

## ALTERAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO DEVIDO AO PISOTEIO DE PESSOAS EM TRILHA UTILIZADA NO ECOTURISMO

**Adriana Cristina Rosa Saraiva<sup>1</sup>, Sandra Cristina Mitsue<sup>2</sup>, Walter Saraiva Lopes<sup>3</sup>  
Serafim Daniel Ballester<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Unitau/Programa de Pós Graduação Ciências Ambientais, Taubaté, dricacrisro@yahoo.com.br

<sup>2</sup>sandramitsue1@yahoo.com.br

<sup>3</sup>w.saraiva@bol.com.br

<sup>4</sup>sdbalest@ig.com.br

**Resumo** - Nas reservas florestais, a utilização de trilhas pelo ecoturismo pode provocar destruição da camada de detritos vegetais sobre a superfície do solo, alterando seu estado estrutural, ocasionando a compactação do solo. O objetivo deste trabalho foi analisar os níveis de compactação nas posições centro e bordas da Trilha dos Escravos, comparando-os com pontos existentes em condições ideais no interior da mata na Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios – APTA, em Ubatuba - SP. Foram amostrados 10 pontos, num percurso de 500 metros e feito coletas de amostras de solo para avaliação das propriedades físicas da umidade gravimétrica, densidade do solo, porosidade total e resistência à penetração. O estudo demonstrou que os níveis de compactação do centro da trilha, ocasionados pelo pisoteio, são superiores aos dos pontos localizados nas bordas e no interior da mata, o que leva à perda da cobertura vegetal e serapilheira em função da ocorrência de processos erosivos, evidenciando o efeito nocivo da ação do pisoteio no aumento da resistência à penetração do solo devido à utilização da trilha pelo ecoturismo.

**Palavras-chave:** Ecoturismo, trilhas, compactação do solo, processos erosivos.

**Área do Conhecimento:** II – Ciências Biológicas.

### Introdução

A principal atividade realizada em trilhas é o desenvolvimento de caminhadas de curtas a longas distâncias, servindo ainda como caminho aos atrativos ecoturísticos, utilizadas pelas populações residentes dentro ou no entorno das Unidades de Conservação a fim de atenderem suas necessidades de subsistência, como ligação entre sítios de agricultura e as residências, extrativismo, pesca, etc. Essa diversidade de usos é fator relevante, seja para o visitante (ecoturista) ou para a população residente, já que a perpetuação do traçado em trilha é assegurada na prática das ações sobre ela (CASTRO, 2004).

A Agência Paulista de Tecnologia e Agronegócios – APTA, em Ubatuba, litoral norte de São Paulo, está localizada na região da Serra do Mar e rodeada por uma vegetação densa e desenvolvida, originada em decorrência das temperaturas e umidades elevadas que condicionaram a formação de solos com profundidade efetiva suficiente para permitir um bom desenvolvimento radicular das espécies vegetais. Esta área está sendo utilizada em passeios ecológicos pelos visitantes com o monitoramento de técnicos da APTA, em destaque a “Trilha dos Escravos” que proporciona um passeio ecológico-cultural com percurso aproximado de duas horas e meia de caminhada,

no entanto, todos os visitantes, inclusive os mais conscientes, deixam pegadas (BARROS, 2003).

A principal causa da compactação do solo é a ação das forças externas resultantes principalmente do movimento de máquinas, trânsito de pessoas e animais em trilhas utilizadas no ecoturismo (PASSIOURA, 1991), decorrente da exploração florestal e do pisoteio constante.

O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos do pisoteio nas propriedades físicas do solo por meio do estudo das variações da densidade do solo, porcentagem da porosidade total e resistência à penetração do solo nas camadas superficial e sub-superficial em diferentes posições do centro e das bordas, direita e esquerda da Trilha dos Escravos utilizadas pelos visitantes na APTA de Ubatuba-SP, comparando-as com as condições ideais no interior da mata.

### Metodologia

A área abrangida pela APTA-UPDU (Unidade de Desenvolvimento Tecnológico de Ubatuba) localiza-se no município de Ubatuba-SP, rodovia Oswaldo Cruz, 5061, Km 88, com 427 ha, sendo 86% recoberto por Mata Atlântica, nas coordenadas 23° 26' 14" de latitude sul e 45° 05' 09" de longitude a oeste de Greenwich. Encontra-se na interzona da planície litorânea (14%) com as escarpas da Serra do Mar (86%) num intervalo de

altitude de 8 a 180 metros. Os solos existentes na área da APTA de Ubatuba são predominantemente do Grande Grupo CAMBISSOLO, Sub-Grupo CAMBISSOLO HÁPLICO (CX).

O clima da região, com base na classificação de Koppen, é do tipo Cwa, correspondente a um clima quente com invernos secos.

Na Agência Paulista de Tecnologia de Agronegócios – APTA, em Ubatuba-SP ou Instituto Agrônomo, como Estação Experimental de Ubatuba, a “Trilha dos Escravos” (Figura 1), se inicia na sede do IAC - Instituto Agrônomo de Campinas penetrando no interior da reserva com cobertura de Mata Atlântica em um percurso de aproximadamente duas horas e meia de caminhada.



Figura 1 – Trilha dos escravos utilizada pelos visitantes.

A avaliação do impacto em trilhas foi feita utilizando a metodologia proposta por Magro (1999), Hammitt e Cole (1998), foram amostrados 10 pontos, num percurso de 500 metros da trilha e nas posições: centro, borda direita, borda esquerda e interior da mata. Em cada ponto amostral, foram coletadas amostras de solo para avaliação das propriedades físicas da umidade gravimétrica, densidade do solo, porosidade total do solo e resistência à penetração. A análise estatística dos dados foi feita com a aplicação do teste f e teste Tukey de comparação de médias ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

Cada segmento de 500 metros foi dividido em 10 parcelas de 50 metros. Foram coletadas nas parcelas amostras de solo na profundidade 0-10 cm para avaliação da densidade do solo, umidade gravimétrica e porosidade total. A avaliação da resistência do solo foi feita até a profundidade de 50 cm nas posições estabelecidas: centro das

trilhas, borda esquerda, borda direita e no interior da mata. Foi utilizado um anel volumétrico para a coleta do solo, e um penetrômetro de impacto para determinar a resistência à penetração do solo, em cada fragmento estudado.

## Resultados

O resultado da análise textural (Tabela 1) indica que o solo é de textura média, tanto nos pontos locados nas posições centrais da trilha como nas bordas e no interior da mata, com porosidade total de 43% a 65%. Os valores considerados adequados estão no intervalo de 45 a 55%, com o valor médio de 50%.

Tabela 1 – Variação da análise textural do solo nas diferentes posições da trilha.

Posições	%Areia	%Silte	%Argila
Centro	58,13	21,30	20,60
Borda	56,75	19,05	24,00
Mata	67,92	15,85	16,22
<b>Média</b>	<b>60,93</b>	<b>18,73</b>	<b>20,27</b>

Observa-se uma variação significativa da porosidade (Pt) e da densidade do solo (Ds) no interior da mata em relação ao centro da trilha que de acordo com Magro (1999), essa redução apresenta efeitos diretos no sucesso de germinação das plantas. E uma variação não muito considerável em relação à umidade (U) desses 2 pontos (Tabela 2).

Tabela 2 – Variação da porosidade total, densidade do solo e umidade.

Posição	Pt <sup>1</sup> (%)	Ds <sup>2</sup> g/cm <sup>3</sup>	U <sup>3</sup> (%)
Mata	64,50 A	0,97 C	48,39 A
Borda E	56,84 B	1,16 B	44,04 A
Borda D	54,30 B	1,23 B	43,69 A
Centro	43,83 C	1,46 A	45,07 A

Analisando as variações da resistência à penetração do solo, nas camadas superficial e sub-superficial (Figura 2), observa-se os valores mais elevados no centro e nas bordas da trilha que apresenta valores restritivos para o desenvolvimento radicular das plantas, em relação ao interior da mata.

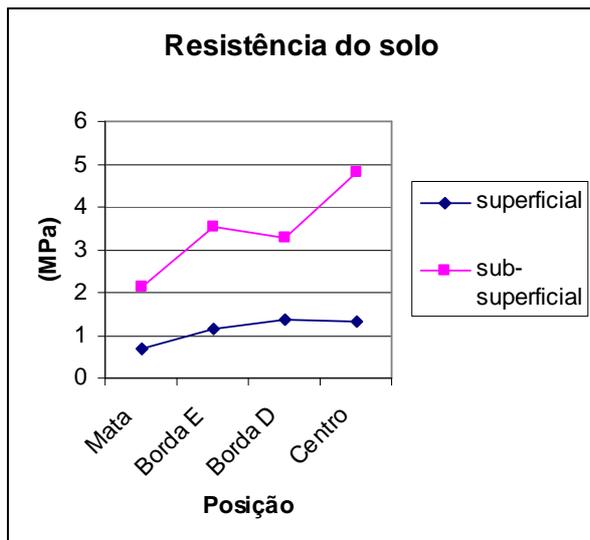


Figura 2 – Variação da resistência do solo nas camadas superficial e sub-superficial.

## Discussão

O efeito do pisoteamento do solo é um impacto mecânico direto, levando a diminuição de seus poros e com a compactação do solo, diminui a capacidade de circulação do ar e redução de distribuição de água no solo, ocasionando a redução na absorção de nutrientes, alterando, a capacidade de sustentar a vida vegetal e animal (ANDRADE, 2005).

Os valores encontrados para a densidade superficial do solo foram menores na posição de interior da mata, valores de densidade inferiores a  $1,00 \text{ g/cm}^3$  são considerados de uma classe muito alta e representam a condição ideal para o desenvolvimento radicular, já nas posições de borda esquerda e borda direita, são considerados, por Greenland (1981) como de classe média para o desenvolvimento radicular com valores entre  $1,14$  e  $1,27 \text{ g/cm}^3$ , na posição central da trilha, observou-se um aumento na densidade do solo que, segundo Greenland (1981), se encontra no intervalo de  $1,27$  e  $1,47 \text{ g/cm}^3$  considerado como de classe baixa para o desenvolvimento radicular.

Esses resultados estão de acordo com o que Vallim et al. (2007) observaram em sua pesquisa na trilha de intensa visitação no Maciço Gericinó-Mendanha – RJ onde encontraram valores para a densidade do solo maior de  $1,4 \text{ Mg m}^{-3}$ , enquanto que na trilha de menor visitação foi  $0,80 \text{ Mg m}^{-3}$ .

A resistência à penetração do solo na posição de interior da mata, os valores estiveram dentro da interpretação de classe moderada para Arshad et al. (1996), entre  $1,0$  a  $2,0 \text{ MPa}$ , os quais também, podem ser considerados prejudiciais para o desenvolvimento radicular, mas, comparado com posições central e bordas que apresentaram valores elevados devido a intensidade do pisoteio,

a resistência à penetração do solo do interior da mata apresenta boas condições de conservação, que também foi observado no trabalho de Takahashi (1998), em sua pesquisa indicando que a resistência à penetração, a uma profundidade entre  $5$  e  $10 \text{ cm}$  na área da Reserva Natural de Salto Morato, foi a variável que estabeleceu a melhor discriminação entre a trilha e a área sem uso.

Os dados da porosidade que estão na média de  $44\%$  na posição central da trilha,  $57\%$  as posições de bordas e  $64,5\%$  no interior da mata estão de acordo com o intervalo adequado de variação para os solos de textura média citados por Rosolem et al. (1994), que é de  $45\%$  a  $65\%$ .

Em relação à umidade, não houve diferenças significativas entre os pontos locados. Na literatura também não existe um intervalo de variação recomendado, pois depende das condições climáticas da região.

Um bom plano de manejo e educação ambiental aos visitantes seria umas das medidas tomadas para a conservação da Trilha dos Escravos que representa um valor cultural, histórico e ambiental tão necessário à humanidade nos dias de hoje.

## Conclusão

Utilização de trilhas em áreas naturais provoca, ao longo do tempo, uma compactação na camada superficial do solo dificultando a infiltração da água e favorecendo a ocorrência de erosão superficial que promove perdas de nutrientes, como foi constatado neste trabalho evidenciado pelas alterações dos atributos físicos do solo.

## Referências

- ANDRADE, A. J. 2005. Manejo de trilhas para o ecoturismo In NEIMAN, Z. **Ecoturismo no Brasil**. São Paulo, Ed. Manole, p. 131- 151.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. e GROSSMAN, B. 1996. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison : **Soil Science Society of America**, p.123-141. (SSSA Special Publication, 49).
- BARROS, M.I. 2003. Caracterização da visitação, dos visitantes e avaliação dos impactos ecológicos e recreativos do planalto do parque nacional do Itatiaia (Dissertação Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 121p.
- CASTRO FILHO, C.; CORSINI, P.C.; SOARES, D. e POLITANO, W. 1993 **Acceptance of soil and water conservation strategies and**

**technologies in Southern Brazil.** In: BAUM, E.; WOLFF, P.; ZOBISCH, M. A. (Eds.). Acceptance of soil and water conservation. Strategies and Technologies, v.3. Topics in applied resource management in the tropics. Witzzenhausen: German Institute for Tropical and Subtropical Agriculture. p.341-363.

- GREENLAND, D.J. 1981. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London. 31: 301-322.

- HAMMITT, W.E. & COLE, D.N. 1998. **Wildland recreation: ecology and management.** Nova York: John Wiley. 361p

- MAGRO, T.C. 1999. Impactos do uso público em uma trilha no planalto do Parque Nacional do Itatiaia. (Tese Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 135p.

- PASSIOURA, J.B. 1991. Soil structure and plant growth. Austr. **J. Soil Res.**, Melbourne. 29:717-728.

- ROSOLEM, C.A.; ALMEIDA, A.C.da S. e SACRAMENTO, L.V.S. do. 1994. Sistema Radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. **Bragantia**, Campinas. 53: (2) 259-266.

- TAKAHASHI, L. Y. 1998. Caracterização dos visitantes, suas preferências e percepções e avaliação dos impactos da visitação pública em duas unidades de conservação do estado Paraná. Curitiba, PR. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- UBATUBA, TRILHA DOS ESCRAVOS, UM PORTA PARA O PASSADO. 2006. [on line]. <http://www.ubatubasp.com.br/triesc.htm> abril 2007.

- VALLIM, C. M. C.; XAVIER, T. F. & GAMA, S. V. G. 2007. **Trilhas: solo, vegetação e problemas decorrentes do uso – o caso do maciço Gericinó-Mendanha (RJ).** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2\\_161.htm](http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_161.htm)> julho 2007.