

Índices de Qualidade do Solo como atributo para avaliação de trilhas em Unidades de Conservação: O caso da APA Cairuçu, Paraty, Rio de Janeiro – Brasil

Luana de Almeida Rangel¹; Raphael Rodrigues Brizzi²; Helton Santos Souza³; Antonio Jose Teixeira Guerra⁴

¹Mestranda em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Integrante do Lagesolos

²Graduando em Geografia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Integrante do Lagesolos

³Graduando em Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro - Integrante do Lagesolos

⁴Doutor em Geografia – Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coordenador do Lagesolos

Resumo

A qualidade do solo envolve 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 (DORAN & PARKIN, 1994).

As Unidades de Conservação (UCs) são áreas naturais protegidas e propícias ao turismo, o que acarreta diversos impactos ambientais. Como muitas dessas UCs encontram-se em áreas de difícil acesso, as trilhas são os caminhos mais utilizados dentro dessas áreas protegidas (NEIMAN, *et. al.* 2009).

Nesse sentido, o presente trabalho busca, a partir de índices de qualidade do solo, inferir o impacto de duas trilhas localizadas no sul da Área de Proteção Ambiental do Cairuçu, no município de Paraty, Rio de Janeiro.

Para a análise da qualidade do solo foram coletadas amostras de solo em 3 pontos na trilha *Laranjeiras- Praia do Sono* e 2 pontos na trilha *Ponta Negra - Galhetas*. Para a análise da estabilidade de agregados por via úmida foram coletados blocos de solo em três repetições em duas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm. As amostras foram homogeneizadas com peneira de 4 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, utilizando o método de Yoder (1936) modificado por Castro Filho (1998). Com os dados obtidos foram calculados o Diâmetro Médio Ponderado (DMP), o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e o Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), conforme Kemper e Rosenau (1986).

Para a análise granulométrica foram coletadas amostras deformadas de solo e utilizou-se o método da pipeta (Embrapa, 1979).

Verificou-se que o solo da trilha *Laranjeiras - Praia do Sono* está menos degradado do que o da trilha *Ponta Negra – Galhetas*, já que em todos os pontos amostrados a estabilidade dos agregados foi maior naquela do que nessa. Isso pode estar ocorrendo devido as ações de manejo presentes na trilha e a vegetação mais densa.

1. 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.

A fragmentação florestal pode ser originada tanto pelo desmatamento, onde formações florestais estão circundadas por diferentes tipos de *habitats* não florestados (CASTRO JR, 2002); quanto pode ocorrer quando um ecossistema é subdividido pela ação do homem ou perturbações naturais, resultando em uma paisagem na qual permanecem alguns fragmentos da cobertura vegetal, originais inseridos em uma matriz totalmente diferente (KINDEL, 2001).

Sendo assim, o processo de fragmentação age reduzindo e isolando áreas propícias à sobrevivência das populações, originando extinções determinísticas (METZGER, 1999), provocando diminuição na heterogeneidade do habitat nas áreas remanescente com a exclusão de determinadas espécies dos fragmentos (ZIMMERMAN & BIERREGAARD, 1986).

A fragmentação também provoca alterações microclimáticas dentro e no entorno do fragmento, pois o processo de fragmentação cria o chamado “efeito de borda” – O processo de fragmentação impõe a criação de bordas - onde ocorre maior exposição ao vento, aumento da luminosidade e redução da umidade, que influenciam diretamente nas espécies, alterando assim, a estrutura e a comunidade biológica. (LAURANCE *et al.*, 1998).

De fato, a fragmentação florestal promove alterações de diversos tipos na paisagem, nas espécies, nas comunidades e nas populações, entre outros. Um efeito direto da fragmentação é a perda da área original, e o conseqüente isolamento de manchas remanescentes de florestas, o que, em síntese, significa a perda de habitat e a conseqüente diminuição da riqueza de espécies. (METZGER, 1999).

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)

Dentro das UCs de Uso Sustentável, destaca-se a Área de Proteção Ambiental (APA), que segundo PHILLIPS (2002), é uma parte da superfície da terra, que pode incluir a parte costeira ou terrestre, na qual a interação da natureza e do ser humano, ao longo do tempo, produziu uma zona definida, com importantes valores estéticos, ecológicos e/ou culturais, e que pode abrigar uma rica diversidade ecológica.

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*.

Além disso, a incisão de uma trilha pode apresentar, com o intenso uso, feições erosivas, como ravinas e degraus. 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 e 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 e 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 e 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 floculação, mas também da cimentação (HILLEL, 2003), que pode ocorrer, segundo Tisdall e 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).

2. Material e Métodos

2.1. Área de Proteção Ambiental Cairuçu

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 Joatinga, 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 gnaissees 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.

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).

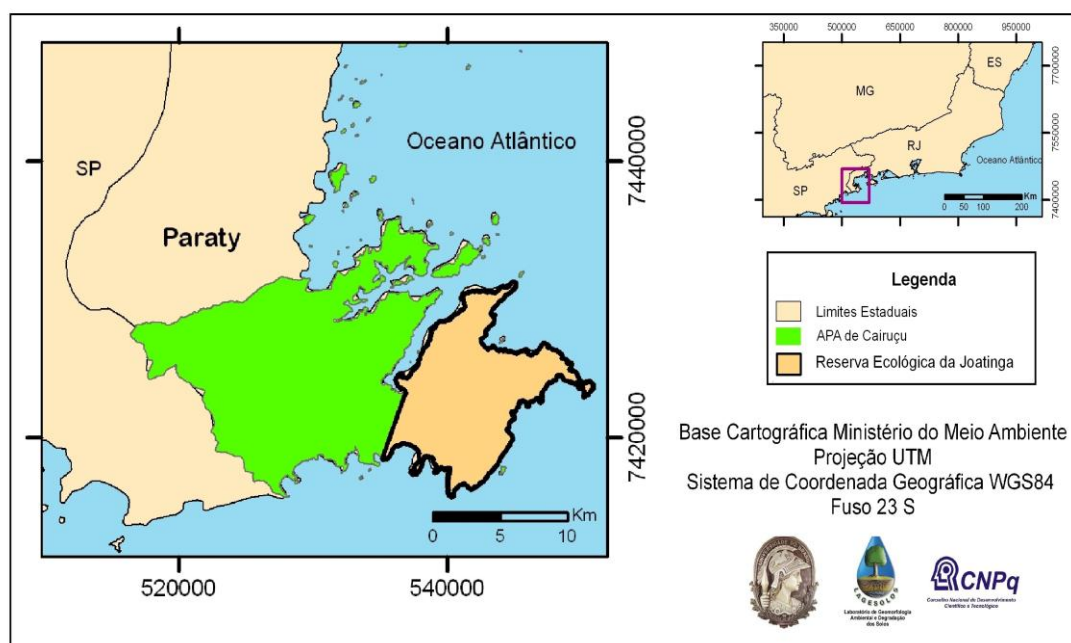


Figura 1. Localização da APA Cairuçu. Elaboração própria.

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 preponderante na área, e a trilha *Laranjeiras- Praia do Sono*, é considerada, pelo plano de manejo

(ICMBIO, 2004) a mais utilizada da APA Cairçu. 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. O ponto inicial da trilha apresenta as seguintes coordenadas: 23°19'49.32"S e 44°39'36.07"O e o ponto final: 23°19'51.10"S e 44°38'16.82"O.

A trilha *Ponta Negra - Galhetas* possui uma extensão aproximada de 330 metros e não apresenta grande dificuldade, já que a vegetação é arbustiva. O ponto inicial da trilha apresenta as seguintes coordenadas: 23°20'50.51"S e 44°36'40.54"O e o ponto final: 23°20'49.12"S e 44°36'31.43"O.

2.2. Coletas e Análises Laboratoriais

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 10-20cm. Para cada ponto foram feitas três repetições. Os pontos analisados estão identificados na figura 2.

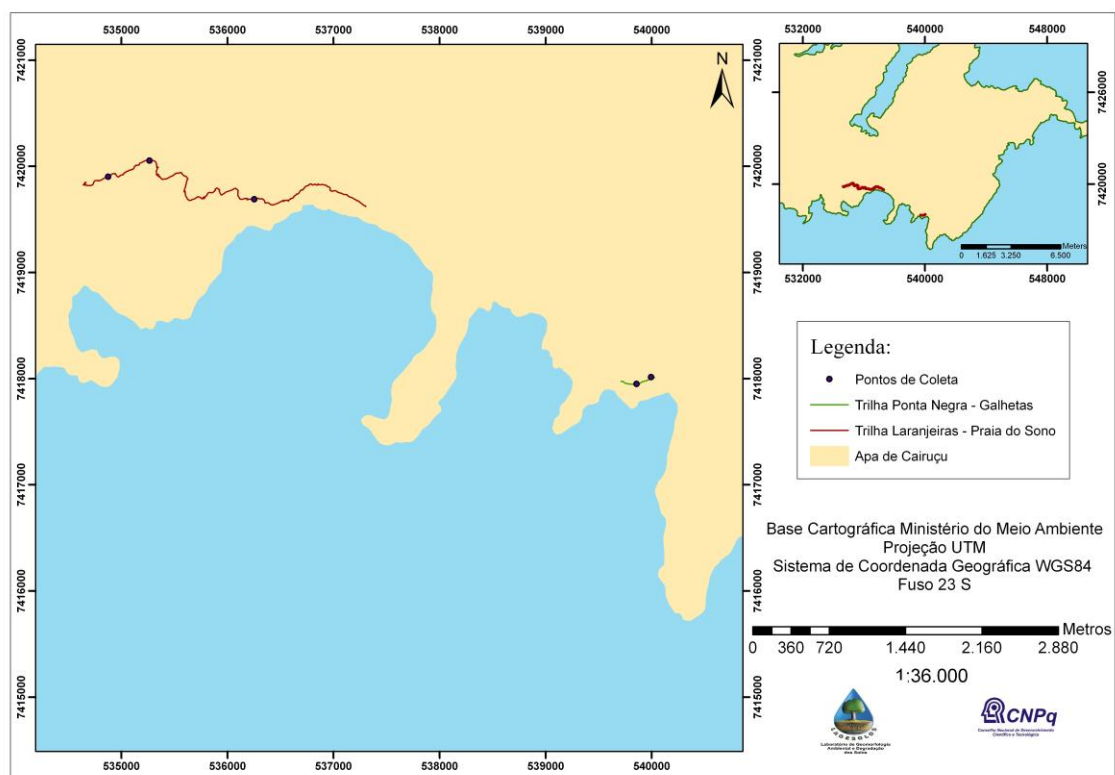


Figura 2. Localização dos pontos amostrados na trilha Laranjeiras – Sono e na trilha Galhetas-Ponta Negra.

A fim de determinar a estabilidade de agregados em água – método proposto por Yoder (1936) e modificado por Castro Filho (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 < 0,125mm) 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 (1998) com peneiras de malhas de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25 e 0,125 mm de abertura.

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 do DMP através da equação: $DMP (mm) = \sum (x_i \cdot w_i)$, em que w_i = proporção (%) de cada classe em relação ao total; e x_i = diâmetro médio das classes, expresso em mm; do DMG através da equação $DMG (mm) = \exp[\sum w_i \ln x_i / \sum w_i]$ e do IEA obtido pela equação: $IEA (\%) = [(peso \text{ total dos agregados} - peso \text{ dos agregados} < 0,25 \text{ mm}) / peso \text{ da amostra}] \times 100$; modificado de Kemper e Rosenau (1986).

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).

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 0,053mm, onde a areia é retida e a fração silte+argila vai para uma proveta de 1000ml. Transcorrido o tempo de acordo com a temperatura, é introduzida uma pipeta de 50ml, 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 pesadas as frações, compara-se os resultados com o triângulo textural (Figura 3).

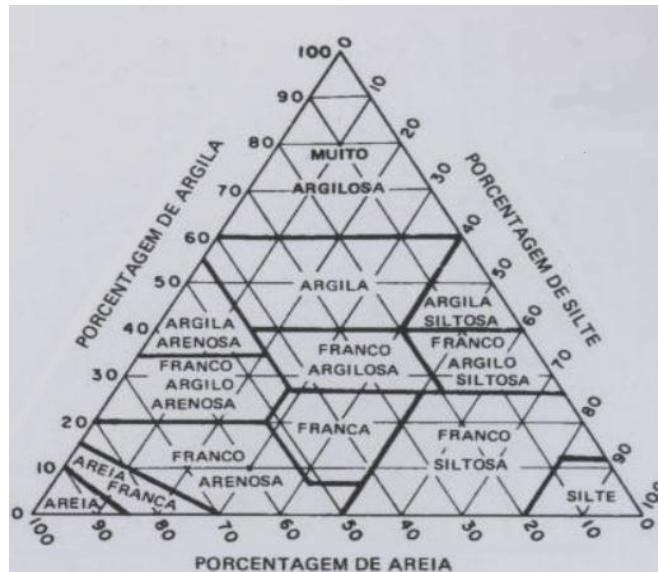


Figura 3. Triângulo de classificação textural de solos. Fonte: Lemos & Santos, 1984.

3. Apresentação e Discussão dos Resultados

3.1. A Trilha Laranjeiras - Praia do Sono

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. 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 próximo a uma escada construída na trilha (Figura 4). A trilha, neste ponto amostrado, possui aproximadamente 1,18 metros de área pisoteada.



Figura 4. Formação de ravina ao lado de escada construída próxima ao primeiro ponto de coleta evidenciado concentração do escoamento de água na trilha. Foto: L. A. Rangel, 2012.

Já o segundo ponto de coleta está localizado em uma área onde há formação de degraus - que evidenciam processos erosivos e compactação do solo - e presença de ravinas. O limite da área pisoteada é de 2,68 metros.

O terceiro ponto está localizado próximo a uma escada de madeira, possui 1,03 metros de limite da área pisoteada. Observa-se também a exposição de rochas, o que evidencia, mais uma vez processos erosivos.

Com relação ao DMP observa-se que o ponto 1 apresenta os menores valores para as duas profundidades: 1,78 mm e 1,87 mm (0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente). Os valores de DMP 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 e 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: 2,53 mm e 2,50 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.

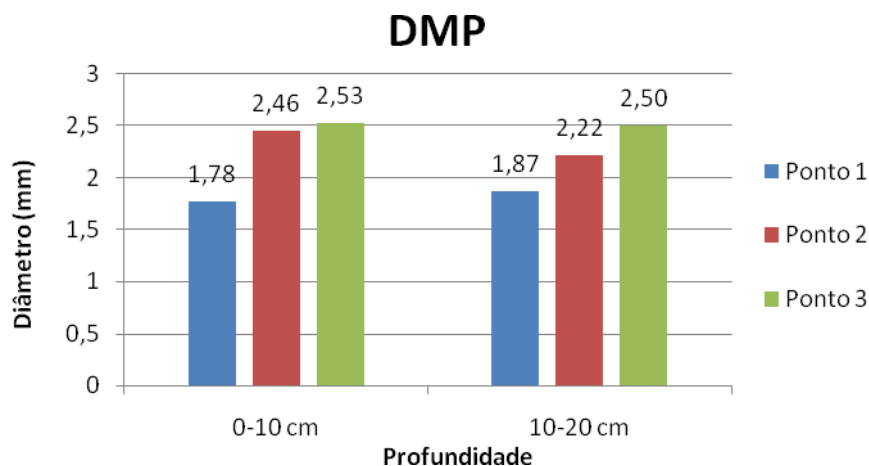


Gráfico 1. Diâmetro Médio Ponderado (DMP), medido em milímetros, dos três pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Laranjeiras- Praia do Sono.

Como era esperado, o IEA apresentou a mesma tendência que o DMP, 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 *et al.*, 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).

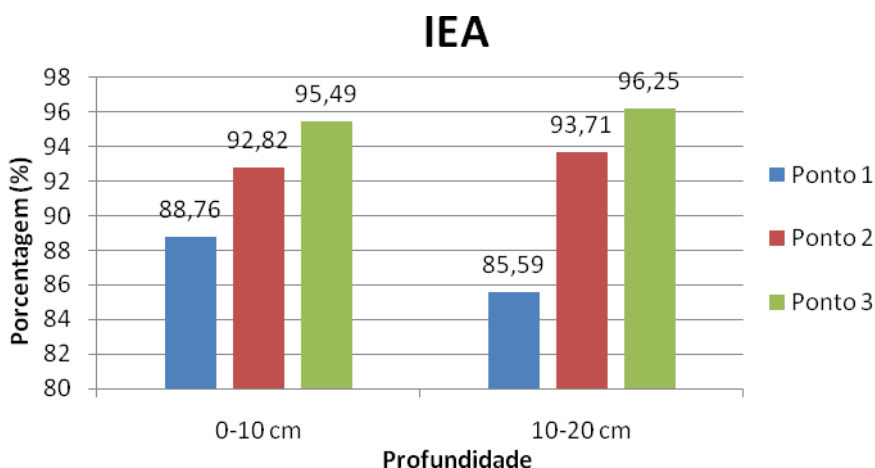


Gráfico 2. Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), medido em porcentagem, dos três pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Laranjeiras- Praia do Sono.

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 DMP 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	0 -10 cm	46,33	28,70	24,97	Franco - Argilo - Arenosa
Ponto 2		5,01	25,40	21,60	Franco - Argilo - Arenosa
Ponto 3		22,4	49,4	28,2	Argilosa
Ponto 1	10 -20 cm	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

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 DMP, ainda está dentro dos limites de boa agregação do solo (DMP > 0,5 mm).

3.2. A Trilha Ponta Negra - Galhetas

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.

Diferentemente da trilha *Laranjeiras - Praia do Sono*, a trilha *Ponta Negra - Galhetas* não apresenta na sua extensão nenhum tipo de estrutura de conservação e manejo.

O primeiro ponto de coleta está localizado em uma área de vegetação arbustiva com presença de pequenas árvores (Figura 5). Neste local, o limite da área pisoteada da trilha possui aproximadamente 1,16 metros de largura.



Figura 5. 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 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 6).



Figura 6. 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, 1981 e 1987). Cole (2004) acrescenta que logo após a abertura da trilha, pequenos aumentos na frequência do uso causam aumentos pronunciados no impacto; no entanto, o nível de degradação decresce com o aumento do uso.

Com relação ao DMP observa-se que o ponto 2 apresenta os menores valores para as duas profundidades: 0,68 mm e 1,10 mm (0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente). Os valores de DMP nos dois pontos amostrados são relativamente baixos (Gráfico 3). Conforme dito anteriormente, os baixos valores do DMP podem estar relacionados com o intenso pisoteio da trilha e falta de estruturas de conservação e ações de manejo.

O primeiro ponto amostrado mostra-se um pouco menos degradado do que o ponto 2 (DMP de 1,28 mm nas duas profundidades). 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.

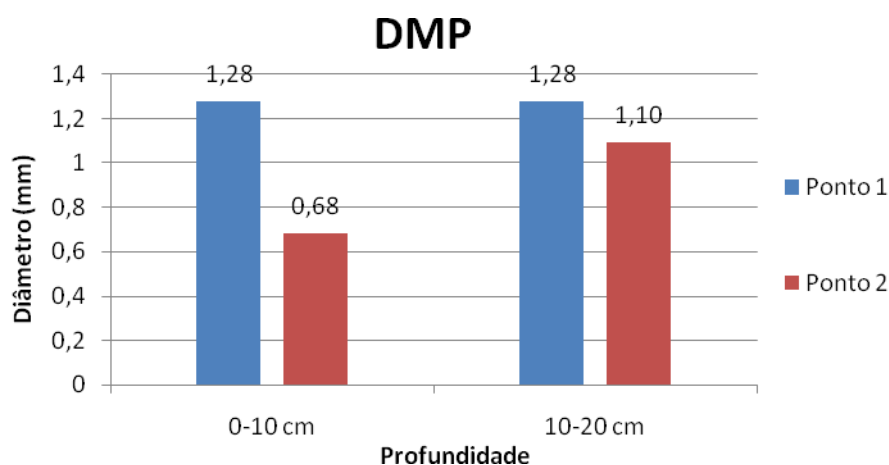


Gráfico 3. Diâmetro Médio Ponderado (DMP), medido em milímetros, dos pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Ponta Negra - Galhetas.

Verificou-se que o IEA apresentou a mesma tendência que o DMP. 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.

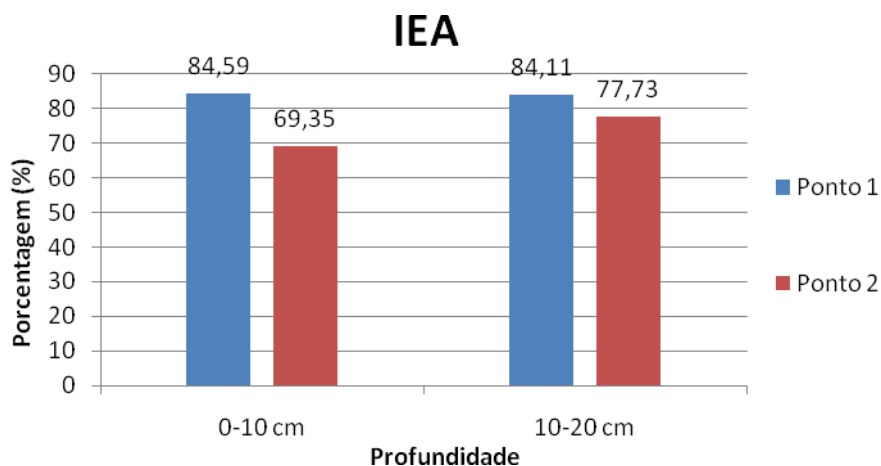


Gráfico 4. Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), medido em porcentagem, dos pontos coletados nas duas profundidades amostradas na trilha Ponta Negra - Galhetas.

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

4. Considerações Finais

Salton (*et. al.* 2008) destaca que agregados estáveis são importantes para proporcionar boa estrutura do solo, provendo o interior deste com espaços porosos para desenvolvimento das raízes, da fauna do solo e circulação de ar e água.

A vegetação é um fator importante de formação de agregados, mediante a ação mecânica das raízes ou pela excreção de substâncias com ação cimentante, e isto, indiretamente, fornece nutrientes à fauna do solo (Kiehl, 1979). Como nas trilhas não há presença de vegetação, a tendência é que os índices de agregação do solo sejam baixos, já que a ação do pisoteio e da gota de Chuva é mais intensa quando o solo não tem vegetação.

Foi verificado 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.

Considerando que o manejo adequado é fundamental para a qualidade do solo, percebe-se que as trilhas, que possuem função não só turística, mas também social, precisam ser mais bem conservadas. Isto deve ocorrer, principalmente quando as mesmas estão inseridas em Unidades de Conservação (UC), já que o objetivo de uma UC é a conservação de recursos naturais e do espaço; e as trilhas, quando degradadas vão contra esse preceito de conservação.

Verifica-se, portanto, que os índices de agregação do solo juntamente com a análise da textura do solo 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.

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 Joatinga" 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 Joatinga" financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências Bibliográficas

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/19985.htm. Acesso em: 13 jul. 2012.

BRONICK, C.J. & LAL, R. Soil structure and management: A review. **Geoderma**, 124:3-22, 2005.

CAMPOS, B. C. D.; REINERT, D. J. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. 23: 33-391 p. 1999.

CASTRO FILHO, C. & LOGAN, T. J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. **Soil Science Society of America**. p. 55:1407-1413, 1991.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PODANOSCHI, A. L. 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, 1998.

CASTRO FILHO, C., LOURENÇO, A., DE F. GUIMARÃES, M. e FONSECA, I. C. B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil. **Soil and Tillage Research**. v.65, n.1, p.45-51. 2002.

CASTRO JR, E. **Valor indicador da fauna de macroartrópodes edáficos em fragmentos primários e secundários do ecossistema de florestas de tabuleiros, ES**. (Doutorado). Rio de Janeiro: PPGG, UFRJ, 2002.

CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. **Eur. J. Soil Sci.**, 52:345-353, 2001.

DORAN, J.W. & JONES, A.J. **Methods for assessing soil quality**. Madison, SSSA, 1996. 410p.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B., 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, 1994

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 247p

GOMES, 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.

HILLEL, D. Introduction to Environmental Soil Physics. Burlington: **Academic Press**. p. 73-89, 2003.

ICMBIO. **Plano de Manejo da APA de Cairuçu**. 2004. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2240-apa-de-cairuçu.html>. Acesso em 06 ago. 2012.

KEMPER, W. D. & ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (org.) *Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods*. **Soil Science Society of America**, 1986.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia – relações solo-planta**: São Paulo: 1979. 264.

KINDEL, A. **A fragmentação Real: Heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus**. (Doutorado). Pós Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

KROEFF, L. L. **Contribuição metodológica ao planejamento de trilhas ecoturísticas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), RJ**. 2010. 199f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

JEWELL, M. C. e HAMMITT W. E. Assessing Soil Erosion on Trails: A Comparison of Techniques. In: **USDA Forest Service Proceedings RMRS**. 2000, v. 5. p. 133-140.

LAURENCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; RANKIN-DE-MERONA, J.M.; LAURENCE, S.G. **Ecology**. 1998.

LECHNER, L. **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 2006.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Embrapa-SNLCS, 1984. 46p.

MAGRO, T.C. **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, 1999.

MARQUES, M.C.M. (Org.) **Mapeamento da cobertura vegetal e listagem das espécies ocorrente na área de proteção ambiental de Cairuçu, município de Paraty, RJ**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1997. 96 p. (Série Estudos e Contribuições).

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 1999.

NEIMAN, Z.; CARDOSO-LEITE, E.; PODADERA, D.S. 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, 2009, pp.11-34.

OADES, J.M., Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**. v. 76, p. 319 – 337. 1984

PHILLIPS, A. **Management Guidelines for IUCN Category V Protected Areas: Protected Landscapes/Seascapes**. UK: IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, 2002.

SALTON, J.C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. (Tese de Doutorado). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.158p.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, p. 11-21, 2008.

SHERWOOD, S. & UPHOFF, N. Soil health: Research, practice and policy for a more regenerative agriculture. **Appl. Soil Ecol**. v. 15, p. 85-97, 2000.

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**. 1998. 129f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

TISDALL, J. M. e OADES, J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Soil Science American Journal**. v. 33, p. 141-163, 1982.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R. & LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, Ed.IBGE. 1991. 123p.

WHITMORE, T.C. 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. 1978.

ZIMMERMAN, B. L. & BIERREGAARD, R. O. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. **Journal Biogeography**. 1986.

YODER, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **J. Am. Soc. Agron**. v. 28, p. 337-351. 1936.