

# DEGRADAÇÃO DOS SOLOS AO LONGO DE UMA TRILHA DE DESTINO A ATRATIVOS DO MONUMENTO GEOTURÍSTICO SERRA DE SÃO JOSÉ, TIRADENTES, MINAS GERAIS, BRASIL.

Ítalo Sousa de Sena<sup>1</sup>, Hilton Wagner Teixeira<sup>1</sup>, Múcio do Amaral Figueiredo<sup>2</sup>,  
Leonardo Cristian Rocha<sup>2</sup>

1 - Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, Campus Ctan, Av. Visconde do Rio Preto, s/n, 36301-360, São João del-Rei, MG, Brasil. [italosena@gmail.com](mailto:italosena@gmail.com), [hwt.geografia@gmail.com](mailto:hwt.geografia@gmail.com)

2 - Departamento de Geociências, Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, Campus Ctan, Av. Visconde do Rio Preto, s/n, 36301-360, São João del-Rei, MG, Brasil. [muciofigueiredo@ufsj.edu.br](mailto:muciofigueiredo@ufsj.edu.br), [rochageo@ufsj.edu.br](mailto:rochageo@ufsj.edu.br)

Recebido em 5 de março de 2014; aceito em 10 de dezembro de 2014

**Resumo:** O desenvolvimento dos ideais conservacionistas e o surgimento de modalidades turísticas como o ecoturismo e o geoturismo ampliou o interesse das populações urbanas por áreas naturais. Esse acréscimo de visitação em áreas de preservação ambiental é positivo em relação à divulgação dos patrimônios biótico e abiótico. Contudo, o acesso a este tipo de atrativo é feito principalmente através de trilhas, e a intensificação da utilização das mesmas podem atuar como vetores de propagação de diversos desequilíbrios ambientais, tais como exposição, compactação e erosão do solo. Para entender estes processos de degradação de trilhas foi utilizada como área de estudo a trilha do Carteiro, localizada na APA Serra São José, no município de Tiradentes, Minas Gerais. A análise se baseou na utilização do método de Área Seccional Transversal (AST), e cálculo das taxas de compactação do solo no leito e nas bordas da trilha. Foram separados diversos pontos de controle ao longo da trilha, onde foi aplicada a metodologia proposta. Trechos da trilha foram analisados, obtendo-se os valores de perda de solo em centímetros quadrados e as taxas de compactação em megapascal.

**Palavras-chave:** Trilhas, geoturismo, ast, erosão e compactação do solo.

**Abstract:** SOIL DEGRADATION ALONG A TRAIL DESTINATION ATTRACTIVES OF THE SERRA DE SÃO JOSÉ GEOTOURISTIC MONUMENT, TIRADENTES COUNTY, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL. The development of conservation ideal and the rise of tourist modalities such as ecotourism and geotourism increased the interest of urban populations for natural areas. This increase visitation in areas of environmental preservation is positive with respect to the disclosure of biotic and abiotic heritage. However, access to this type of attraction is mostly done through trails, and the increasing use of them can act as vectors for the spread of many environmental disturbances, such as exposure, compaction and soil erosion. To understand these processes of degradation of trails was used as the study area of the Carteiro trail, located at Serra São José Environmental Protection Area, in the Tiradentes county, Minas Gerais, Brazil. The analysis is based on the use of the method of Cross Sectional Area (CSA), and estimation of soil compaction in the bed and on the edges of the trail. Were separated several checkpoints along the trail, where the methodology proposed was applied. These sections were analyzed, yielding values of soil loss in square centimeters and compaction rates in megapascals.

**Key-words:** Trail, geotourism, csa, erosion and soil compaction.

## 1. INTRODUÇÃO

A humanidade tem introduzido cada vez mais em seu cotidiano, a conscientização e atitudes ecológicas. Como grande parte da população mundial vive atualmente em áreas urbanas, a conscientização cada vez maior dos valores ecológicos, tem levado um crescente contingente de pessoas a buscar um contato mais estreito com a natureza. Seja para lazer, prática de esportes ou simples contemplação, a visitação pública em áreas protegidas vem aumentando continuamente. Isso é um fator positivo no ponto de vista da divulgação do patrimônio natural, bem como para a conscientização da população. No entanto, o aumento do contingente de pessoas nas áreas silvestres deveria ser acompanhado de planejamento de gerenciamento, principalmente quando se trata de áreas protegidas (Sena et al, 2013).

A procura por novos locais de visitação, como por exemplo, monumentos geológicos, geomorfológicos, fez surgir um novo tipo de

modalidade turística, o geoturismo, que vem ganhando reconhecimento nos últimos anos. Por se tratar de um novo segmento do turismo de natureza, o geoturismo se mostra inovador e apresenta propostas diferenciadas. Segundo Nascimento et al (2007, p.02), o geoturismo “*utiliza feições geológicas como atrativo turístico, e constitui-se em uma ferramenta para assegurar a conservação e sustentabilidade do local visitado, por meio da educação e da interpretação ambiental.*”. De acordo com esta definição percebe-se que a principal proposta do geoturismo é a divulgação do patrimônio geológico, como forma de educação ambiental, propiciando a geoconservação, criando uma sensibilização de conservação no geoturista. De acordo com Brilha (2005, p. 51), “*a geoconservação (...), tem como objetivo a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo tipo de recursos geológicos.*”, ou seja, o geoturismo propõe de um modo geral não só um turismo contemplativo, mas também um turismo indagador, que estimula o senso de conservacionista e científico, atrelado ao conceito de geoconservação.

O trânsito de pessoas nas áreas protegidas, em sua maioria, ocorre por meio de trilhas existentes para esse fim. Assim, tais percursos (as trilhas) têm sido cada vez mais utilizados, pois nas últimas décadas tem havido um crescente contingente de pessoas buscando a prática e o contato com o meio natural (Cole, 1993; Cole & Landres, 1995; Hammit & Cole, 1998). 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, compactação e erosão do solo (Liddle, 1975). A compactação tem desdobramentos, pois afeta o desenvolvimento de raízes vegetais, interfere nas taxas de infiltração hídrica, além de favorecer processos erosivos (Hammit & Cole, 1998). Quando tais fenômenos se intensificam, passam a ser um sério problema gerencial para os administradores das áreas protegidas.

A principal função inicial das trilhas foi de suprir a necessidade de deslocamento, assim como ocorreu durante um período na Trilha do Carteiro, área de investigação deste trabalho, onde o trajeto era realizado como comunicação entre diferentes vilas da região, fazendo parte do circuito de caminhos do Brasil Colonial em Minas Gerais, conhecido como Estrada Real (Sena et al, 2013). Contudo, verifica-se que ao longo dos anos houve uma alteração de valores em relação às trilhas. De simples meio de deslocamento, as trilhas surgem como novo meio de contato com a natureza. A caminhada incorpora um novo sentido, passa a ter um sentido em si próprio e recebe um grande número de adeptos (Andrade, 2003).

A trilha investigada é historicamente conhecida como Trilha do Carteiro que, segundo guias locais, serviria de acesso às vilas que circundam o monumento geoturístico Serra de São José, que abriga a Área de Proteção Ambiental (APA) de mesmo nome. Por se tratar de uma trilha de secular utilização, é possível perceber que em determinados trechos existem estruturas criadas para facilitar o trajeto, assim como evitar a degradação da trilha, podendo-se observar blocos da rocha metarenítica local servindo como calçamento do leito da trilha, principalmente em locais de declividade mais acentuada, podendo-se observar também pequenas obras de engenharia históricas para desvio de drenagem pluvial do leito da trilha, atuantes até a atualidade (Sena et al, 2013).

## 2. METODOLOGIA

A Serra de São José situa-se entre os municípios de São João del-Rei, Tiradentes, Coronel Xavier Chaves e Prados, nas coordenadas 21°4'54"S e

44°9'44"W. O clima da região enquadra-se no tipo Cwb, segundo a classificação de Köppen, ou seja, subtropical moderado úmido, também chamado tropical de altitude (Silva et al, 2004), com temperatura média dos meses mais quente e mais frio, respectivamente, de 22 °C e de 15 °C. Apresenta duas estações bem definidas (verão quente e úmido e inverno frio e seco), com a precipitação média anual em torno de 1.500 mm. A vegetação natural é bastante diversificada (RADAMBRASIL, 1983), apresentando vários ecótipos em um raio de 1 km. No talus da escarpa da serra, a Floresta Estacional Semidecidual é a vegetação dominante, mas nas proximidades são encontradas florestas mistas, com a ocorrência de Araucárias. A norte e a leste da serra, predominam os cerrados (Cerrado *stricto sensu*, Campo cerrado e Cerradão) (Silva et al, 2004). A partir de 1.250 m de altitude, no maciço metarenítico, predominam os Campos Rupestres, caracterizados por apresentar ampla variedade de espécies de *Orchidaceae*, *Bromeliaceae*, *Xyridaceae* e *Velloziaceae* (Alves & Kolbek, 1994) se desenvolvendo sobre as rochas metareníticas e sobre solos pouco desenvolvidos.

Geologicamente, as litologias da Formação Tiradentes compõem a Serra de São José sendo constituídas por metarenitos puros com níveis ortoconglomeráticos e estruturas preservadas como *ripples* (marcas de ondas). Saadi (1991) identificou a ação da tectônica ressurgente na dinâmica da paisagem das adjacências da área estudada, analisando a descrição de um graben formado no contato entre os metarenitos da Formação Tiradentes e metassiltitos da Formação Prados. A região faz parte do Planalto de Andrelândia, caracterizado por colinas com topos convexos e tabulares e encostas convexizadas. Elevações metareníticas como a Serra de São José representam estruturas com vertentes assimétricas, sendo a parte voltada para sudeste e sul uma escarpa vertical, mostrando os efeitos de basculamento a que foram submetidas (RADAMBRASIL, 1983). Os solos predominantes na região são os Cambissolos cascalhentos, formados a partir das litologias metassedimentares do Grupo São João Del Rei. Nos topos concordantes do nível topográfico regional (em torno de 1.000 m), são encontrados Latossolos formados a partir de materiais retrabalhados (Silva et al, 2004). Argissolos ocorrem em encostas e estão associados a pequenos diques de rochas básicas. Nas partes baixas da paisagem, são encontrados Gleissolos indiscriminados e Neossolos Flúvicos. No maciço metarenítico e em seus talus, predominam a floramentos de rochas, Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos. Em áreas do topo, são encontrados solos arenosos com singular alternância de camadas enriquecidas com matéria orgânica em profundidade (Silva et al, 2004).

Para realização do estudo, utilizou-se o método do cálculo da Área Seccional Transversal (AST) (Cole, 1983; Marion & Olive, 2006) aplicado no leito da Trilha do Carteiro para a apuração dos dados de perda ou acúmulo de solo. A trilha foi mapeada com o auxílio de um GPS e uma trena de 30 metros, totalizando um trajeto de 6,3 km. Para um melhor acompanhamento, foram selecionados pontos ao longo da trilha, facilitando o acompanhamento e otimizando o processo de análise comparativa (Cole, 1983). Porém, para o presente trabalho foram selecionados trechos específicos dentre os 19 marcados ao longo da trilha. Estes trechos foram escolhidos por apresentarem importantes variações em relação à compactação, exposição e perda de solo e por seus leitos estarem na superfície do solo e não em afloramentos rochosos ou calçamentos, totalizando 14 pontos de controle.

O método do cálculo da AST se baseia em selecionar dois pontos fixos nas laterais da trilha, de maneira que formem uma linha perpendicular à trilha, para que, com o auxílio de uma trena, sejam realizados os cálculos de altura da fita em relação ao solo, sendo estas medidas retiradas no intervalo de 10 centímetros ao longo da fita (Fig. 1). Foi possível gerar gráficos de cortes transversais ao longo da trilha utilizando uma fórmula descrita por Cole (1983), onde o mesmo é expresso por:

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

Onde: A = Área Seccional Transversal (AST).

$V_1 - V_{n+1}$  = Medidas verticais começando em  $V_1$ , e terminando em  $V_{n+1}$ .

L = Intervalo horizontal entre as medidas verticais.

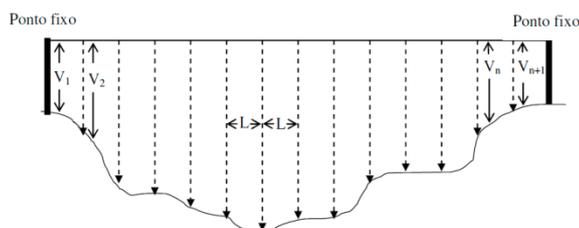


Figura 1. Exemplo de fixação da linha horizontal para cálculo da AST, tendo como ponto fixo piquetes ou caules de plantas nas laterais da trilha (Cole, 1983).

Para a obtenção das medidas das taxas de compactação do solo foi utilizado um penetrômetro de cone com anel dinamométrico da marca Solotest. Foram feitas medições no leito da trilha (área impactada) e à 1m de distância de cada borda da mesma (área de controle), com três repetições de penetrometria para cada local analisado, finalizando um valor único através de cálculo de média aritmética para cada local escolhido (Figueiredo et al, 2010), sendo os pontos de coleta de dados os mesmos escolhidos para a realização dos cálculos da

AST. A fim de uma leitura mais fiel dos dados, posicionou-se o penetrômetro verticalmente, pressionando-o contra o solo de forma contínua até que o cone penetrasse inteiramente no solo. Os dados foram coletados em Kgf (quilograma-força), sendo a resistência de penetração ( $q_c$  em  $Kgf/cm^2$ ) obtida dividindo-se a carga de penetração (em Kgf) pela área da base do cone (em  $cm^2$ ). Sendo o diâmetro do cone 28,4mm, a área da base será  $6,33cm^2$  (Figueiredo et al, 2010). Os valores finais foram transformados em MPa (megapascal) com a finalidade de padronizar os dados com esta unidade de medida, utilizada internacionalmente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A erosão do solo é um importante e significativo indicador da degradação da trilha. A utilização do método do cálculo da Área Seccional Transversal (AST) é provavelmente o método replicável mais frequentemente utilizado para monitorar segmentos da trilha afetados por erosão. Esse método pode ser aplicado sistematicamente em posições fixas para redes inteiras de monitoramento de trilhas. A erosão ou a deposição de solos e sedimentos pode ser medida com muito mais precisão e exatidão com esse método, e os dados coletados usando este método são adequados para os gestores que precisam tomar decisões a respeito da manutenção e conservação das trilhas monitoradas (Gualtieri-Pinto et al, 2008).

O percurso da Trilha do Carteiro atravessa três domínios fitogeográficos (pastagem, mata atlântica e campo rupestre) e diferentes cotas altimétricas, propiciando ao visitante uma vista ampla da paisagem cênica da natureza local (Figura 2).

Os dados foram coletados em duas etapas, com um intervalo de 5 meses entre cada coleta, sendo a primeira etapa realizada no mês de julho de 2012 e a segunda etapa em dezembro de 2012. Com base na Tabela 1, é possível perceber a evolução dos processos erosivos e deposicionais ocorridos nos pontos de controle ao longo da trilha.

O ponto 3, encontra-se a 700m do início da trilha, e mostrou-se o local mais degradado ao longo de toda a trilha. Com o auxílio do método da AST foi possível obter um resultado de perda de solo de  $5965 cm^2$ , o que pode ser explicado pelo fato deste trecho ter sofrido intenso processo erosivo histórico, apresentando pronunciado aprofundamento do leito, com taludes laterais de cerca de 3m de altura. Por consequência, verificou-se instabilidade dos taludes laterais, devido à sua sub-verticalidade e exposição do saprolito. Verificou-se nesse trecho de trilha, uma série de pequenos deslizamentos de terra (Figura 3), onde foi possível observar indícios de pisoteio de animais, o que contribui ainda mais os problemas verificados, cujo resultado pode ser a intensificação da compactação e erosão do solo.

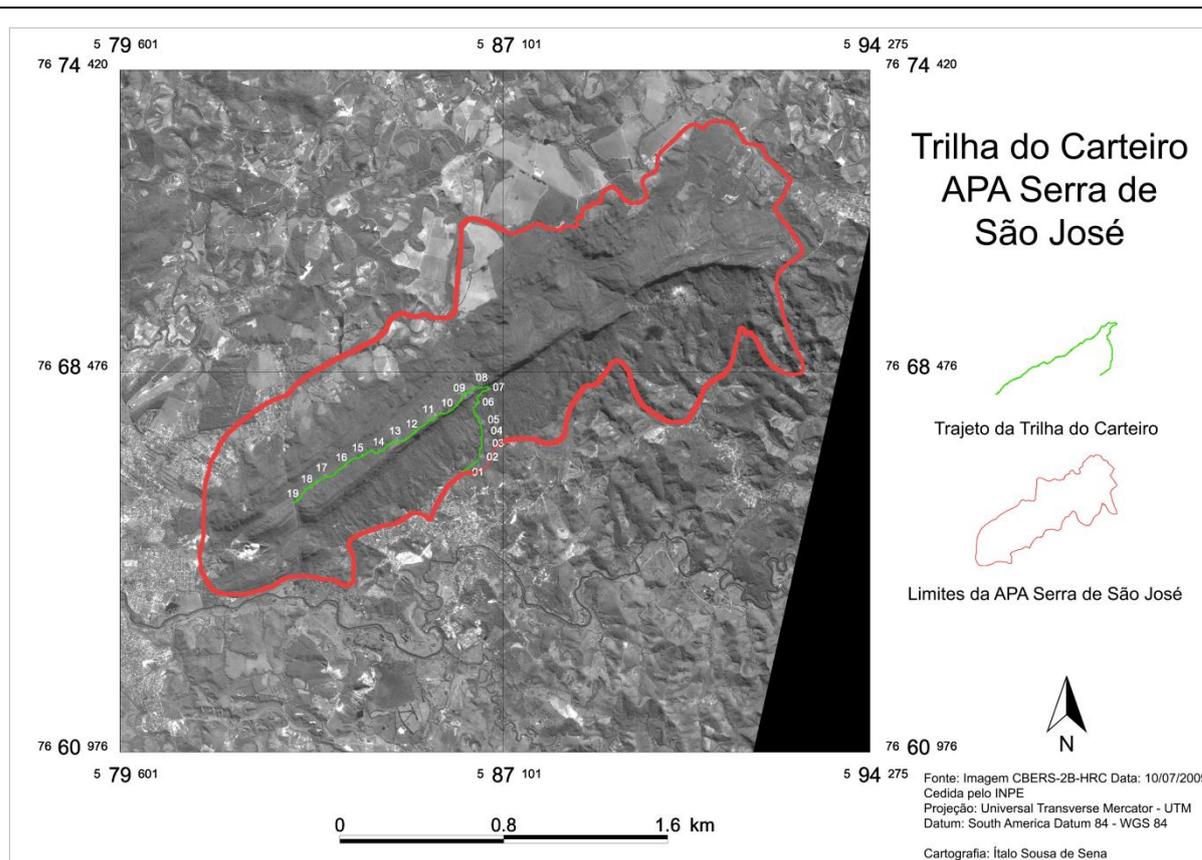


Figura 2. Mapa de localização da trilha.

Tabela 1. Resultados dos cálculos de AST

Ponto	AST - 1ª Etapa (cm <sup>2</sup> )	AST - 2ª Etapa (cm <sup>2</sup> )	Perda (cm <sup>2</sup> )	Acúmulo (cm <sup>2</sup> )
01	220,5	1115	894,5	-
02	570,5	1282,5	712	-
03	139600	145565	5965	-
04	29490	28090	1400	-
05	1480	2205	725	-
06	18595	19060	465	-
07	3005	4470	1465	-
10	302,5	1175	872,5	-
12	1060	-	-	-
13	462,5	-	-	-
16	450	-	-	-
17	1140	970	-	170
18	1210	440	-	770
19	3020	2805	-	215

Os pontos 12, 13 e 16 não puderam ser analisados durante a segunda etapa devido à retirada dos piquetes - provavelmente por vandalismo, problema também verificado por Cole (1983), durante o período de execução de sua investigação - comprometendo os resultados da aplicação do método da AST nos referidos pontos, prejudicando o processo metodológico conjuntural proposto. Optou-se por não utilizar os pontos coletados com o GPS para a recuperação dos pontos de análise devido ao déficit de precisão do equipamento utilizado, o que comprometeria a confiabilidade dos dados coletados.



Figura 3. Detalhe do trecho correspondente ao ponto 3 com taludes instáveis ao longo da trilha.

O ponto 18, que está localizado a 400 metros do fim da trilha, apresentou característica deposicional no leito da trilha, onde, com o método da AST, quantificou-se um acúmulo sedimentar de 770 cm<sup>2</sup>. Este fenômeno pode ser explicado pelo contexto topográfico local, pelo fato do ponto de controle estar situado num talvegue de vale estrutural sob controle de uma conhecida falha geológica local (Figura 4).

Além do cálculo da AST para verificação da perda de solo no leito da trilha, foram efetuadas medidas de compactação do solo. A compactação é definida como diminuição do volume do solo ocasionado por compressão, causando um rearranjo mais denso das partículas do solo e consequente redução da porosidade (Curi, 1993). Este processo faz com que o solo fique mais vulnerável a outros tipos de processos. Por consequência da diminuição das taxas de infiltração, o excedente hídrico, não infiltrado, potencializa o escoamento superficial, intensificando a drenagem pluvial que, ao ser

interceptada pelo leito da trilha, este se transforma num caminho preferencial, concentrando o escoamento, e resultando, conseqüentemente, no aumento da quantidade de sedimentos nas zonas de deposição.

A retirada da vegetação acompanhado do pisoteio (por pessoas, animais de montaria e de criação, bicicletas e motocicletas *off-road*) dos horizontes superficiais do solo, são os principais vetores para a intensificação dos processos erosivos no leito da trilha. Para entender melhor este processo, procedeu-se o levantamento de dados penetrométricos dentro e fora da trilha, como forma de comparar as taxas de compactação do solo. Com base nos dados tabulados (Tabela 2), é perceptível um padrão de maior compactação do solo no leito da trilha. A compactação é resultado de intenso rearranjo das partículas componentes do solo, resultando na diminuição da sua porosidade e permeabilidade hídrica, cujos desdobramentos, já citados, originam processos erosivos.

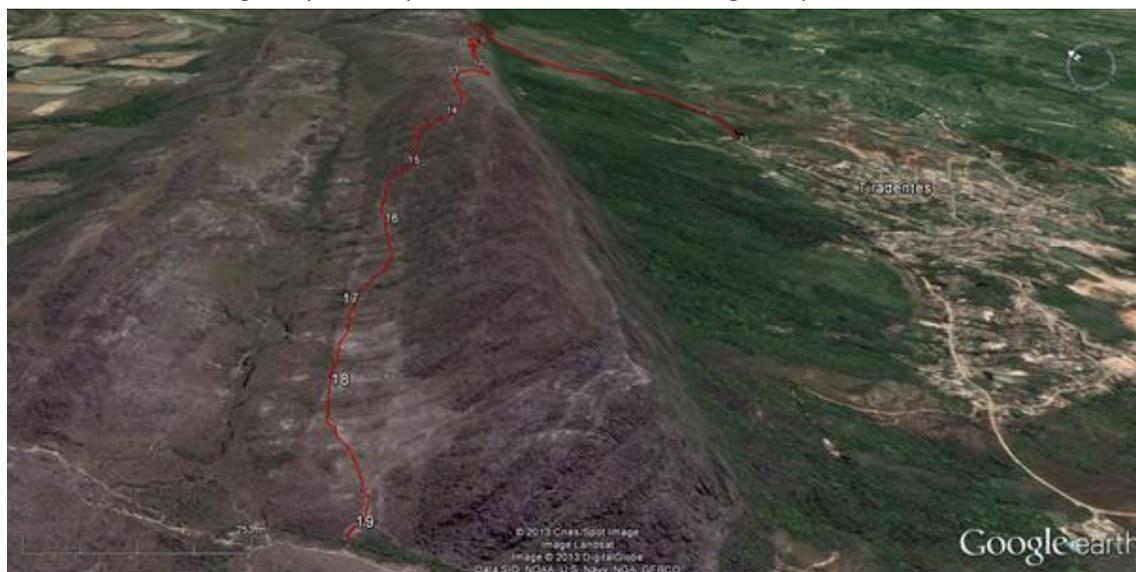


Figura 4: Imagem orbital do Google Earth™ mostrando em detalhe a localização do ponto 18, situado próximo ao fundo de vale.

Tabela 2. Resultados da coleta de dados penetrométricos

Ponto	Leito da Trilha 1ª Etapa (Mpa)	Leito da Trilha 2ª Etapa (Mpa)	Margem Direita 1ª Etapa (Mpa)	Margem Direita 2ª Etapa (Mpa)	Margem Esquerda 1ª Etapa (Mpa)	Margem Esquerda 2ª Etapa (Mpa)
1	209,6	225,0	12,3	8,5	8,2	5,4
2	163,2	121,6	10,7	11,9	9,0	8,6
3	36,4	101,3	6,3	10,0	7,5	11,4
4	89,0	48,7	12,3	10,2	8,5	10,1
5	7,6	44,2	11,2	16,1	10,9	15,9
6	6,6	11,7	1,4	3,1	2,4	5
7	9,8	13,6	9,4	8,6	8,6	4,8
10	12,3	19,5	8,8	4,3	9,9	4,8
12	47,4	-	11,6	-	10,4	-
13	94,7	-	172,6	-	15	-
16	17,8	-	13,6	-	18,9	-
17	10,3	38,6	6,4	3,8	3,6	2,9
18	6,5	8,4	9,5	5,6	9,3	5,9
19	16,1	10,2	68,6	10,5	14,1	7,1

Assim, percebe-se que a investigação ora apresentada procura mostrar que a caracterização dos efeitos do aumento do trânsito de pessoas, animais de montaria, e outros meios de locomoção, automotores ou não, nas trilhas que viabilizam a visitação aos atrativos dos monumentos geoturísticos e de geoconservação, na forma de caracterização e monitoramento da erosão e da compactação do solo, é de fundamental importância, sob pena das trilhas se degradarem a tal ponto, que force os gestores públicos ou privados das áreas de interesse geológico-patrimonial a impedir o acesso aos atrativos, desvirtuando um dos principais objetivos da geoconservação, que é o de promover o conhecimento da história geológica e da geodiversidade dos lugares.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi percebido que locais com solos mais propícios para erosão apresentaram maiores taxas de perda de solo, influenciados pela declividade do local e pelo caráter psamítico do solo. As taxas de compactação do solo apresentaram o esperado, taxas mais elevadas de compactação no interior da trilha e menos acentuadas nas bordas da mesma.

Diante do exposto, percebe-se que é necessário pensar um manejo integrado de toda a trilha, que abranja não somente problemas como a intensificação dos processos erosivos, mas também com a dinâmica ecogeossistêmica que circunda todo o percurso da trilha, passível de desequilíbrios originados a partir da intensificação da utilização e visitação turística da trilha (SENA *et al*, 2013).

Para que a crescente utilização ecogeoturística seja ambiental e economicamente viável, há de se investir em conservação da trilha. Contudo, tais ações poderiam ser otimizadas, se precedidas de monitoramento da sua qualidade ambiental, com o intuito de adequá-la para que a visitação ecogeoturística cause menos impactos. Portanto, um manejo sustentável se faz necessário quando é perceptível que os níveis de degradação erosiva da trilha tendem a um ambiente de desequilíbrio, aumentando os impactos geoambientais, podendo alterar seus níveis de dificuldade. Dentre os problemas observados ao longo do trajeto, destacam-se o aprofundamento do leito da trilha; a instabilidade de taludes laterais, ocasionando deslizamentos de terra; formação de lamaçais nas zonas deposicionais nos períodos chuvosos, o que pode dificultar ou até mesmo impedir a circulação dos visitantes.

O equacionamento do problema está no contínuo monitoramento das condições físicas da trilha, de modo que os dados apurados possam subsidiar as decisões sobre as intervenções

necessárias à correta manutenção das condições de sua utilização pública, o que propicia um ambiente favorável para a exploração ecogeoturística.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapemig pelo suporte financeiro, à UFSJ pelo suporte logístico, e ao IEF-MG pela concessão das licenças de pesquisa na APA Serra São José.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. J. V. & Kolbek, J. 1994. Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. *Vegetatio*, 113:125-139.
- Andrade, W. J. 2003. Implantação e manejo de trilhas. In: Mitraud, S. (ed.) *Manual de ecoturismo de base comunitária: ferramentas para um planejamento responsável*. WWF, p.: 247-259.
- Brilha, J. 2005. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 190p.
- Cole, D. N. 1993. Minimizing conflict between recreation and nature. In: D.S. Smith & P.C. Hellmund (eds). *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas*. University of Minnesota Press, p.:105-122.
- Cole, D. N. 1983. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. Ogden, Research Paper INT-303, 10p.
- Cole, D. N.; Landres, P. B. 1995. Indirect effects of recreation on wildlife. In: R. L. Knight & K. J. Gutzwiller (eds). *Wildlife and recreationists: coexistence through management and research*. Washington: Island Press, p.:183-202.
- Curi, N. 1993. *Vocabulário de Ciência do Solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo. 89p.
- Figueiredo, M. do A.; Brito, I. A.; Santana, W. A.; Rocha, C. T. V. 2010. Compactação do solo em trilhas de unidades de conservação. *Mercator*, 9(19):165-174.
- Gualtieri-Pinto, L.; Oliveira, F. F.; Almeida-Andrade, M.; Pedrosa, H. F.; Santana, W. A.; Figueiredo M. do A. 2008. Atividade Erosiva em Trilhas de Unidades de Conservação: Estudo de Caso no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. *e-Scientia*, 1(1):1-16.
- Hammit, W. E.; Cole, D. N. *Wildland recreation: ecology and management*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 361 p.
- Little, M. J. 1975. Selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biological Conservation*, 7(1):17-39.
- Marion, J. L. & Olive, N. 2006. Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and recreational area. U. S. Dept. of the Interior, U. S. Geological Survey, National Park Service, Patuxent Wildlife Research Center, Virginia Tech Field Unit. Blacksburg, Final Research Report, 80p.
- Nascimento, M. A. L. ; Ruchkys, U. A. & Mantesso Neto, V. 2007. Geoturismo: um novo seguimento do turismo. *Revista Turismo -PUC Minas*, 2(30):1-12.
- RADAMBRASIL. 1983. Levantamento dos recursos naturais: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso

- 
- potencial da terra. Folhas SF. 23 / 24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia, 780p.
- Saadi, A. 1991. Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais. Tese de Professor Titular, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 285 p.
- Sena, I. S.; Teixeira, H. W. ; Figueiredo, M. do A.; Rocha, L. C. 2013. Avaliação do estado de conservação da trilha do Carteiro, APA Serra São José, Tiradentes, Minas Gerais. In: G. Seabra (org.). Terra: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades: Editora Universitária da UFPB, p.: 405-416.
- Silva, A. C.; Vidal-Torrado, P.; Martinez Cortizas, A.; Garcia Rodeja, E. 2004. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no sudeste do Brasil. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:455-466.
- Contribuição ao II Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico  
I Workshop Brasileiro de Patrimônio Geológico Construído  
24 a 28 de setembro de 2013, Ouro Preto, MG