráfico de barras com as médias de largura da trilha e linhas com a área da seção transversal mostra o comportamento da trilha ao longo do tempo de monitoramento.

O alargamento da trilha representa um processo de degradação ambiental com impactos ecológicos que podem ser facilmente detectados e manejados a partir do monitoramento desse indicador. No entanto, apesar de cumprir o papel emergencial, a delimitação dos caminhos com troncos ou pedras, projetados acima da superfície, não é considerada adequada uma vez que pode impedir os padrões naturais de drenagem e não ser suficiente para estabilizá-los (LECHNER, 2006). Dessa maneira, o ideal nesses casos é que a trilha seja planejada sem que se crie a necessidade de limitá-la com esses materiais. No entanto, o presente estudo observou uma recuperação da área anteriormente impactada pelo pisoteio. A construção dos degraus e a adição de substrato contribuíram para a diminuição dos valores de profundidade do leito da trilha. No entanto, um ano e meio após essa ação de manejo, os degraus sofreram aprofundamento e problemas de drenagem, como o empoçamento de água, o que provavelmente influenciou o aumento das médias na seção transversal, uma vez que os pontos médios da trilha (do 5 ao 7) apresentaram as maiores médias para esse indicador.



Figura 3 - Os diques construídos para mitigar o alargamento e a erosão perderam substrato e apresenta aprofundamento, isso tem como consequência os problemas de drenagem observados.

Fonte: acervo dos autores.

Além das medidas de área da seção transversal, para verificar erosão foi aplicada uma metodologia desenvolvida por Vashchenko, Biondi e Favaretto (2008) que leva em consideração, além da profundidade, a presença de degraus e sulcos. A partir dessa metodologia também foi detectado que a trilha indica significativo efeito erosivo, como mostra a Figura 4.

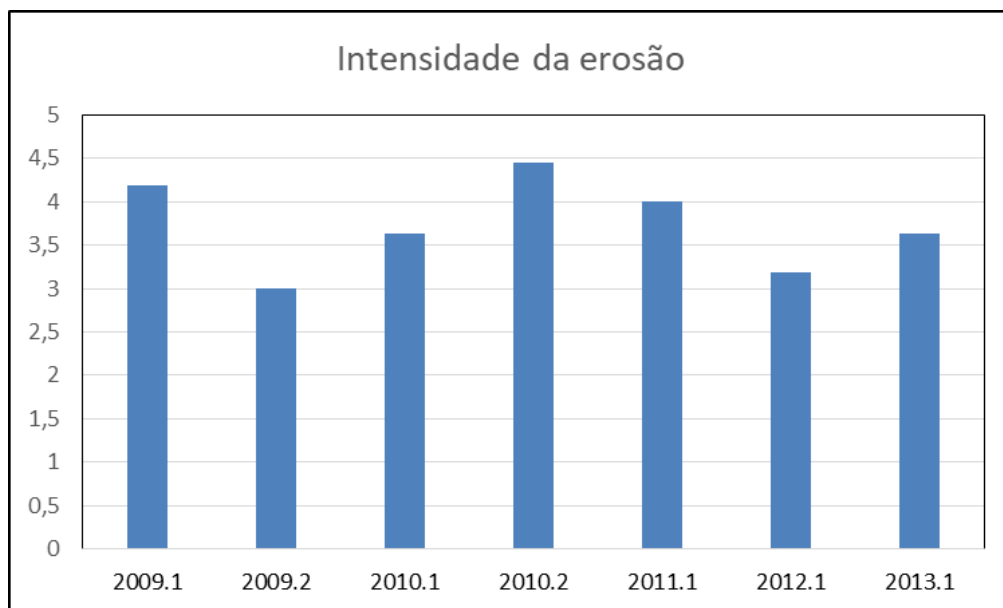


Figura 4 – Gráfico com as médias de intensidade de erosão verificados de acordo com a metodologia proposta por Vashchenko, Biondi e Favaretto (2008). Os valores de erosão variam de 1 a 5, sendo: 1 = muito baixo; 2 = baixo; 3 = médio; 4 = alto; 5 = muito alto.

Há muitos fatores que podem aumentar o potencial erosivo em uma trilha, como a declividade, o tipo e a intensidade de seu uso, a compactação do solo, o seu traçado e o tipo de solo (HAMMITT & COLE, 1998; LECHNER, 2006; MARION & OLIVE, 2006; COLE 1991). Neste último caso, se fazem necessários estudos para verificar qual o tipo de solo predominante na trilha estudada. Quanto à declividade, a trilha do Poço Verde tem baixíssima declividade e isso não seria um fator determinante para potencializar a erosão.

O grau de compactação do solo foi medido com um penetrômetro, que oferece somente cores com as correspondentes classes de valores: verde, até 1,38 MPa; amarelo, de 1,38MPa a 2,07MPa; vermelho, acima de 2,07 MPa. A partir dos dados obtidos calculou-se a frequência de ocorrência dos valores de compactação, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Quadro comparativo com a frequência de ocorrência dos valores de compactação do solo entre as margens e o leito da trilha.

Ponto amostral	Margem esquerda	Centro	Margem direita
1	VD 60%	VM 60%	VD 80%
2	VD 80%	VM 60%	VD 80%
3	AM 60%	AM 60%	VD 80%
4	VD 80%	VM 80%	VD 80%
5	VD / AM 50%	VM 75%	VD 100%
6	VD 80%	VM 80%	VD 80%
7	VD 60%	VD / VM 40%	VD 80%
8	VD / VM 50%	VM 100%	VD / VM 50%
9	VD 50%	AM 50%	VD 75%
10	VD / AM 40%	VM 80%	VD 80%
11	VD 60%	VD / AM 40%	VD 60%

VD, verde (até 1,38 MP): menor grau de compactação; AM, amarelo (de 1,38 a 2,07MP): grau de compactação médio; VM, vermelho (acima de 2,07 MP): alto grau de compactação.

Muitos autores adotam para a resistência à penetração um limite de 1,0 MPa (verde) como valor crítico e 2,0 MPa (amarelo) como impeditivo ao crescimento das raízes (TORMENA & ROLOFF, 1996). Na trilha em questão observa-se que o seu leito já atingiu alto grau de compactação, ultrapassando o valor considerado crítico.

Outros estudos (TAKAHASHI, MILANO & TORMENA, 2004; FIGUEIREDO *et al.*, 2010) mostraram valores mais elevados de compactação do solo em trilhas que permitiam uso por veículos automotores e/ou animais, bem como áreas de acampamento. Na trilha do Poço Verde, o uso é restrito à passagem de pedestres. Kroeff e Silva (2010) constataram que o tempo de existência e a intensidade de uso das trilhas estão diretamente relacionados à compactação do solo, sendo fatores inevitáveis com o pisoteio, principalmente no que se refere ao leito da trilha. Entretanto, no presente estudo, considerou-se que a medida ganha relevância em alguns pontos amostrais, pela possibilidade de alargamento da trilha somente observado em um monitoramento sistemático, o que resultaria na compactação do solo em suas laterais.

A diminuição da área de influência do pisoteio é de suma importância uma vez que a compactação do solo pode afetar a capacidade de infiltração da água no solo. Além disso, podem afetar o desenvolvimento das raízes vegetais (HAMMITT & COLE, 1998). Assim, as trilhas devem ser manejadas no sentido de deixar o seu leito livre de obstáculos tais como poças d'água/lama, pedras e árvores caídas a fim de evitar que o visitante seja obrigado a sair do seu traçado original, pois isso favorece a criação de caminhos alternativos, chamadas trilhas sociais, e propagar os efeitos do pisoteio.

A análise de correlação permitiu observar quais os indicadores são determinantes na configuração da trilha e como influenciam entre si. De acordo com a Tabela 1 infere-se que a largura da trilha tem correlação positiva com a área da seção transversal e com a erosão. Essa correlação é fundamental para avaliação da erosão da trilha, que deve considerar desde a constituição do solo até sua drenagem, diminuindo os processos erosivos (ROCHA *et al.*, 2021)

Um indicador que poderia agir como amenizador dos efeitos da compactação do solo seria a rugosidade, pois o acúmulo de água nas microdepressões no solo propicia a permanência de água por tempo suficiente para que ocorra infiltração, o que reduz a perda de solo por escoamento superficial (BERTOLANI, 2000). Com isso, a rugosidade da superfície da trilha permite analisar indiretamente a retenção de água na trilha do Poço Verde.

Tabela 1: Matriz de correlação de Spearman.

	Largura da Trilha	Largura total	Largura solo exposto	Rugosidade	Área Seção Transversal	Profundidade do Leito	Erosão
Largura da Trilha	1,000						
Largura total	,423	1,000					
Largura solo exposto	,369	-,376	1,000				
Rugosidade	,192	,711	-,106	1,000			
Área Seção T	,709	,569	,245	,299	1,000		
Prof. do Leito	,695	,449	,437	,281	,977	1,000	
Erosão	,705	,589	,319	,423	,985	,984	1,000

Matriz de correlação de Spearman. Os dados foram coletados ao longo de três anos, em seis coletas, uma em cada semestre, na trilha do Poço Verde – Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Para os valores de $\rho > 0,70$ positivo ou negativo indica uma forte correlação; ρ entre 0,30 a 0,7 positivo ou negativo indica correlação moderada; e ρ de 0 a 0,30 fraca correlação. Obs: o indicador Erosão na tabela refere-se ao resultado obtido de acordo com a metodologia aplicada por Vashchenko, Biondi e Favaretto (2008).

Alguns fatores relacionados a trilhas, como presença de lixo, danos à vegetação, solo exposto, pichações e qualidade do ar são indicadores utilizados em diferentes métodos avaliativos de capacidade de carga turística (AJUHARI *et al.*, 2023). Esses fatores depreciativos influenciam negativamente a qualidade da visita e na experiência do visitante, além disso, os aspectos visuais da trilha fazem parte das avaliações em auditorias ambientais e por isso devem ser levados em consideração em ações de manejo.

A presença de lixo é o impacto mais recorrente, tendo sido observada em todos os pontos amostrais. O material predominantemente encontrado foi o plástico na forma de embalagens de alimentos. Em 36 ocorrências de lixo, 15 eram de plástico. Outros impactos observados referem-se aos entalhes nos troncos de árvores e às inscrições em rochas, presentes em nove dos 11 pontos amostrados. A partir de 2012-1 passou-se a considerar apenas a Presença ou Ausência de materiais, sem especificação do material. Assim em 2012-1 observou-se oito deposições de "lixo" e em 2013-1, apenas uma.

Os impactos decorrentes do comportamento do visitante indicam a premente necessidade de ações mitigadoras como a promoção de programas educativos através de trilhas interpretativas, panfletos e cartilhas informativas que busquem sensibilizar o visitante a adotar um comportamento de menor impacto.

No entanto, outros fatores que são característicos da trilha podem influenciar na experiência do visitante, como é o caso de sons externos que podem ser oriundos de residências, aeroportos ou

rodovias próximas às UC. A trilha do Poço Verde fica muito próxima a rodovia Rio - Teresópolis e é possível ouvir o barulho de tráfego de automóveis desde os trechos iniciais da trilha, somente com a proximidade da trilha com o Rio Soberbo, que esses sons vão sendo sobrepostos pela sua queda d'água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados e das condições gerais da trilha, percebeu-se que esta tem passado por intensos processos erosivos. O solo compactado, relacionado ao uso intenso da trilha proporciona o escoamento superficial mesmo com declividades pequenas. Por isso recomenda-se à gestão da UC, ações de manejo que objetivem facilitar a drenagem ao longo da trilha.

Neste trabalho, também foi possível avaliar as respostas dos indicadores tanto aos impactos do uso público quanto ao manejo. Assim, as medidas de largura da trilha e área da seção transversal foram os parâmetros que forneceram mais informações a respeito das modificações ocorridas na trilha. Os demais indicadores contribuíram como informações complementares de grande relevância. A descrição da compactação do solo permite o levantamento de hipóteses a respeito dos fatores erosivos. No entanto, aprofundar esses estudos ainda se faz necessário. Outro aspecto relevante que os indicadores evidenciaram foi o comportamento cíclico das condições da trilha, muito utilizada principalmente no verão. O seu monitoramento permitiu inclusive determinar que em um intervalo de 12 meses, os indicadores físicos mostram sua deterioração, o que permite inferir que as ações de manejo devem acontecer em intervalos menores

Observar os aspectos ambientais gerais da trilha como a presença de lixo, entalhes nas árvores e inscrições em rochas entre outros fatores depreciativos é importante para saber o que um visitante comum percebe e em estudos futuros verificar o quanto esses aspectos influenciam na experiência de visita e nas posturas comportamentais do usuário.

Os resultados apresentados pela presente pesquisa são de grande importância para substantiar as informações sobre a conservação ambiental e os aspectos recreacionais das trilhas para a gestão da UC e dessa maneira contribui ativamente direcionar ações de manejo eficientes. Além disso, convém destacar a contribuição das atividades de ensino universitário para subsidiar os gestores de UC com informações importantes para o manejo.

REFERÊNCIAS

AJUHARI, Z. *et al.* Systematic Literature Review on Methods of Assessing Carrying Capacity in Recreation and Tourism Destinations. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 4, p. 3474, 2023.

ANDRADE, W. J. Implantação e manejo de trilhas. In: MITRAUD, S. **Manual de ecoturismo de**

base comunitária: ferramentas para um planejamento responsável. Brasília: WWF, 2003. p: 247-259.

ANDRADE, W, J. Manejo de Trilhas para o Ecoturismo. In: NEIMAM, Z.; MENDONÇA, R. (Orgs.). **Ecoturismo no Brasil**. Barueri: Manole, 2005.

BARBOSA, H. S. L. *et al.* Aspectos da degradação ambiental de uma trilha recreacional na Serra do Lenheiro, São João del-Rei, MG. **Revista Territorium Terram**, v. 3, n. 5, p. 32-40, 2015.

BAYFIELD, N.; McGOWANN, G. M. **Footpath Survey**. Banchory: Institute of Terrestrial Ecology, 1986.

BAYFIELD, N. **Approaches to reinstatement of damage footpaths in the Three Peaks area of the Yorkshire Dales National Park**. Grange: Agriculture and conservation in the hills and uplands, 1987. 87p.

BERTOLANI, F. C. Variabilidade especial da rugosidade superficial do solo medida com rugosímetro de agulha e laser. **Bragantina**, v. 59, n. 2, p. 227-234, 2000.

BOO, E. O planejamento ecoturístico para áreas protegidas. In: WESTERN, D. *et al.* **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão**. São Paulo: SENAC, 1999. p. 31-57.

CIFUENTES, M. **Determinación de capacidad de carga turística em áreas protegidas**. WWF: Costa Rica, 1993. 23p.

COLE, D. N. **Changes on trails in the Selway-Bitterroot Wilderness**. Montana: USDA, 1991. 89p.

COSTA, S. M. **Avaliação geoambiental das trilhas do maciço gericinó-mendanha: Uma proposta de manejo**. 2002. Monografia (Trabalho de Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FIGUEIREDO, M. A. *et al.* Compactação do solo como indicador pedogeomorfológico para erosão em trilhas de unidades de conservação: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 236-247, 2010.

FREIXÊDES-VIEIRA, V. M. *et al.* Impactos do uso público: um guia de campo para utilização do método VIM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 1., Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Fundação o Boticário, 2000. p. 296-305.

GRAEFE, A. *et al.* **Visitor Impact Management: The Planning Framework**. Washington: National Parks and Conservation Association. Washington, 1990. 115p.

HAMMITT, W.; COLE, D. **Wildland recreation ecology and management**. New York: John Wiley & Sons, 1998. 336p.

ICMBio. **Parques e Florestas Nacionais. Guia do Visitante**. 2023. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaserradosorgaos/guia-do-visitante.html>. Acesso em: 01 ago. 2023.

KROEFF, L. L.; SILVA, T. Relações entre uso, degradação e variáveis hidrogeomorfológicas nas trilhas ecoturísticas do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 259-276, 2010.

LECHNER, L. Planejamento, implantação e manejo de trilhas em unidades de conservação. **Cadernos de Conservação**, Curitiba, v. 3, n. 3. 125-132, 2006.

LEUZINGER, C. **Ecoturismo em parques nacionais**: a compatibilidade entre a função de preservação ambiental e a prática do ecoturismo em parques nacionais. Brasília: W.D. Ambiental, 2002. 341p.

MAGRO, T. C. **Impactos do Uso Público em uma trilha no Planalto do Parque Nacional de Itatiaia**. 1999. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

MANNING, R. *et al.* 1995. The visitor experience and resource protection (VERP) process: the application of Carrying Capacity to Arche National Park. **The George Wright Forum**, v. 12, n. 3, p. 41-55, 1995.

MANNING, R. E. Density, crowding and satisfaction: search for relationships. In: MANNING, R. E. **Studies in outdoor recreation**. Pp. 49-77. Oregon: State University press, 1986. p. 49-77.

MARION, J. L.; OLIVE, N. **Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and recreational area**. Virginia: U.S. Geological Survey, 2006.

MITRAUD, S. Monitoramento e controle de impactos de visitação. In MITRAUD, S. **Manual de ecoturismo de base comunitária**: ferramentas para um planejamento responsável. Brasília: WWF, 2003. p. 315-362.

NETO, W.; CASTRO, E. V. **Parque Nacional da Serra dos Órgãos**: Guia de Trilhas, Cachoeiras e Montanhas. Petrópolis: Ed. W. Neto, 2009. 256p.

NILSEN, P.; TAYLER, G. A. Comparative Analysis of Protected Area Planning and Management Frameworks. In: McCOOL, S.; COLE, D. (Comps.). **Proceedings - Limits of Acceptable Change and related planning processes**: progress and future directions. Missoula: Rocky Mountain Research Station, 1998. p. 49-58. Missoula.

NUNES, T. *et al.* Monitoramento e avaliação da largura e profundidade do trecho inicial da trilha da asa delta, morro do Anhangava – PR. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 27, p. 188-200, 2008.

PASSOLD, A. J. *et al.* **Comparing indicator effectiveness for monitoring visitor impact at Intervales State Park, Brazil**: Park Ranger - Measured Versus Specialist-Measured Experience. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. p. 51-57.

PASSOLD, A. J. **Seleção de indicadores para o monitoramento do uso público em áreas naturais**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais, com opção em Conservação de Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PIMENTEL, D. S.; MAGRO, T. C.; SILVA FILHO, D. F. Imagens da Conservação: Em busca do apoio público para a gestão de Unidades de Conservação. **Teoria & Sociedade**, v. 19, p. 144-168, 2013.

ROCHA, C. H. B. *et al.* Carrying capacity and impact indicators: analysis and suggestions for sustainable tourism in protected areas – Brazil. **World Leisure Journal**, v. 63, n. 1, p. 73-97, 2021.

STANKEY, G.; McCOOL, S.; STOKES, G. Managing for appropriate wilderness conditions: The carrying capacity issue. In: HENDEE, J.; STANKEY, G.; LUCAS, R (Eds.). **Wilderness Management**, 1990. p. 215-239.

STANKEY, G. *et al.* **The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning**. Ogden: General Technical Report, 1985. 43p.

TAKAHASHI, L. *et al.* Indicadores de impacto para monitorar o uso público no Parque Estadual Pico do Marumbi, Paraná. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 159-167, 2005.

TEIXEIRA, H. W. *et al.* Pisoteio experimental na vegetação de borda de uma trilha ecoturística na APA Serra São José - Tiradentes, MG. **Revista Eletrônica de Geografia Territorium Terram**, v. 01, n. 02, p. 123-129, 2013.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 333-339, 1996.

VASHCHENKO, Y. *et al.* 2008. Erosão causada pela prática do montanhismo na trilha para os picos Camapuã e Tucum – Campina Grande do Sul (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 71-87, 2008.

WEST, P. *et al.* Parks and people: the social impact of protected areas. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p. 251-277, 2006.

WESTERN, D. Prefácio: definindo ecoturismo. In: LINDBERG, K.; HAWKINS, D. E (Eds.). **Ecoturismo: um guia para planejamento e gestão**. São Paulo, SENAC, 1999. p. 13-22.