

Avaliação da aplicação de carga antrópica em uma trilha no Parque Nacional da Serra da Canastra (Estado de Minas Gerais, Brasil)

Ian Lucas de Oliveira Rocha*, Rita de Cássia Ribeiro Carvalho, Wellington William Rocha, Maria Jose Reis, Bruno Silva Pires

Universidade do Estado de Minas Gerais. Unidade Passos. Departamento de Engenharia. Av. Juca Stockler, 1130. Belo Horizonte. Passos-MG, Brasil (CEP 37900-106). E-mail: ian.rocha1997@outlook.com.

Resumo. Estudos sobre capacidade suporte de carga antrópica em trilhas ecológicas são necessários para avaliar a intensidade do uso público em unidades de conservação para que não comprometam a sustentabilidade do ecossistema. Cada trilha deve ser concebida tendo em vista as características físicas do local, buscando acarretar o menor impacto possível ao solo e vegetação. O objetivo do trabalho foi a partir de análises de resistência à penetração na umidade de capacidade de campo do solo detectar possíveis impactos causados pelo pisoteio antrópico. Foi realizado um levantamento das condições físicas da parte de uma trilha quanto à compactação, bem como nas áreas adjacentes a essa trilha. A Resistência à Penetração (RP) na umidade na capacidade de campo foi comparada pelo Teste de Snedcor e Cochran e tais valores apresentados são oriundos da modelagem matemática de $RP \times Umidade$. A resistência à penetração no centro da trilha apresentou o maior valor, certamente pelo fato do pisoteio mais intenso. Considerando as avaliações laterais, fora da trilha, percebeu-se uma resistência menor, o que pode ser explicado pelo fato de não serem submetidas às cargas antrópicas. Estes valores do ponto de vista agrônomo não configuram compactação, o que pode ser justificado pelo solo apresentar textura arenosa. Contudo, por se tratar de uma trilha, esta resistência à penetração, mesmo que reduzida, pode causar degradação em longo prazo. A combinação destes indicadores é de fundamental importância para o monitoramento dos impactos das trilhas, uma vez que gera informações para a criação de propostas e de estratégias de manejo.

Palavras-chave: Resistência à penetração; Trekking; Conservação de solo; Impacto ambiental; Educação ambiental.

Abstract. *Assessment of anthropic load application on a trail in the National Park of Serra da Canastra (Minas Gerais State, Brazil).* Studies on anthropic carrying capacity in ecological trails are needed to assess the intensity of public use in conservation units so that they do not compromise the sustainability of the

Recebido:
21/02/2018

Aceito:
22/04/2018

Publicado:
30/04/2018



Acesso aberto



ORCID

- 0000-0002-5078-550X
Ian Lucas de Oliveira Rocha
- 0000-0001-7497-2230
Rita de Cássia Ribeiro Carvalho
- 0000-0001-9550-8269
Wellington William Rocha
- 0000-0001-5394-0803
Maria Jose Reis
- 0000-0003-0070-7199
Bruno Silva Pires

ecosystem. Each trail should be designed considering the physical characteristics of the place, seeking to have the least possible impact on the soil and vegetation. The objective of the work was to analyze the resistance to penetration in the soil field moisture content, to detect possible impacts caused by the anthropic trampling. A survey was made of the physical conditions of the part of a trail for compaction, as well as in the areas adjacent to this trail. The Resistance to Penetration (RP) in the field capacity moisture was compared by the Snedcor and Cochran Test and these values are derived from the mathematical modeling of RP x Humidity. The resistance to penetration in the center of the trail presented the greatest value, certainly due to the fact of the intense trampling. Considering the lateral evaluations, outside the trail, a lower resistance was perceived, which can be explained by the fact that they are not submitted to anthropic loads. These values from the agronomic point of view do not constitute compaction, which can be justified by the soil presenting sandy texture. However, because it is a trail, this resistance to penetration, even if reduced, can cause long-term degradation. The combination of these indicators is of fundamental importance for the monitoring of the impacts of the trails, since it generates information for the creation of proposals and management strategies.

Keywords: Penetration resistance; Trekking; Soil conservation; Environmental impact; Environmental education.

Introdução

O Parque Nacional é uma das categorias de unidades de conservação mais difundidas no mundo, no Brasil, cerca de 17,51% do território brasileiro está coberto por unidades de conservação (UC) federais e estaduais (MMA, 2017).

A visitação turística em unidades de conservação, em geral, vem aumentando de forma significativa em função do desenvolvimento tecnológico e consequente aumento do tempo de lazer (Takahashi, 2001). Embora a visitação não seja o objetivo principal das florestas nacionais (FLONAS), esta atividade está prevista e, segundo Brasil (2002), é condicionada ao plano de manejo da UC.

O aumento do turismo em áreas naturais requer uma maior preocupação com a sustentabilidade, o que implica no estabelecimento de um planejamento que direcione o desenvolvimento da atividade visando primordialmente à

conservação do ambiente natural, pré-requisito para a manutenção do ecoturismo em longo prazo, sendo as trilhas utilizadas como meio de contato com a natureza (Fonseca Filho, 2012). Segundo os estudos de Liddle (1975: 3):

[...] O trânsito de pessoas nessas áreas se dá, em sua maioria, através de trilhas para esse fim. No entanto, assim como as trilhas servem como elo entre as pessoas e a natureza, servem também como vetores de propagação de diversos desequilíbrios ambientais, tais como introdução e propagação de espécies vegetais exóticas, pisoteio na vegetação, exposição e principalmente a compactação solo.

O termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado durante a qual existe um aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume (Calonego et al., 2011). Neste sentido, a

compactação dos solos em áreas de preservação é resultante do pisoteio de animais e pessoas que visitam as unidades de conservação, no qual esses mesmos indivíduos utilizam veículos como bicicletas, motocicletas, automóveis, entre outros, que causam compactação (Pinto et al., 2008).

Dentre outros efeitos da compactação em trilha, Figueiredo et al. (2011), incluíram:

[...] a diminuição da biomassa das plantas e a cobertura do solo; uma diminuição na densidade de ervas, arbustos e plântulas; a substituição de espécies menos tolerantes por aquelas mais tolerantes ao impacto do pisoteio; e mudanças associadas ao solo que são frequentemente menos óbvias, mas não menos importantes, uma vez que ao longo do tempo eles podem conduzir a um declínio no vigor das plantas e a uma redução na biomassa da fauna do solo.

A soma dessas mudanças pode ocasionar um desequilíbrio ambiental indesejável, o que poderia levar ao comprometimento da sustentabilidade ambiental local ao longo do tempo.

Estas alterações estariam associadas à compressão do solo, refletindo na diminuição no teor da matéria orgânica, restrição na quantidade de água infiltrada e elevação no escoamento superficial (Figueiredo et al., 2011).

A ocorrência dessa quebra no equilíbrio ecológico em áreas naturais, como relata Vashchenko (2006), é consequência do uso quer seja ele praticado com propósitos educacionais/pedagógico ou de lazer, salientando que todos os visitantes, até mesmo os mais prudentes deixam pegadas.

As investigações e determinações dos impactos do pisoteio humano em trilhas, junto com a simulação experimental do tipo de dano causado ao meio ambiente, realizado através das pesquisas científicas demonstraram que as áreas sujeitas ao uso para o lazer ocasional-

mente expressam indícios de degradação dos recursos naturais (Spinola, 2013). Desta forma, o que se aponta hoje é que a expansão do contingente de pessoas nas áreas silvestres deve ser acompanhada de planejamento de gerenciamento, principalmente quando se trata de áreas protegidas (Figueiredo et al., 2011).

Costa (2016) e Spinelli et al. (2016) afirmam que o mundo perde cada vez mais espécies e habitats, de forma acelerada. Com isso é necessária uma mudança de comportamento da sociedade na forma de exploração e uso destas áreas e dos seus recursos, respeitando a capacidade de carga e o ponto de equilíbrio de sua resiliência a fim de atingir princípios sustentáveis.

No planejamento de uma trilha é necessário haver, primeiramente, segundo Cordeiro et al. (2016), um estudo da capacidade de carga do local para determinar o número aceitável de visitantes. Cada trilha deve ser concebida tendo em vista as características físicas do local, com intuito de reduzir impacto ao solo, vegetação e fauna. Esse tipo de estudo é vital para a estipulação de parâmetros à visitação, certificando-se que, em longo prazo, os impactos registrados serão aceitáveis e não comprometerão o espaço correspondente (Minohara et al., 2017).

A penetrometria é uma importante ferramenta para medir a compactação do solo, processo pelo qual partículas do solo e agregados são rearranjadas, tendo esses últimos suas formas e tamanhos alterados (Hamza e Anderson, 2005). Sendo assim, a combinação desses indicadores é de fundamental importância para o monitoramento dos impactos das trilhas, uma vez que gera informações para a criação de propostas e de estratégias de manejo destas.

A presente pesquisa teve por objetivo usar os parâmetros de resistência à penetração na umidade de capacidade de campo do solo para detectar possíveis impactos causados pelo pisoteio antrópico em uma trilha no

Parque Nacional da Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais, Brasil. Ressalta-se que nenhum trabalho dessa natureza foi desenvolvido nesta unidade de conservação, e que no Brasil são raros os trabalhos dessa natureza em Parques Nacionais. Motivo este que torna relevante os estudos na Serra da Canastra, um parque que atualmente inúmeros turistas estão buscando como forma de lazer. Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos para alavancar o turismo nesta UC, no entanto é necessário estudar aspectos de conservação do ambiente, como a conservação do solo/trilhas.

Desta forma, a adequação do número e forma de visitação pode garantir um maior grau de satisfação e segurança aos visitantes, com o menor impacto possível sobre os recursos dos sítios visitados. Ainda sim, melhores condições são proporcionadas para atividades em Educação Ambiental, que venham contemplar aspectos conceituais, políticos, sociais e ambientais relativos à unidade de conservação.

Metodologia

A trilha estudada é classificada como linear, pois o visitante sai de um ponto a outro e retorna ao primeiro pelo mesmo caminho. Este, geralmente, é o formato de trilha mais comum e seu objetivo é conectar o caminho principal a algum destino, como lagos, mirantes, cavernas ou picos, entre outros (Andrade e Rocha, 2008).

Para a realização da penetrometria, foram selecionados dez pontos, em cada local pré-determinado. Realizaram-se três medições, sendo a primeira no leito da trilha e as outras duas na área adjacente (fora da trilha/ao lado).

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional da Serra da Canastra, no Estado de Minas Gerais, Brasil, que forneceu subsídios para estratégias de manejo e conservação em uma trilha (20° 35' 42.64" S e 46° 20' 51.22" W) (Figura 1).

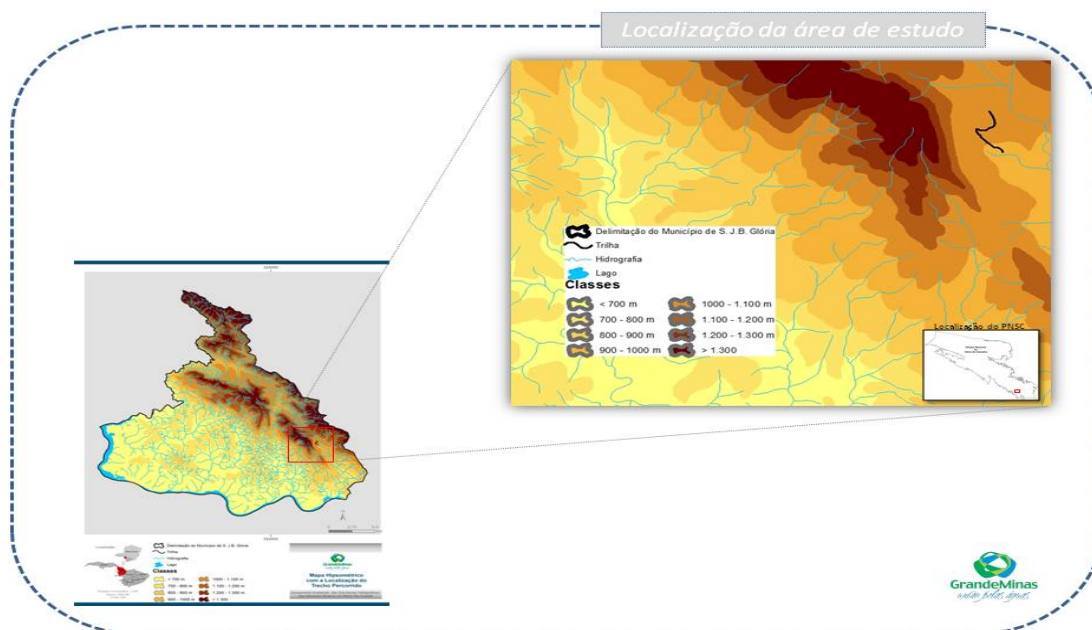


Figura 1. Área da pesquisa.

A partir das trilhas preliminares (Figura 2), parte desta trilha (Paraíso Perdido-Canteiros) foi submetida à coleta de amostras de solo para avaliação de capacidade de suporte de carga. Tal coleta aconteceu na primeira quinzena

de janeiro de 2017 (primeira etapa do projeto). Para mais clareza, a trilha principal já mapeada (Figura 2), apresenta em verde o ponto de partida deste trabalho.

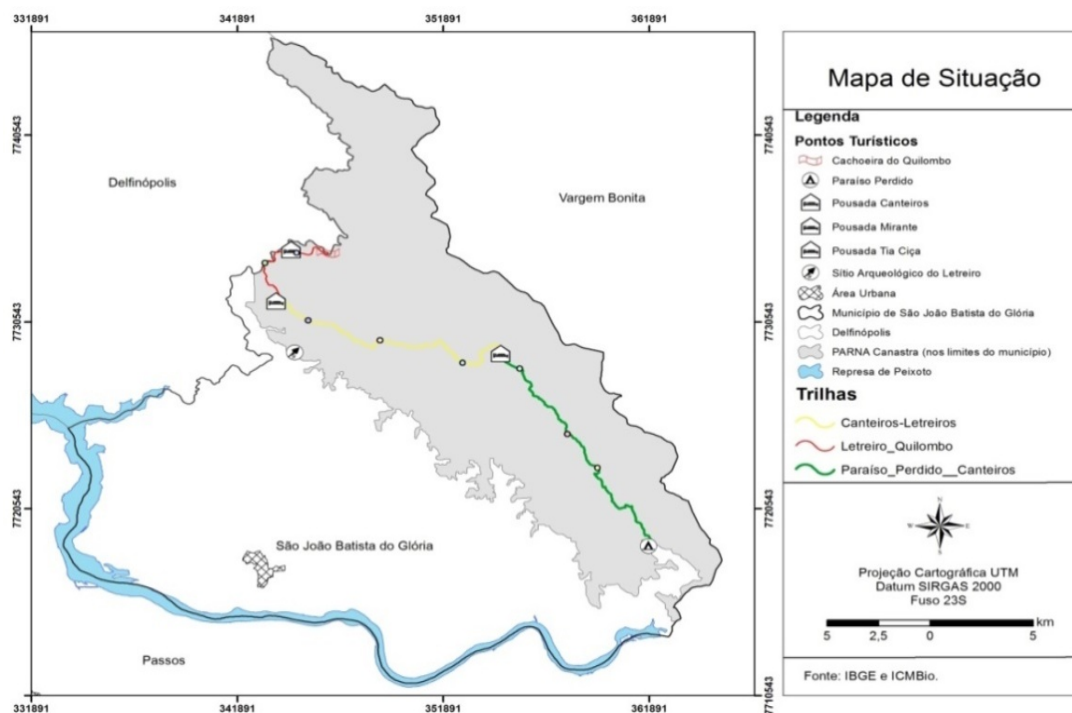


Figura 2. Mapa de situação da trilha. Fonte: Andrade et al. (2015).

Desta forma, os trabalhos foram iniciados na região que envolve a Pousada Paraíso Perdido.

Penetrometria

Para os ensaios de resistência do solo à penetração, as amostras indeformadas foram coletadas na camada de 0-5 cm, na trilha e em áreas adjacentes, com o auxílio do amostrador de Uhland (Figura 3), e acondicionadas em plástico filme e posteriormente parafinadas, para garantir sua estrutura até seu manuseio (Figura 4).

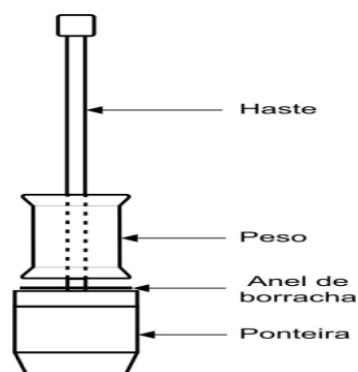


Figura 3. Amostrador de Uhland esquematizado. Adaptado de Kondo e Dias Júnior (1999).



Figura 4. Etapas da coleta de amostras de solo indeformadas.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Mecânica e Física do Solo (MEFIS), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), onde foram realizados os ensaios, os quais teve supervisão do pesquisador e membro da equipe desse trabalho.

No laboratório, as amostras foram trabalhadas para que seu volume coincida com o volume do anel, facilitando assim o cálculo de densidade do solo e manuseio dessas.

Após o preparo das amostras indeformadas de solo, conforme exemplo (Figura 3), essas foram saturadas com água destilada por um período de até 72 h. A partir desse procedimento, iniciou as avaliações de resistência do solo à penetração que consistiu em medir a resistência do solo dentro do anel com o auxílio do penetrômetro de bolso, e pesando-se os monólitos em seguida (Figura 5). Nos primeiros três dias foram realizados uma determinação por dia e após esse período mais duas foram executadas por dia. Essas determinações foram realizadas até a secagem natural das amostras, pois o excesso de inserções e trincas no solo poderia comprometer a precisão das leituras. Foi preparado um total de 30 medições por manejo.



Figura 5. Demonstração da avaliação de resistência do solo a compactação com a utilização de penetrômetro de bolso.

No final do ensaio, as amostras foram levadas para a estufa a 105 °C por 24 h para secagem. Com os valores das massas dos solos úmidos e secos, calcularam-se as umidades correspondentes aos valores das determinações das resistências do solo à penetração. Com essas informações de resistência à penetração versus umidade, pode obter os modelos matemáticos que auxiliaram no entendimento da compactação ou não dos manejos estudados. Depois de feita essas determinações um modelo

exponencial foi ajustado e comparados estatisticamente segundo Snedecor e Cochran (1989).

Pela comparação dos modelos foi possível detectar os possíveis impactos causados pelo pisoteio antrópico e propor medidas de amenização desses impactos.

Resultados e discussão

Os valores da penetrometria são oriundos da modelagem matemática de RP x Umidade. A resistência à penetração no centro da trilha apresentou o maior valor (0,75 Mpa), certamente pelo fato do pisoteio mais intenso (Figura 6).

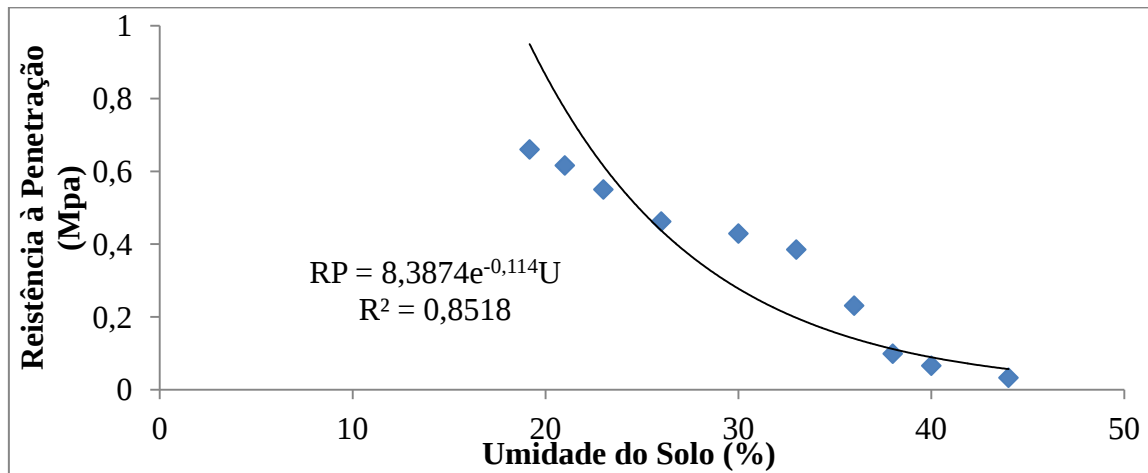


Figura 6. Condições físicas da parte central da trilha estudada.

Considerando as avaliações laterais (Figuras 7 e 8), fora da trilha, percebeu-se uma resistência menor, 0,42 Mpa e 0,46 Mpa, valores estes que representam o lado esquerdo e direito da trilha estudada, respectivamente, e não apresentam diferença estatística segundo Snedecor e Cochran (1989). Isto pode ser explicado pelo fato de não serem submetidas às cargas antrópicas. Esses valores do ponto de vista agrônomo não configuram compactação, o que pode ser justificado pelo solo apresentar textura arenosa.

Os valores encontrados nesse trabalho corroboram com as médias encontradas nos estudos de Takahashi (2013), onde a resistência média do solo à penetração na superfície da trilha foi de 0,9 Mpa na parte central e nas áreas adjacentes de 0,4 Mpa, no qual o autor concluiu que a parte central da trilha apresentou-se com um valor mais alto ao se comparar com as áreas adjacentes.

Essa diferença pode ser justificada, pelo fato da parte central ser constantemente submetida a fatores que causam a compactação do solo. Fatores esses como pisoteio de visitantes e animais e do uso de veículos como bicicletas, motocicletas, automóveis entre outros que causam compactação (Pinto et al., 2008).

Ao se comparar os resultados desta pesquisa com os estudos de Figueiredo et al. (2011), os valores de resistência média do solo à penetração no leito da trilha de 3,7 MPa e nas áreas adjacentes de 1,0 MPa e 0,9 MPa nas margens esquerda e direita, respectivamente, estes apresentaram superiores. Dessa forma, por se tratar de uma trilha, esses valores de resistência à penetração, mesmo que reduzidos, podem causar degradação em longo prazo. Uma vez que estes sinais já estão presentes em alguns trechos da trilha, uma possível erosão pode acontecer.

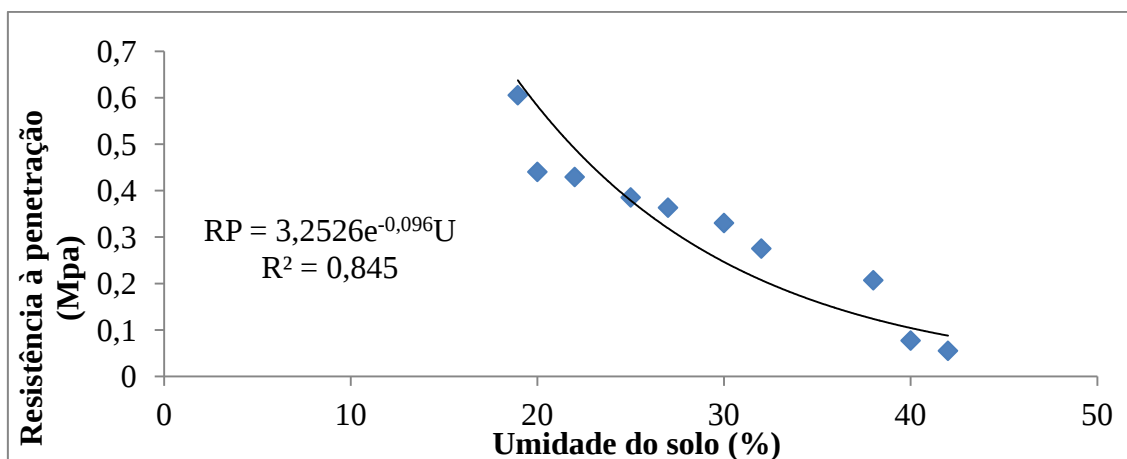


Figura 7. Gráfico das condições físicas da parte adjacente (lateral esquerda) da trilha estudada.

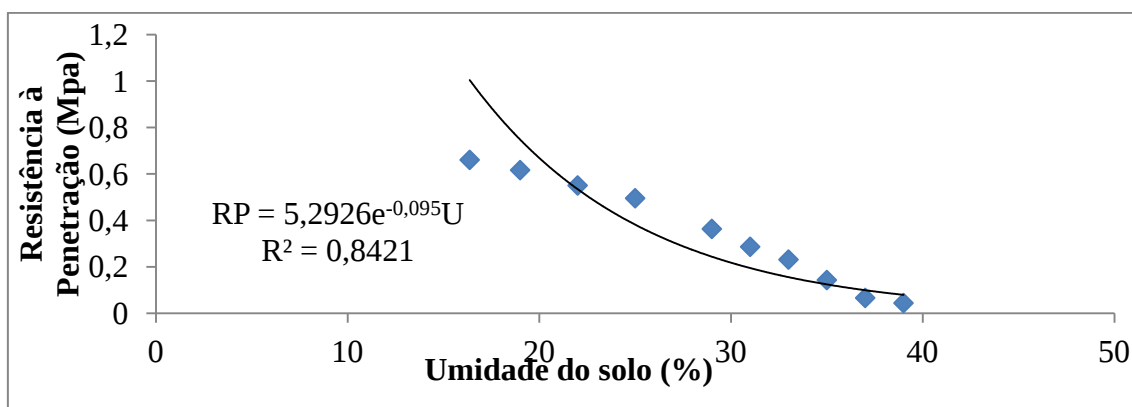


Figura 8. Gráfico das condições físicas da parte adjacente (lateral direita) da trilha estudada.

Mesmo com valores baixos de RP para essa trilha, com características da textura arenosa ficam alerta para um bom planejamento do número de visitantes, certificando que em longo prazo, os possíveis impactos não comprometerão o espaço correspondente.

Considerações finais

A combinação da penetrometria e umidade do solo são de fundamental importância para o monitoramento dos impactos das trilhas da unidade de conservação.

Embora agronomicamente o solo não apresente compactação, os valores de resistência à penetração indicam que o centro da trilha, por ser mais pisoteado, apresenta uma alteração estrutural.

A resistência à penetração, mesmo que reduzida, sugere causar degradação em longo prazo.

O Parque Nacional da Serra da Canastra não contempla um plano de manejo de conservação das trilhas mediante a avaliação da capacidade de carga antrópica. Tais informações são relevantes para monitoramento e gestão da atividade turística no Parque.

Com os dados do presente estudo é possível criar propostas iniciais de manejo e estratégias para conservação de trilhas.

É possível combater os fatores de distúrbio aos ecossistemas, respeitando o seu ponto de equilíbrio, respeitando as limitações dos recursos e o tempo necessário para a natureza se recompor.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Conrado Oliveira de Pádua Andrade, Ricardo Ferreira Godinho e Rita de Cássio Ribeiro Carvalho, autores do livro “Caminhos da Canastra: elaboração de uma rota ecoturística de trekking”, publicado pela Editora Publit, Rio de Janeiro, 2015, pela permissão para republicação dos mapas.

Declaração de conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Andrade, C. O. P.; Carvalho, R. C. R.; Godinho, R. F. **Caminhos da Canastra**: elaboração de uma rota ecoturística de trekking. Rio de Janeiro: Publit, 2015.
- Andrade, W. J.; Rocha, R. F. Manejo de trilhas: um manual para gestores. **IF Série Registros**, v. 35, p. 1-74, 2008.
- Brasil. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 20 set. 2017.
- Calonego, J. C.; Gomes, T. C.; Santos, C. H.; Tiritan, C. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura em solo compactado. **Bioscience Journal**, v. 2, n. 2, p. 289-296, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7632/7235>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- Cordeiro, C. D. A. S.; Meilsmidh, F. G.; Silva, S. T.; Mariani, M. A. P. C. Educação ambiental através de trilhas interpretativas na reserva natural da Universidade Católica Dom Bosco. **Multitemas**, n. 29, p. 186-195, 2016. Disponível em: <<http://www.multitemas.ucdb.br/article/view/788/766>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- Costa, C. M. M. **A evolução nas publicações sobre turismo de natureza nas revistas brasileiras de turismo**: uma análise cienciométrica. Brasília: Universidade de Brasília, 2016. (Monografia).
- Figueiredo, M. A.; Assis Brito, I.; Takeuchi, R. C.; Almeida-Andrade, M.; Rocha, C. T. V. 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, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228911/23322>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- Fonseca Filho, R. E. **Qualidade do solo como um geoindicador de alterações ambientais no Parque Nacional da Serra do Cipó**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2012. (Dissertação de Mestrado).
- Hamza, M. A.; Anderson, W. K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil and Tillage Research**, v. 82, n. 2, p. 121-145, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009>
- Kondo, M. K.; Dias Junior, M. S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, p. 211-218, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000200004>
- Liddle, M. J. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. **Biological Conservation**, v. 7, n. 1, p. 17-36, 1975. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(75\)90028-2](https://doi.org/10.1016/0006-3207(75)90028-2)
- Minohara, R. H.; Dazzi, R. S.; Santos, A. S. Unidades de conservação e sustentabilidade: plano de manejo e aplicação da capacidade de carga no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS). **Applied Tourism**, v. 1, n. 3, p. 81-103, 2017. <https://doi.org/10.14210/at.v1n3.p81-103>

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Brasília: MMA/SBF, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80112/CNUC_AgostoBiomass1.pdf>. Acesso: 09 ago. 2017.

Pinto, L. G.; Oliveira, F. F.; Almeida, M.; Pedrosa, H. F.; Santana, W. A.; Amaral Figueiredo, M. Atividade erosiva em trilhas de unidades de conservação: estudo de caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. **e-Scientia**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2008. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcbas/article/view/119/68>>. Acesso em: 20 set. 2017.

Snedecor, G. W.; Cochran, W. G. **Statistical methods**. 8. ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1989.

Spinelli, M. V. P.; Oliveira, R. M. C. M.; Silva, H. P.; Brandão, S. S. F.; Araújo Frutuoso, M. N. M. Estudo sustentável da capacidade de carga antrópica e a sua influência no ponto de equilíbrio da resiliência ambiental **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 185-199, 2016. <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233667/27245>>.

ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233667/27245>. Acesso em: 20 set. 2017.

Spinola, C. A. Parques nacionais, conservação da natureza e inserção social: uma realidade possível em quatro exemplos de cogestão. **Turismo - Visão e Ação**, v. 15, n. 1, p. 71-83, 2013. <https://doi.org/10.14210/rtva.v15n1.p071-083>

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**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. (Tese de Doutorado).

Takahashi, L. Y. Limite aceitável de câmbio (LAC): manejando e monitorando visitantes. Anais do Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Curitiba, v. 1, p. 445-464, 2001.

Vashchenko, Y. **Caracterização da trilha e o impacto do montanhismo nos Picos Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2006. (Dissertação de Mestrado).



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.