



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



A Qualidade do Solo como Indicadora de Erosão em Trilhas na Área de Proteção Ambiental do Cairuçu - Paraty

Luana de Almeida Rangel¹; Antonio Jose Teixeira Guerra²

¹ Geógrafa e Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - Integrante do Lagesolos – Departamento de Geografia, Rio de Janeiro - Brasil. E-mail: luarangel@ufrj.br, ²Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coordenador do Lagesolos - Departamento de Geografia, Rio de Janeiro - Brasil. E-mail: antoniotguerra@gmail.com

Artigo recebido em 15/04/2013 e aceite em 23/08/2013

RESUMO

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas naturais protegidas e propícias ao turismo, o que acarreta diversos impactos ambientais. Uma das categorias de área protegida é a área de Proteção Ambiental. Como muitas dessas UCs encontram-se em áreas de difícil acesso as trilhas são caminhos mais utilizados dentro dessas áreas. É comum, nas áreas de trilha, deparar-se com ambientes degradados, com a presença feições erosivas no leito da trilha. Nesse sentido, o presente trabalho busca a partir da análise da qualidade do solo (estabilidade de agregados e análise de textura), inferir o impacto que duas trilhas podem causar nas propriedades físicas do solo. Elas estão localizadas no sul da APA do Cairuçu, no município de Paraty, Rio de Janeiro. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram coletadas amostras de solo em três pontos na a trilha *Laranjeiras - Praia do Sono*, e em dois pontos na trilha *Ponta Negra - Galhetas*. Para analisar a estabilidade de agregados em água foram coletados blocos de solo em três repetições, já para análise granulométrica, foi utilizado o método da pipeta, sendo coletadas amostras deformadas de solo. Verificou-se a trilha *Laranjeiras - Praia do Sono* apresentou melhores resultados de agregação do que a trilha *Ponta Negra - Galhetas*, indicando que o solo está menos degradado. Conclui-se, portanto, que os índices de agregação do solo juntamente com a análise da textura podem refletir os impactos erosivos que um solo sofre devido alterações no seu uso, isso é possível, pois os mesmos são indicadores dos atributos do solo.

Palavras-chave: estabilidade de agregados, peneiramento úmido, áreas protegidas, diâmetro médio geométrico.

The Soil Quality Indicating Erosion in trails in the Environmental Protection Area of Cairuçu - Paraty

ABSTRACT

The Conservation Units are natural protected areas, prone to tourism, which leads to different environmental impacts. One of the categories of protected area is called Environmental Protected Area. As several of these areas are located in difficult access areas, the tracks are the ways most used inside them. It is very often to encounter degraded environments, with the presence of rubbish and erosion, amongst them. Therefore, this article aims to analyse soil quality, (aggregate stability and soil texture), in order to assess the environmental impact in two different tracks, located inside Cairuçu Protected Area (*APA Cairuçu*), in Paraty Municipality, Rio de Janeiro State. Soil samples have been collected in three different sites, on *Laranjeiras - Praia do Sono* trail and in two sites, on *Ponta Negra - Galhetas* trail. In order to analyse water stable aggregates, three replicates of soil blocks have been collected, and for soil texture, the pipette method has been used with deformed soil samples. *Laranjeiras - Praia do Sono* trail has shown the best results in terms of aggregate stability, indicating that the soil is less degraded. Therefore, we conclude that soil aggregate stability, together with soil texture may be used as soil quality index, since they are soil attributes.

Keywords: aggregate stability, wet sieving method, protected areas, geometric mean diameter.

* E-mail para correspondência: luarangel@ufrj.br (Rangel, L. A.).

Introdução

O constante crescimento populacional e as elevadas taxas de utilização dos recursos naturais podem motivar as mudanças ambientais globais, que caracterizam o período atual. É possível considerar como uma mudança marcante a transformação da cobertura vegetal pelo crescente uso do solo. Essa alteração ambiental é verificada com maior magnitude e intensidade nas regiões tropicais (Whitmore, 1978), devido à dependência do regime hídrico.

Segundo, Agarez (2002) não se deve enfatizar apenas a importância da biodiversidade, mas também o papel do espaço geográfico na disposição e na diferenciação da mesma, assim como a dinâmica temporal e histórica e suas interações com homem, que é agente da transformação da biosfera. Assim, o homem torna-se o agente que interfere na formação das paisagens, provocando a redução da diversidade biológica e gerando a fragmentação dos ecossistemas.

Frente a esta perspectiva a adoção de práticas de conservação da natureza está se tornando cada vez mais frequente. Uma das formas mais comuns de tentar proteger a biodiversidade de uma determinada área é a criação de Unidades de Conservação (UCs), que é definida como:

(...) espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção; (BRASIL, 2000. Art. 2)

A criação de Áreas de Proteção Ambiental (APA) no Brasil, se concentrou nas áreas com um grau de ocupação humana, mas também com valores bióticos, abióticos, estéticos e culturais especiais, que são importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas (Pagani, 2009). Segundo o SNUC as APAs são definidas como:

Uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de

vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Para Lechner (2006) as trilhas e caminhos são, provavelmente, as rotas de viagem mais disseminadas pelo mundo. Em áreas naturais protegidas, a trilha pode ser o único acesso à maior parte da área. Elas possuem diferentes formas, comprimentos e larguras, e possibilitam a aproximação dos visitantes ao ambiente natural, podendo conduzi-los a um atrativo específico, tornando possível seu entretenimento ou educação por meio de sinalizações ou de outros recursos interpretativos (Neiman, *et. al.* 2009).

Em todos os estudos feitos sobre trilhas, percebe-se a procura cada vez maior por áreas naturais, o que ameaça a conservação dessas e preconiza a necessidade de se combater ou atenuar os impactos causados pelas trilhas e por seus usuários. (Kroeff, 2010). Sendo assim, a trilha, por estar muitas vezes inserida dentro de uma área florestada, se torna um corredor que influencia na dinâmica do fragmento florestal ao seu entorno. A utilização da mesma pode interferir na movimentação dos animais e perturbar o *habitat*.

A erosão do solo é resultado da influência de diversos parâmetros, como as propriedades do solo, erosividade da chuva, cobertura vegetal (Guerra, 1998), parâmetros topográficos e uso do solo (Le BissonnaiS, 1996). Goudie & Viles (1997) destacam que a erosão do solo é um processo geomorfológico natural que é acelerado onde as atividades humanas interferem nesse equilíbrio, removendo, por exemplo, a cobertura vegetal natural.

A erodibilidade do solo, segundo Lal (1988), é o efeito integrado de processos que regulam a recepção da chuva e a resistência do solo para desagregação de partículas e o transporte subsequente. Guerra (1999, p. 24) destaca que “*a estabilidade dos agregados possui um papel fundamental na erodibilidade dos solos*”.

Portanto, a incisão de uma trilha pode apresentar, com o intenso uso, feições erosivas, como ravinas e degraus, já que é

feito um corte no terreno e a vegetação natural é retirada para a abertura da mesma. Os impactos da erosão do solo geram condições indesejáveis nas trilhas que podem afetar negativamente a experiência do usuário. Trilhas com acumulação de água e/ou profundamente erodidas podem gerar diversos problemas sociais, como a diminuição da utilidade funcional da mesma. (Jewell & Hammitt, 2000)

De acordo com Takahashi (1998), o pisoteio das trilhas compacta os solos alterando sua porosidade em razão da redução do volume de macroporos. Este aumento na compactação eleva a resistência mecânica do solo à penetração de raízes e à infiltração de água, reduzindo a regeneração natural. Magro (1999) afirma que quando o pisoteio é freqüente, o solo é compactado provocando a selagem do mesmo e aumentando sua susceptibilidade à erosão e perda de matéria orgânica.

É possível analisar o impacto das trilhas através de análises de qualidade do solo, que segundo Doran & Parkin (1994) é a capacidade do mesmo de funcionar dentro dos limites do ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais. Portanto, está relacionada com as funções que capacitam o solo a estocar e reciclar água, nutrientes e energia.

Assim, para avaliar a qualidade do solo deve-se estudar algumas de suas propriedades que são consideradas como atributos indicadores (Doran & Jones, 1996). Um indicador eficiente deve ser sensível às variações do manejo, bem correlacionado com as funções desempenhadas pelo solo, capaz de elucidar os processos do ecossistema, compreensível e útil para o agricultor e, de mensuração fácil e barata. Preferencialmente, devem ser mensurados a campo ou em condições que reflitam a real função que desempenham no ecossistema (Doran & Parkin, 1994).

Além disso, os indicadores devem ser práticos para uso tanto por cientistas como por agricultores, extensionistas, ecologistas e instituições governamentais, numa ampla classe de situações ecológicas e

socioeconômicas (Sherwood & Uphoff, 2000).

O agregado é um conjunto de partículas primárias (argila, silte, areia) do solo que se aderem umas às outras mais fortemente do que às outras partículas circunvizinhas (Kemper & Rosenau, 1986). Logo, o agregado é um componente importante para a estrutura do solo, controla o armazenamento de água, aeração, crescimento da cultura e atividade biológica, bem como os processos erosivos (Oades, 1984).

A agregação depende não somente da flocculação, mas também da cimentação (Hillel, 2003), que pode ocorrer, segundo Tisdall & Oades (1982) devido à quantidade de argila, à concentração de matéria orgânica, à presença de raízes, de fungos e de bactérias. Assim, muitos estudos apontam que as práticas de manejo e uso do solo podem afetar positiva ou negativamente a agregação e as propriedades físicas do solo (Castro Filho *et al.*, 2002).

Considerando que a utilização de trilhas pode impactar negativamente na dinâmica do solo e no ecossistema como um todo, o presente trabalho busca, a partir da análise da qualidade do mesmo, utilizando o método de estabilidade de agregados por via úmida e a análise textural, inferir o impacto de duas trilhas localizadas no sul da APA de Cairuçu, no município de Paraty, Rio de Janeiro.

Material e Métodos

Área de Estudo - A Área de Proteção Ambiental Federal de Cairuçu possui 33.800 hectares, está situada no município de Paraty, no litoral Sul do estado do Rio de Janeiro. Ela foi criada em dezembro de 1983 pelo Decreto Federal n. 89.242, é gerenciada pelo IBAMA, e tem como principal objetivo assegurar a proteção do ambiente natural (Figura 1).

Esta APA é considerada estratégica para a conservação da biodiversidade, pois constitui um corredor ecológico entre as matas primárias da Reserva Ecológica Estadual de Juatinga, criada pelo Decreto Estadual nº 17.981, de 30 de outubro de 1992, o PNSB e o Parque Estadual da Serra do Mar (Gomes *et al.*, 2004).

A região da APA Cairuçu destaca-se

pela topografia acidentada, caracterizada por elevadas altitudes e grandes amplitudes das formas de relevo, derivado do contraste entre o domínio de Escarpas e Reversos da Serra do Mar com a Planície Costeira, gerando elevações que se estendem do nível do mar até cotas superiores a 1.300 metros de altitude.

O arcabouço geológico da região da APA do Cairuçu é formado predominantemente por granitos e gnaisses do Complexo Gnáissico-Granitóide de idade proterozóica, os quais se associam sedimentos de idade cenozóica. (ICMBIO, 2004).

O tipo de solo predominante na APA é o Cambissolo Háplico distrófico, ocupando quase toda a escarpa da Serra do Mar. Os outros tipos de solos presentes são associações de Latossolos e Neossolos Flúvicos, onde este último relaciona-se às planícies de inundação e litorânea (ICMBIO,

2004).

A classificação climática regional desta área corresponde ao tipo de clima tropical úmido, com sazonalidade no regime das precipitações (estação chuvosa x seca), onde no município de Paraty, a pluviosidade anual varia entre 768 a 2.045 mm (média de 1.547 mm) (ICMBIO, 2004).

Há predominância no domínio de Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.* 1991), ocorrendo também os subtipos vegetacionais (floresta de restinga e manguezais). A floresta chega, em vários pontos, até próximo à estreita faixa arenosa da praia, ou a linha da costa, na parte rochosa. Por toda região encontra-se também vegetação que já foi alterada anteriormente em diferentes estágios sucessionais, como campos de ocupação agropecuária, capoeiras e vegetação secundária (Marques, 1997).

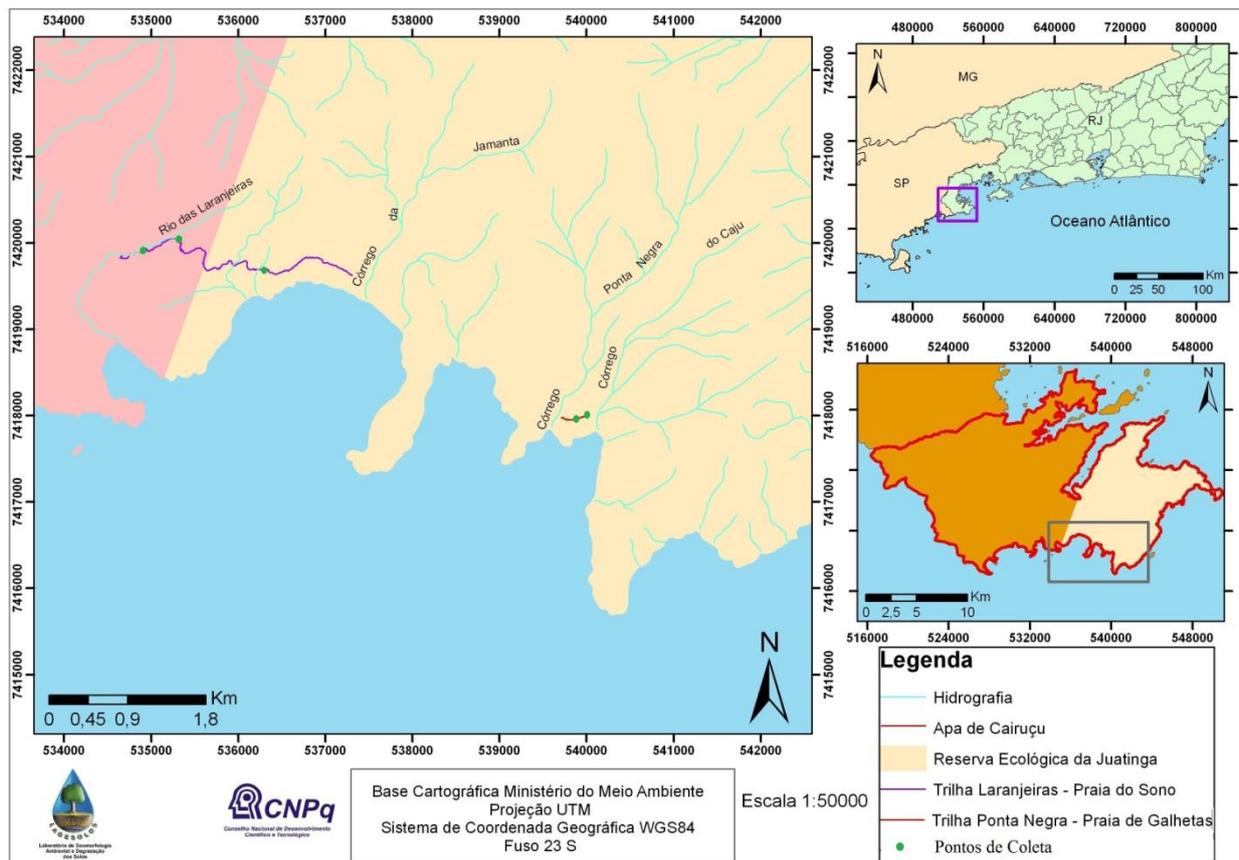


Figura1. Mapa de localização da APA Cairuçu e dos pontos amostrados na trilha Laranjeiras – Sono e na trilha Galhetas -Ponta Negra. Elaboração Própria, 2013.

2.2 Trilhas Estudadas - A primeira trilha que será analisada está localizada entre

a enseada de Laranjeiras e a Enseada do Sono, já a segunda trilha está localizada entre a praia

de Galhetas e a Enseada de Ponta Negra; ambas estão na parte sul da APA Cairuçu.

A área foi escolhida para análise devido à intensa utilização das trilhas dessa parte da APA, já que a atividade turística é intensa, e a trilha *Laranjeiras- Praia do Sono*, é considerada, pelo plano de manejo (ICMBIO, 2004) a mais utilizada da APA Cairuçu. Essa trilha possui aproximadamente 2,6 km de extensão e é realizada em aproximadamente 1 hora e 30 minutos, e por ser uma área de floresta em estágio avançado, sua dificuldade é de nível médio.

A enseada de Ponta Negra possui aproximadamente 25 famílias (ICMBIO, 2004). O acesso à enseada só é possível através da trilha que se inicia na vila Oratório e passa pela praia do Sono, praia de Antigos, praia de Antiguinhos, praia de Galhetas e, finalmente, chega a enseada de Ponta Negra; é possível chegar à enseada por embarcações. A trilha que se inicia na enseada e vai até a praia de Galhetas tem aproximadamente 350 metros de extensão. A vegetação predominante na trilha é arbustiva e espaçada

2.3. Procedimentos de coleta e análise laboratorial - Para a realização do trabalho, foram coletadas amostras em três pontos da trilha *Laranjeiras – Praia do Sono*, e dois na trilha *Ponta Negra - Galhetas*, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Para cada ponto foram feitas três repetições.

A fim de determinar a estabilidade de agregados em água – método proposto por Yoder (1936) e modificado por Castro Filho (et. al. 1998) – foram coletados blocos de solo, que foram quebrados e homogeneizados com peneiras de 4 mm e 2 mm, antes do tamisamento úmido, para ser determinada a distribuição das classes (2,0 – 1,0 – 0,5 – 0,25 – 0,125 e < 0,125 mm) de agregados por via úmida. Cada amostra foi umedecida lentamente e depois de passadas duas horas do início do umedecimento, as mesmas foram transferidas para o aparelho de Yoder,

adaptado por Castro Filho (et. al. 1998) com peneiras de malhas de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25 e 0,125 mm de abertura (Figura 2).

As amostras oscilaram durante 15 minutos, com aproximadamente 32 rotações por minuto (EMBRAPA, 1979). Após o término das oscilações, o conteúdo retido em cada uma das peneiras foi secado em estufa a 105° C durante 24 horas. Os valores obtidos nos peneiramentos foram usados para cálculo dos índices de estabilidade – equações modificadas de Kemper e Rosenau (1986):

DMP através da equação abaixo, em que = proporção (%) de cada classe em relação ao total; e = diâmetro médio das classes, expresso em mm:

$$DMP (mm) = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i)$$

DMG através da equação abaixo, em que = proporção (%) de cada classe em relação ao total; e = diâmetro médio das classes, expresso em mm:

$$DMG (mm) = \exp \frac{\sum w_i \ln x_i}{\sum w_i}$$

E o IEA (%) é obtido pela equação, onde PTA é o peso total dos agregados e PA é o peso dos agregados:

$$\frac{PTA - (PA < 0,25mm)}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

É possível, portanto, verificar a ocorrência da erosão hídrica através dos seguintes índices de agregação do solo: DMG que é uma estimativa do tamanho médio dos agregados que mais ocorrem no solo; DMP que é tanto maior quanto maior for a porcentagem de agregados grandes retidos nas peneiras com malhas maiores; e IEA, que é uma medida da agregação total, mas sem considerar a classe de distribuição de tamanho dos agregados, que pode refletir na resistência do solo à erosão; logo, quanto maior a quantidade de agregados < 0,25 mm, menor será o IEA (Castro Filho *et al.* 1998).



Figura2. Procedimento para determinação da estabilidade de agregados em água. Fotos: L. A. Rangel, 2012

Para a análise da textura do solo foram coletadas amostras deformadas e utilizou-se o método da pipeta (EMBRAPA, 1979), onde são pesadas 20 gramas de amostras e adicionados 10 ml de dispersante e 100 ml de água destilada. Posteriormente, a amostra é levada ao agitador por 15 minutos e lavada na peneira de 0,053 mm, onde a areia é retida e a fração silte+argila vai para uma proveta de 1000 ml. Transcorrido o tempo de acordo com a temperatura, é introduzida uma pipeta de 50 ml, onde é coletada a fração argila. As frações são levadas a estufa por 24 horas a 105 °C. Por fim, a amostra de areia é passada na peneira de 0,2mm para separar areia fina da areia grossa. Depois de pesar as frações, comparam-se os resultados com o triângulo textural.

ResultadoseDiscussão

A Trilha Laranjeiras - Praia do Sono se inicia na Vila Oratório e tem

aproximadamente 2,6 km de extensão, ela é bastante utilizada por praticantes de ecoturismo. A trilha está inserida em ambiente de floresta ombrófila densa em estágio avançado de sucessão.

É possível afirmar que a erosão é um dos principais processos que evidenciam uma má conservação do solo (Guerra, 1998). Portanto, a manutenção e melhoria da qualidade do solo só são alcançadas através de práticas que visam conservação do mesmo.

Na trilha Laranjeiras-Sono é possível observar diversas feições erosivas, como ravinas que evidenciam a concentração do escoamento de água. O primeiro ponto de coleta está localizado após uma encosta erodida, com vegetação rasteira e blocos rochosos (Figura 3), as coordenadas do mesmo são 7420101N e 535308E.



Figura 3. Encosta degradada antes do primeiro ponto de coleta, presença de ponte de madeira (esquerda) e blocos rochosos (direita). Acervo: L. A. Rangel (2012).

A trilha, neste ponto amostrado, possui aproximadamente 5,48 metros de largura e 1,95 metros de área pisoteada. Além disso, próximo ao primeiro ponto de coleta, foi observada uma ravina que corta o leito da trilha, se divide e se direciona encosta a baixo, Não havia acúmulo de água na feição erosiva (Figura 4).



Figura 4. Formação de ravina no leito da trilha evidenciado concentração do escoamento de água e ao fundo contenções de madeira formando degraus próximos ao primeiro ponto de coleta. Acervo: L. A. Rangel, 2012.

Já o segundo ponto de coleta (7419908 N e 535338 E) está localizado em uma área onde há uma escada de madeira construída e ao lado existe o acúmulo de folhas em uma

ravina - que evidenciam processos erosivos e compactação do solo (Figura 5).

Vivian Costa (2008) destaca em suas análises das trilhas no Parque Estadual da Pedra Branca, que a erosão pode gerar trilhas com elevado nível de dificuldade podendo criar problemas de assoreamento em rios e em corpos d'água.

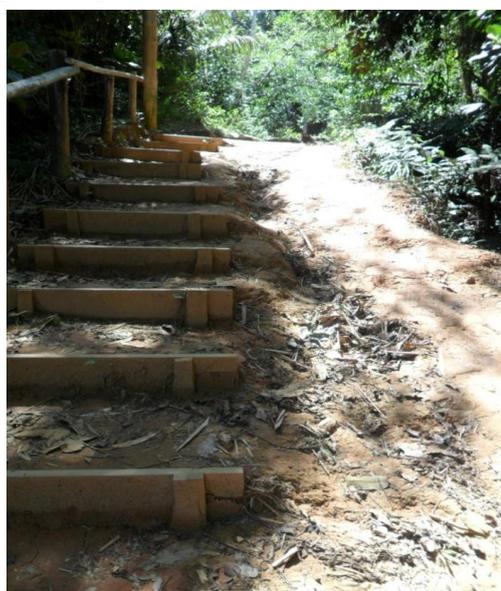


Figura 5. Formação de degraus e contenção de madeira formando uma escada. Segundo ponto de coleta. Foto: L. A. Rangel, 2012.

O terceiro ponto está localizado próximo a uma escada de madeira (coordenadas 7419691N 536254E) e, possui 1,03 metros de limite da área pisoteada.

Observa-se também a exposição de rochas, o que evidencia, mais uma vez processos erosivos (Figura 6).



Figura 6. Terceiro ponto de coleta com escada de madeira ao fundo (esquerda) e perfil para coleta do bloco de solo (direita). Foto: L. A. Rangel, 2012.

Com relação ao DMG observa-se que o ponto 1 apresenta os menores valores para as duas profundidades: 0,48 mm e 0,51 mm (0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente). Os valores de DMG nas duas profundidades são relativamente baixos para o ponto 1, o que pode ser causado pelo baixo teor de matéria orgânica no solo, que influenciam diretamente na agregação do solo (CASTRO FILHO & LOGAN, 1991). Isto pode estar ocorrendo, devido ao intenso pisoteio da trilha, o que provoca a quebra da estrutura do agregado, principalmente nos primeiros centímetros do solo (Gráfico 1).

O ponto 3 apresentou agregados de diâmetro maior nas duas profundidades: 1,74 mm e 1,42 mm (0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente), evidenciando, portanto, que nesse ponto o solo está sofrendo menos impacto com o pisoteio.

De acordo com Takahashi (1998), o pisoteio das trilhas compacta os solos alterando sua porosidade em razão da redução do volume de macroporos. Este aumento na

compactação eleva a resistência mecânica do solo à penetração de raízes e à infiltração de água, reduzindo inclusive a regeneração natural. Magro (1999) afirma que quando o pisoteio é freqüente, o solo é compactado provocando a selagem do mesmo e aumentando sua susceptibilidade à erosão e perda de matéria orgânica.

Como era esperado, o IEA apresentou a mesma tendência que o DMG, o ponto 1 apresentou os menores valores (88,76% e 85,59%) e o ponto 3 apresentou os maiores valores (95,49% e 96,25%). O gráfico 2 apresenta os resultados obtidos.

A umidade e a cobertura vegetal do solo têm uma estreita relação com a agregação do mesmo (CAMPOS & REINERT, 1999), além disso, a matéria orgânica e os minerais de argila são os dois agentes cimentantes que mais contribuem para a agregação do solo (KIEHL 1979).

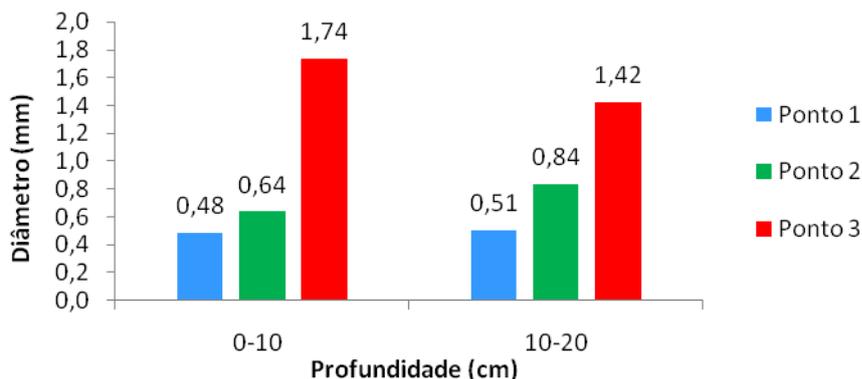


Gráfico 1. Diâmetro Médio Geométrico (DMG), medido em milímetros, dos três pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Laranjeiras- Praia do Sono.

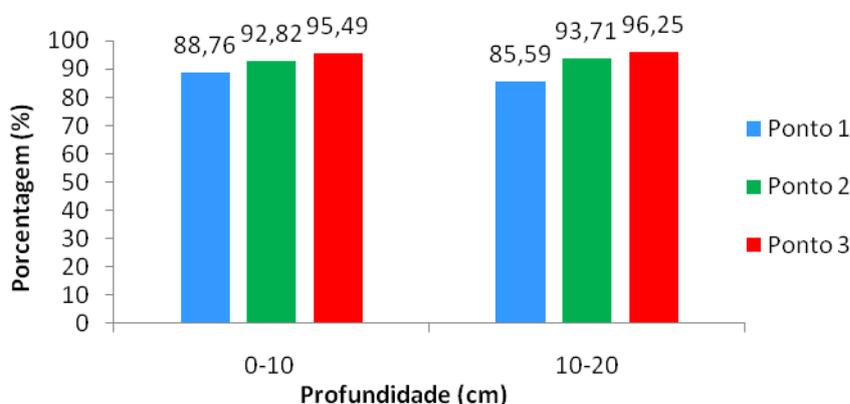


Gráfico 2. Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), medido em porcentagem, dos três pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Laranjeiras- Praia do Sono.

Com relação à análise da textura, observou-se que o ponto 3 possui textura argilosa, nas duas profundidades amostradas, além disso, ele apresentou as maiores taxas de DMG e IEA (Tabela 1). Como já foi dito anteriormente, a argila e a matéria orgânica

são fundamentais na formação e cimentação do agregado, portanto, a textura argilosa explica os resultados de agregação, isto é, agregados de diâmetro > 2,5 mm.

Tabela 1. Resultado das análises granulométricas nos pontos amostrados na trilha Laranjeiras- Praia do Sono.

LARANJEIRAS - SONO				
Profundidade	Areia (%)	Argila (%)	Silte(%)	Textura
Ponto 1	46,33	28,70	24,97	Franco - Argilo - Arenosa
Ponto 2	47,00	25,40	21,60	Franco - Argilo - Arenosa
Ponto 3	22,4	49,4	28,2	Argilosa
Ponto 1	38,83	26,10	35,08	Franco
Ponto 2	50,08	40,10	9,83	Argilo - Arenosa
Ponto 3	17,45	53,4	29,15	Argilosa

Na Trilha Ponta Negra – Galhetas verificou-se que, mesmo com o pisoteio do solo e com a presença de feições erosivas, o solo da trilha apresenta uma boa condição de agregação. Isso pode estar ocorrendo devido à preservação do fragmento no entorno da trilha. O ponto 1, apesar de apresentar as menores taxas de IEA e de DMG, ainda está dentro dos limites de boa agregação do solo ($DMP > 0,5 \text{ mm}$).

Diferentemente da trilha *Laranjeiras - Praia do Sono*, que apresenta escadas de madeira e de cimento, estruturas de contenção e pontes, a trilha *Ponta Negra - Galhetas* não apresenta na sua extensão nenhum tipo de estrutura de conservação e manejo.

O primeiro ponto de coleta (7418015N e 539995E) está localizado em uma área de vegetação arbustiva com presença de pequenas árvores (Figura 7). Neste local, o limite da área pisoteada da trilha possui aproximadamente 1,16 metros de largura.



Figura 7. Primeiro ponto de coleta na Trilha Ponta Negra – Galhetas no, onde observa-se solo bastante compactado e vegetação arbustiva. Foto: RANGEL, 2012.

Já o segundo ponto de coleta (7417951N e 539858E) está localizado em uma área de vegetação mais densa, com a presença de blocos rochosos e degraus. O limite da área pisoteada é de aproximadamente 0,91 metros (Figura 8).



Figura 8. Segundo ponto de coleta na Trilha Ponta Negra – Galhetas, onde verifica-se vegetação mais densa e a presença de blocos rochosos. Foto: RANGEL, 2012.

Os principais fatores que influenciam a intensidade do impacto são frequência do uso, tipo e comportamento do usuário, estação climática e condições ambientais (COLE, 1987). Cole (2004) acrescenta que logo após a abertura da trilha, pequenos aumentos na frequência do uso causam aumentos pronunciados no impacto; porém, o nível de degradação decresce com o aumento do uso.

Com relação ao DMG observa-se que o ponto 2 apresenta os menores valores para as duas profundidades: 0,78 mm e 1,61 mm (0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente). Os valores de DMG nos dois pontos amostrados são relativamente baixos (Gráfico 3). Conforme dito anteriormente, os baixos valores do DMG podem estar relacionados com o intenso pisoteio da trilha e falta de estruturas de conservação e ações de manejo.

O primeiro ponto amostrado está um pouco menos degradado do que o ponto 2 (DMG de 0,81 mm e 0,71 mm). Isto pode ser explicado pela presença de degraus no ponto 2; os degraus são feições erosivas que se intensificam com o aumento do fluxo de água.

Verificou-se que o IEA apresentou a mesma tendência que o DMG. O ponto 1 apresentou os maiores valores (84,59% e 84,11%) e o ponto 2 apresentou os menores

valores (69,35% e 77,73%). O gráfico 4 apresenta os resultados obtidos.

Christensen (2001) destaca que além das interações entre os minerais, a interação destes com a matéria orgânica, constituindo complexos organominerais, afeta intensamente o tamanho dos agregados estáveis em água. Pode-se inferir, portanto, que no ponto 1 deve estar havendo maior

concentração de matéria orgânica, já que neste ponto a estabilidade dos agregados foi maior.

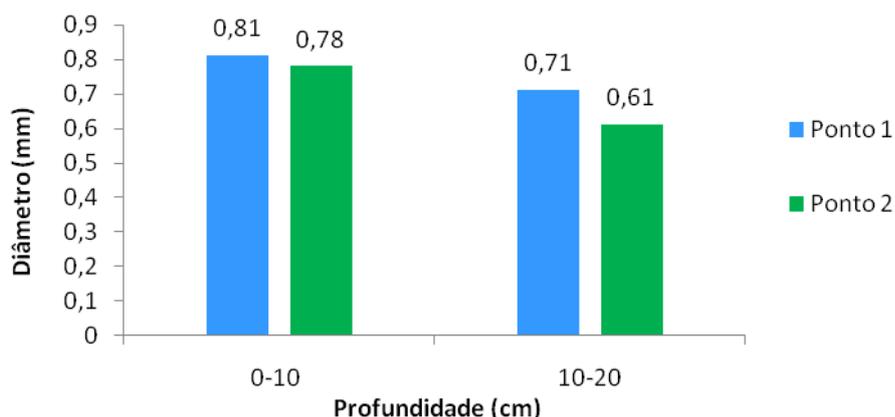


Gráfico 3. Diâmetro Médio Ponderado (DMG), medido em milímetros, dos pontos coletados nas duas profundidades amostradas, na trilha Ponta Negra - Galhetas.

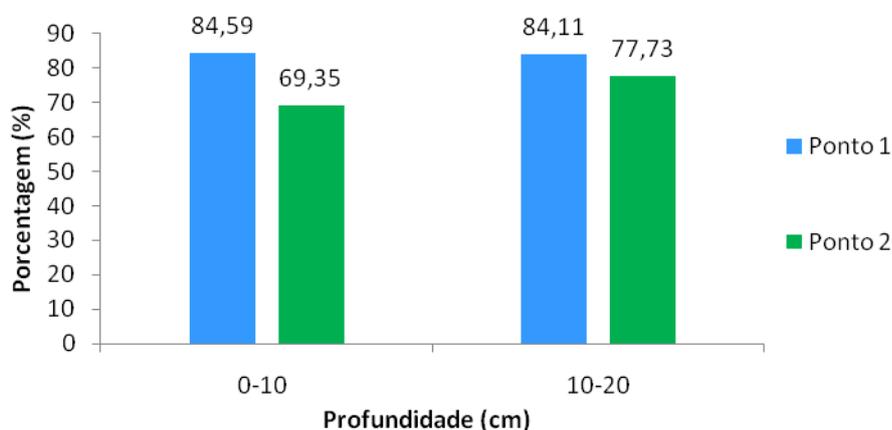


Gráfico 4. Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), medido em porcentagem, dos pontos coletados nas duas profundidades amostradas, na trilha Ponta Negra - Galhetas.

Além de aspectos como manejo e clima, a agregação do solo também está associada à sua textura (BRONICK & LAL, 2005), o que também foi verificado neste trabalho. Com relação à análise da textura, observou-se que o ponto 1 possui textura argilo-arenosa, nas duas profundidades amostradas e o ponto 2 apresentou textura

franco-argilo-arenosa (Tabela 2). Esses resultados reforçam os dados de estabilidade de agregados, que apresentam o ponto 1 como menos degradados, já que ele possui maior teor de argila, que é um importante elemento na formação do agregado.

Tabela 2. Resultado das análises granulométricas nos pontos amostrados, na trilha Ponta Negra – Galhetas.

PONTA NEGRA - GALHETAS					
	Profundidade	Areia (%)	Argila (%)	Silte(%)	Textura
Ponto 1	0 -10 cm	48,36	35,50	16,14	Argilo - Arenosa
Ponto 2		52,70	30,10	17,20	Franco - Argilo - Arenosa
Ponto 1	10 -20 cm	49,94	38,20	12,04	Argilo - Arenosa
Ponto 2		60,11	29,30	10,60	Franco - Argilo - Arenosa

A textura afeta a erosão, já que algumas frações granulométricas são mais facilmente removidas que as outras. Guerra (2004) destaca que a remoção de sedimentos é maior na fração “areia média”. O teor de silte também afeta a erodibilidade (EVANS, 1990). Costa (2006), observou ao analisar a trilha do Camorim no Parque Estadual da Pedra Branca (RJ), grandes concentrações de silte e areia, relacionando esses teores à presença de feições erosivas.

Conclusões

Conclui-se que o IEA apresentou a mesma tendência que o DMG nas duas trilhas analisadas. Além disso, verificou-se que a textura do solo, principalmente com relação à concentração de argila, tem relação direta com a formação de agregados maiores e conseqüentemente, maiores índices de estabilidade de agregados.

1. Verifica-se que a trilha *Laranjeiras - Praia do Sono* apresentou melhores resultados de agregação do que a trilha *Ponta Negra - Galhetas*, indicando que o solo está menos degradado.

2. Conclui-se, portanto, que os índices de agregação do solo juntamente com a análise da textura do mesmo podem ser utilizados como índices de qualidade do solo, já que são indicadores dos atributos do solo. Esses índices exprimem se o solo está ou não degradado.

3. A utilização de estruturas de manejo, assim como, iniciativas para preservação e educação ambiental, poderiam

diminuir os impactos nas trilhas, principalmente na trilha *Ponta Negra – Galhetas*, que está bastante degradada.

Agradecimentos

Esta proposta de pesquisa está vinculada ao projeto: "Diagnóstico de danos ambientais em unidades de conservação: Parque Estadual da Serra do Mar (núcleo Picinguaba) e Parque Nacional da Serra da Bocaina (Área de Proteção Ambiental do Cairuçu) e Reserva Ecológica da Juatinga" financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao projeto “Diagnóstico de danos ambientais em Unidades de Conservação: Parque Nacional da Serra da Bocaina (Área de Proteção Ambiental do Cairuçu) e Reserva Ecológica da Juatinga” financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

Agarez, F. V. (2002) Contribuição para a gestão de fragmentos florestais com vista a conservação da biodiversidade em Floresta Atlântica de Tabuleiros. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – Criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). 2000. Disponível em

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1998/5.htm. Acesso em: 13 jul. 2012.

Bronick, C.J. & Lal, R. (2005) Soil structure and management: A review. *Geoderma*, v. 124; p. 3-22.

Campos, B. C. D.; Reinert, D. J. (1999) Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. v. 23. p. 33-391.

Castro Filho, C. & Logan, T. J. (1991) Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. *Soil Science Society of America*. v.55. p. 1407-1413.

Castro Filho, C.; Muzilli, O. & Podanoschi, A. L. (1998) Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 22, p. 527-538.

Christensen, B.T. (2001) Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *Europe Journal Soil Science*. v. 52. p.345-353.

Cole, D.N. (1987) Research on soil and vegetation in wilderness: a state-of-knowledge review. In: LUCAS, R.C. *Proceedings - National Wilderness Research Conference: Issues, State-of-knowledge, Future Directions*. General Technical Report INT-220. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Intermountain Research Station, Ogden, Utah. p. 135-177.

Cole, D.N. (2004) Impacts of Hiking and Camping on Soils and Vegetation: A Review. In: BUCKLEY, R. *Environmental impacts of ecotourism*. International Centre for Ecotourism Research, Griffith University, Parklands Drive, Gold Coast, Queensland, Australia.

Costa, V. C. da. (2006) *Propostas de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um Estudo no Maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ)*. 2006. 325f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Costa, V. C. Da; Triane, B. P.; Costa, N. M. C. da. (2008) Impactos ambientais em trilhas: agricultura X Ecoturismo - um estudo de caso na Trilha do Quilombo (PEPB—RJ). *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v.1, n.1, p.84-113.

Doran, J.W. & Jones, A.J (1996). *Methods for assessing soil quality*. Madison, Soil Science Society of America. 410p.

Doran, J.W.; Parkin, T.B.. (1994) Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W.; Coleman, D.C.; Bezdicek, D.F.; Stewart, B.A. (eds). *Defining soil quality for a sustainable environment*. SSSAJ, Madison, v. 35. p.3-22. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. 247p.

Evans, R (1990). Water erosion in British farmers fields - some causes, impacts, predictions. *Progress in Physical Geography*. v. 14, p. 199-219.

Gomes, L. J. (2004). Dinâmica Espacial do uso da terra na Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Serra da Bocaina. In: *Anais - II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto*. Aracaju/SE, 10 a 12 de novembro de 2004.

Goudie, A.; Villes, H. (1997) *The Earth Transformed – Na Introduction to Human Impacts on the Environment*. Blackwell Publishers, Oxford, Inglaterra, 276p.

Guerra, A. J. T. (1998). Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 149-209.

- Guerra, A. J. T. (1999) O início do processo erosivo. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 17-55.
- Guerra, A. J. T E Mendonça, J. K. S. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. In: Vitte, A. C. E Guerra, A. J. T. (org.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- Hillel, D. (2003) Introduction to Environmental Soil Physics. Burlington: Academic Press. p. 73-89.
- ICMBIO. Plano de Manejo da APA de Cairucu. 2004. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2240-apa-de-cairucu.html>. Acesso em 06 ago. 2012.
- Kemper, W. D. & Rosenau, R. C. (1986) Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (org.) Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America.
- Kroeff, L. L. (2010) Contribuição metodológica ao planejamento de trilhas ecoturísticas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), RJ. 199f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- Jewell, M. C.; Hammitt W. E. (2000) Assessing Soil Erosion on Trails: A Comparison of Techniques. In: USDA Forest Service Proceedings RMRS., v. 5. p. 133-140.
- Lal, R. (1988) Erodibility and erosivity. In: Lal, R. et al. Soil erosion research methods. Washington: Soil and Water Conservation Society. p. 141-160.
- Le Bissonnais, Y. (1996) Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: 1. Theory and methodology. European Journal of Soil Science, v. 47, p. 425-437.
- Lechner, L. (2006) Planejamento, implantação e manejo de trilhas em unidades de conservação. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Cadernos de Conservação, ano 3, n.3, junho.
- Magro, T.C (1999). Impactos do Uso Público em uma Trilha no Planalto Nacional do Itatiaia. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia – Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Marques, M.C.M. (Org.) Mapeamento da cobertura vegetal e listagem das espécies ocorrente na área de proteção ambiental de Cairucu, município de Paraty, RJ. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1997. 96 p. (Série Estudos e Contribuições).
- Neiman, Z.; Cardoso-Leite, E.; Podadera, D.S. (2009). Planejamento e implantação participativos de programas de interpretação em trilhas na “RPPN Paiol Maria”, Vale do Ribeira (SP). In: Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v.2, n.1, p.11-34.
- Oades, J.M. (1984) Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and Soil. v. 76, p. 319 – 337.
- Pagani, Y. V. (2009). Áreas de proteção ambiental (APAs): a conservação em sistemas de paisagens protegidas: análise da APA Petrópolis/RJ. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Sherwood, S. & Uphoff, N. (2000) Soil health: Research, practice and policy for a more regenerative agriculture. Appl. Soil Ecology v. 15, p. 85-97.
- 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 do Paraná. 129f. Tese (Doutorado em

Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Tisdall, J. M.; Oades, J. M. (1982) Organic matter and water stable aggregates in soils. *Soil Science American Journal*. v. 33, p. 141-163.

Veloso, H. P.; Filho, A. L. R. R. & Lima, J. C. A. (1991) *Classificação da Vegetação Brasileira*, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, Ed.IBGE. 123p.

Whitmore, T.C. (1978) Gaps in the forest canopy. In: Tomlinson, P.B. E Zimmermann, M. H. (org) *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, New York, p.639-655.

Yoder, R. E. (1936) A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal American Society Agronomy* v. 28, p. 337-351.