

# O uso de trilhas em unidades de conservação: o caso da Apa de Cairuçu, Paraty – RJ

*Use of trails in conservation units: the case of Apa Cairuçu, PARATY - RJ*

Luana de Almeida Rangel<sup>1</sup>

Antonio Jose Teixeira Guerra<sup>2</sup>

Raphael Rodrigues Brizzi<sup>3</sup>

Helton Santos Souza<sup>4</sup>

**RESUMO:** Pensando na preservação de fragmentos florestais foram criadas as Áreas de Proteção Ambiental, que são áreas dotadas de atributos importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais. Em alguns casos, as APAs sofrem com o impacto turístico devido seus atrativos naturais. Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da trilha *Laranjeiras-Sono*, localizada no sul da APA de Cairuçu. Foram coletadas amostras de solo em três repetições em três pontos da trilha e três pontos da floresta na profundidade de 0-10cm, com o objetivo de comparar o impacto. Realizaram-se análises de estabilidade de agregados em água e análise granulométrica e percebeu-se que as áreas de floresta estão menos degradadas do que a trilha, onde é possível observar diversos processos erosivos, como a formação de ravinas.

**Palavras-chaves:** Áreas Protegidas. Fragmentação Florestal. Estabilidade de Agregados.

**ABSTRACT:** *Regarding the protection and rehabilitation of forest fragments, Environmental Protection Areas (EPA) has been created. These EPAs are large areas with different kinds of human settlement, in order to protect biological diversity, to regulate the settlement and to ensure the natural resources sustainability. In some cases, the EPA is impacted by tourism, due to its natural attraction. Therefore, this research aims to assess the impact on the trails in the southern part of Cairuçu EPA. Soil samples have been collected to determine aggregate stability at six sites of Laranjeiras-Sono trail; three on the trail and three on the forest, at one depth (0-10cm). Analyses of water aggregate stability and sieve analysis, and realized that the forest areas are less degraded than the trail, where you can observe many erosive processes such as the formation of rills. Were performed analyses of water aggregate stability and granulometric analysis, and it was noticed that the forest areas are less degraded than the trail, where you can observe many erosive processes such as the formation of rills.*

**Keywords:** *Protected Areas. Forest Fragmentation. Aggregate Stability.*

---

<sup>1</sup> Geógrafa. Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Integrante do Lagesolos. Departamento de Geografia da UFRJ. E-mail: luarangel@ufrj.br.

<sup>2</sup> Geógrafo. Pós-Doutor em Geomorfologia pela Universidade de Oxford. Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Coordenador do Lagesolos. Departamento de Geografia da UFRJ. E-mail: antoniotguerra@gmail.com.

<sup>3</sup> Graduando em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Integrante do Lagesolos. Departamento de Geografia da UFRJ. E-mail: rodrigues\_brizzi@hotmail.com.

<sup>4</sup> Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Integrante do Lagesolos. Departamento de Geografia da UFRJ. E-mail: heltonsantos\_ufrj@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

As inquietações referentes às questões ambientais e o aumento da conscientização da sociedade para a racionalização do uso dos recursos naturais colocaram em xeque o modelo de sociedade e contribuíram para o desenvolvimento de estudos que colaboraram para criação de um pensamento que tem no ambiente o objeto de reflexão (MELLO FILHO, 2003).

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 JUNIOR, 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 (DOUGLAS, 1992 *apud* 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 Áreas 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.

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).

Sendo assim, a atividade turística, através da utilização das trilhas, pode provocar degradação do solo. Andrade (2005) destaca que: *“as trilhas são os únicos meios de acesso às Unidades de Conservação e que elas oferecem oportunidade do contato efetivo com a natureza”*. Sendo assim, as trilhas no interior das APAs podem impactar não só na dinâmica do solo, mas também, no ecossistema como um todo.

Pode-se pensar que a implantação de trilhas não influencia na dinâmica da paisagem e do ecossistema, devido as suas dimensões pouco expressivas, no entanto, trilhas instaladas em locais mais propensos à degradação, sob uso intensivo e sem manejo podem comprometer os objetivos gerais das UCs (KROEFF, 2010).

Nessa conjectura, o monitoramento da qualidade do solo, isto é, da capacidade que um determinado tipo de solo apresenta para desempenhar funções relacionadas à sustentação da atividade, da produtividade e da diversidade biológica, à manutenção da qualidade do ambiente, à promoção da saúde das plantas e dos animais e à sustentação de estruturas socioeconômicas e de habitação humana (DORAN; PARKIN, 1994), é

fundamental para que haja a adoção de práticas de manejo que ajudem na conservação do mesmo, preservando assim a diversidade biológica e ecológica de determinada área.

Os índices de agregação avaliados através da estabilidade em água (YODER, 1936) podem ser considerados indicadores de qualidade do solo. Nesse sentido, podem ser usados: o diâmetro médio geométrico (DMG), que é uma estimativa do tamanho médio dos agregados que mais ocorrem no solo, o diâmetro médio ponderado (DMP), que é tanto maior quanto maior for a percentagem de agregados grandes retidos nas peneiras com malhas maiores e o índice de estabilidade de agregados (IEA), que é uma medida da agregação total, sem considerar as classes de distribuição de tamanho dos agregados, que pode refletir na resistência do solo à erosão (YODER apud CASTRO FILHO et al., 1998).

Com o intuito de analisar o impacto das trilhas no sul da APA de Cairuçu, o presente trabalho fez a análise da qualidade do solo, através de estabilidade de agregados em água e correlacionou os resultados com os métodos de avaliação de trilhas propostos por Cole (1987).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Proteção Ambiental de 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 ICMBIO, 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 de 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.

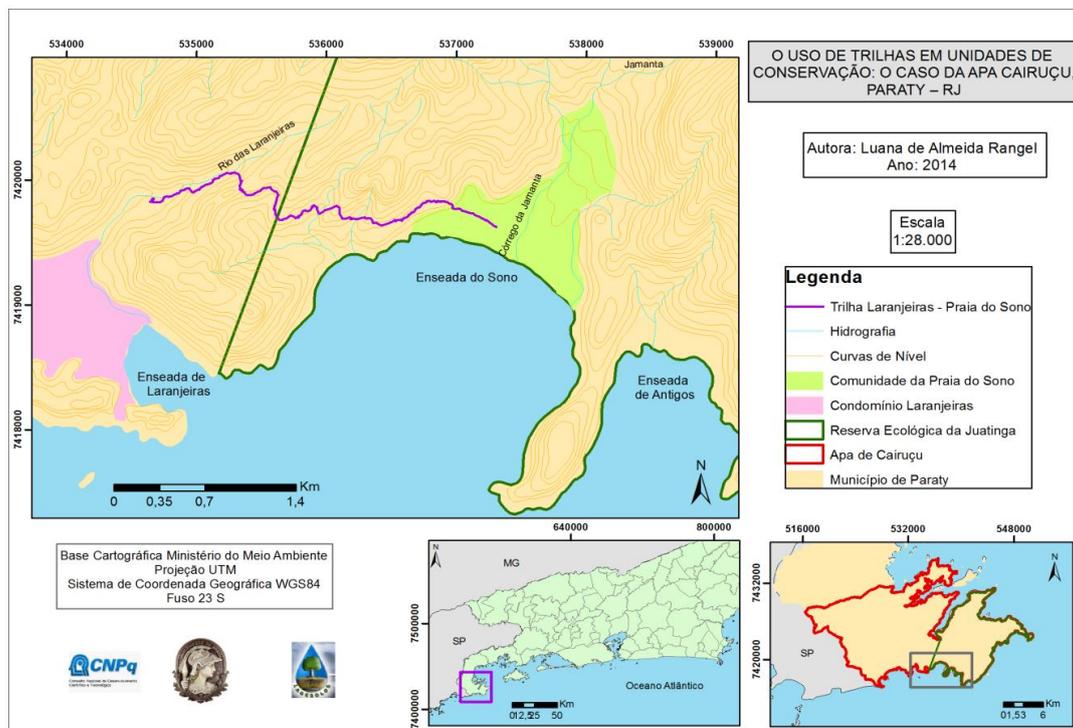
O arcabouço geológico da região da APA de Cairuçu é formado predominantemente por granitos e gnaisses do Complexo Gnáissico-Granitóide de idade proterozóica, os quais se associam sedimentos de idade cenozóica. (ICMBIO, 2004).

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.

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 et al., 1997).

**Figura 1.** Localização da APA de Cairuçu.



**Fonte:** Elaboração Própria, 2014.

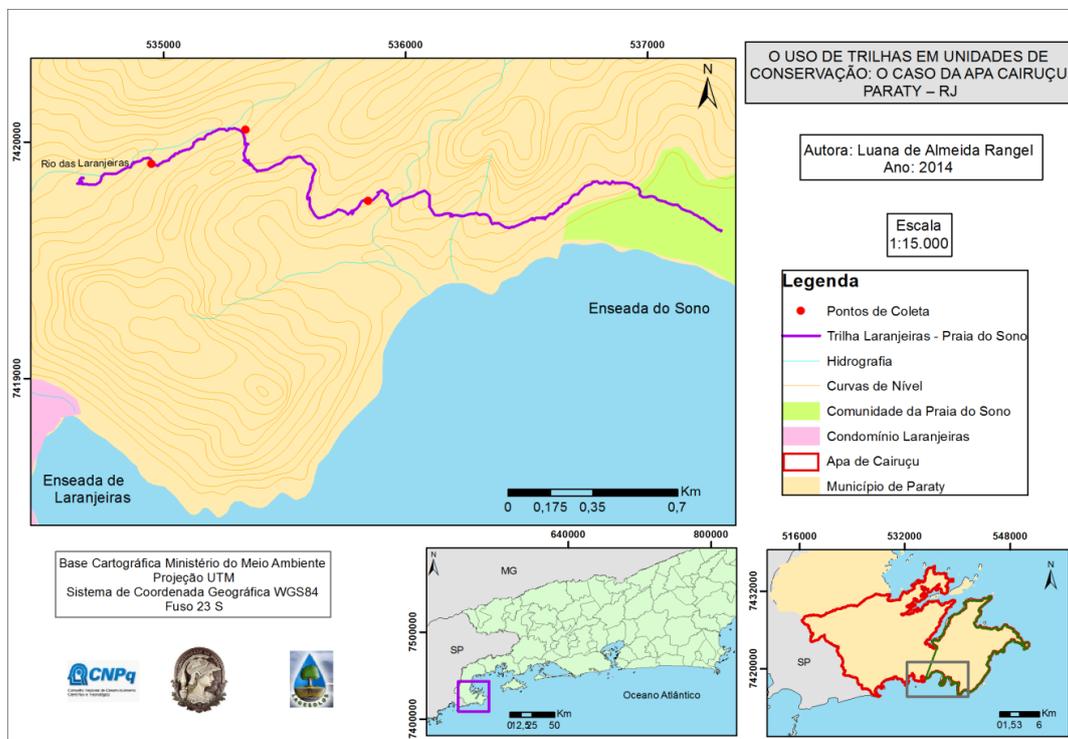
A área que será analisada está localizada entre a enseada de Laranjeiras e a Enseada do Sono, na parte sul da APA de Cairuçu, que segundo o plano de manejo da área (ICMBIO, 2004), está inserida na área estratégica de número 10.

A escolha da área se deu devido à intensa utilização das trilhas dessa parte da APA, já que a atividade turística é preponderante na área, e a trilha Laranjeiras-Sono, é considerada, pelo plano de manejo (ICMBIO, *op. cit.*) a mais utilizada da APA de Cairuçu. Essa trilha possui 2,5 km de extensão e é realizada em aproximadamente 1 hora e 30 minutos, e por ser uma área de mata fechada, 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.

### Coletas e Análises Laboratoriais

Para a realização do trabalho, foram coletadas amostras em seis pontos da trilha Laranjeiras – Sono, três na própria trilha e três em área de floresta, na profundidade de 0-10 cm. 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.



Fonte: Elaboração própria, 2014.

A fim de determinar a estabilidade de agregados em água (YODER, 1936), 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, utilizado o método de Yoder (apud CASTRO FILHO et al., 2002). 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 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:  $IEA (\%) = \{(\text{peso total dos agregados} - \text{peso dos agregados} < 0,25 \text{ mm}) / \text{peso da amostra}\} \times 100$ ; 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).

Com relação ao método de análise das trilhas, Cole (1987) considera que existem quatro formas diferentes de pesquisa, a descritiva, a comparativa entre áreas pisoteadas e não pisoteadas, a comparativa entre antes e depois da instalação de trilhas no meio e antes e depois de experimentos simulados. No presente trabalho serão utilizados os métodos de pesquisa descritiva, como presença de lixo, presença de estruturas de conservação ou contenção e observação de feições erosivas ao longo da trilha.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Impactos perceptíveis na Trilha

O impacto ambiental é segundo Guerra e Guerra (1997):

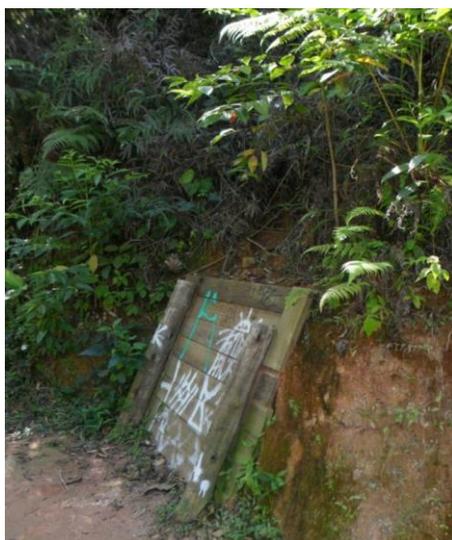
A expressão utilizada para caracterizar uma série de modificações causadas ao meio ambiente, influenciando na estabilidade dos ecossistemas. Os impactos ambientais podem ser negativos ou positivos, mas, nos dias de hoje, quando a expressão é empregada, já está mais ou menos implícito que os impactos são negativos. (GUERRA; GUERRA, 1997).

Sánchez (2006) reitera que quando negativo, o impacto causa a degradação ambiental, ou seja, a perda ou deterioração da qualidade ambiental, a redução das condições naturais ou do estado de um ambiente.

É comum, nas áreas de trilha, deparar-se com ambientes degradados, como a presença de lixo, pichação, erosão, entre outros, em um ambiente natural que objetiva a conservação, aparenta ser uma afronta aos olhos dos visitantes e administradores de áreas protegidas (KROEFF, 2010).

É importante destacar que os visitantes, muitas vezes, são responsáveis por essa degradação, já que, os próprios jogam lixo, picham e geram outros impactos nas trilhas e conseqüentemente, nos fragmentos do seu entorno. Na trilha em estudo, observam-se diversos impactos, como pichações e presença de lixo ao longo da mesma (Figura 3).

**Figura 3.** Pichação em estrutura de contenção na trilha próxima ao primeiro ponto de coleta.



**Acervo:** L. A. Rangel e A. J. T. Guerra (2013).

Conforme destacam Fontoura e Simiqueli (2006), o uso das trilhas pelos visitantes pode provocar alteração e destruição dos habitats da flora e fauna, fuga de algumas espécies animais, erosão, alteração dos canais de drenagem da água, compactação do solo pelo pisoteio e a redução da regeneração natural de espécies vegetais. Os autores propõem uma abordagem integrada de trilhas, que engloba todas as fases essenciais do manejo, ajudando a garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a satisfação daqueles que utilizam a trilha.

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.

O afundamento do leito da trilha e o aparecimento de ravinas foram dois impactos recorrentes nos estudos de Costa (2006), Kroeff (2010) e Rangel e Guerra (2013). Os autores destacam que essas feições erosivas são provocadas por diversos fatores além do escoamento concentrado, como o pisoteio, o desflorestamento da borda e a criação de atalhos.

Portanto, a manutenção e melhoria da qualidade do solo só são alcançadas através de práticas que visam conservação do mesmo, é possível afirmar que a erosão é um dos principais processos que evidenciam uma má conservação do solo. Na trilha Laranjeiras-Sono é possível observar diversas feições erosivas, como ravinas que evidenciam a concentração do escoamento de água. (Figura 4).

Cole (2004) ressalta ainda a dificuldade de se separar os impactos gerados pela construção e manutenção das trilhas daqueles associados ao pisoteio e à erosão hídrica. O autor considera que, exceto quando o uso é extremamente alto, é raro que os impactos causados pelo pisoteio excedam aqueles causados pela construção da trilha.

**Figura 4.** Formação de ravina ao lado de escada construída próxima ao segundo ponto de coleta evidenciado concentração do escoamento de água na trilha.



**Acervo:** L. A. Rangel e A. J. T. Guerra (2013).

### Índices de agregação do solo

Um dos indicadores que pode ser avaliado para o diagnóstico da qualidade do solo é o agregado, que 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, pois controla o armazenamento de água, a aeração, o crescimento da cultura e a atividade biológica, bem como os processos erosivos (OADES, 1984).

Deste modo, o estado de agregação do solo resulta em um balanço entre as forças ou processos que promovem a agregação e as causas que promovem sua destruição. 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).

Portanto, as diferentes classes de tamanho de agregados são influenciadas pela quantidade de matéria orgânica que permitirá maior ou menor agregação, podendo assim

ser classificados como macroagregados ( $> 0,250$  mm) ou microagregados ( $< 0,250$  mm) (DENEFF; SIX, 2001).

Na tabela 1 observa-se a porcentagem de macro e micro agregados do solo para os três pontos analisados. Verifica-se que a trilha apresentou as menores taxas de macroagregados nos três pontos, o que indica que o solo está sofrendo impacto do pisoteio constante, que provoca a quebra dos macroagregados.

**Tabela 1.** Distribuição de macro e micro agregados nos pontos da trilha e da floresta

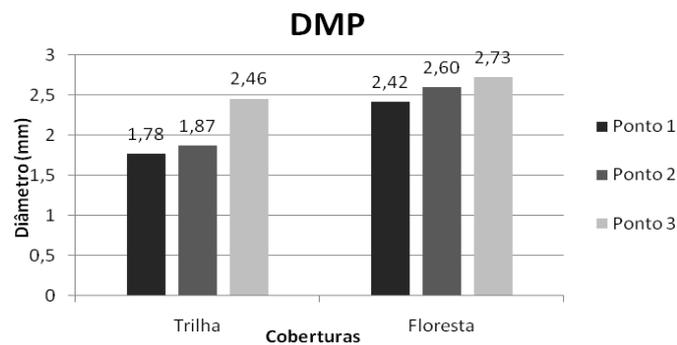
	Trilha		Floresta	
	Macroagregados (%)	Microagregados (%)	Macroagregados (%)	Microagregados (%)
Ponto 1	80,17	19,83	89,77	10,23
Ponto 2	79,48	20,52	92,75	7,25
Ponto 3	89,03	10,97	96,41	3,59

**Fonte:** Elaboração própria, 2014.

O ponto 3 apresentou maior taxa de macroagregados para a trilha (89,03%) e para a floresta (96,41%), evidenciando maior conservação do solo. Já o ponto 2 apresentou menor taxa de macroagregados no ponto amostrado na trilha (79,48%).

Degens (1997) destaca que a formação e estabilização de macroagregados estão atribuídas aos processos biológicos induzidos por alterações orgânicas, vegetais ativos, crescimento da raiz, e macro e microorganismos, a baixa taxa de macroagregados no solo evidencia pouca atividade biológica devido à compactação e perturbação que ocorre na trilha. Já na área de floresta, a atividade biológica é mais intensa, portanto, a mesma apresenta maior taxa de macroagregados.

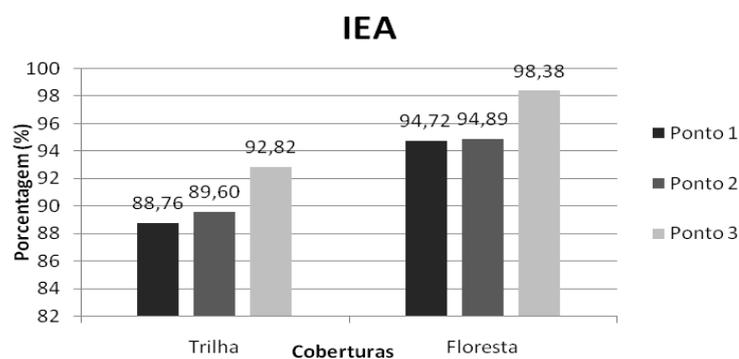
Ao analisar o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) é possível observar que o Ponto 3 apresentou os maiores valores tanto para trilha (2,46 mm) quanto para floresta (2,73 mm), evidenciando a presença de agregados  $> 2,00$  mm. Já o ponto 1 e o ponto 2 apresentaram para trilha taxa de DMP  $< 2,00$  mm. Apesar disso, o solo, mesmo na trilha ainda apresenta boa agregação (Figura 5).

**Figura 5.** Gráfico com os valores de DMP (em milímetros) para trilha e floresta.

**Fonte:** Elaboração própria, 2014.

Com relação à análise do Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA) é possível verificar as mesmas tendências analisadas no DMP, onde o ponto 3 apresenta as maiores porcentagens para trilha (92,82%) e para floresta (98,28%), evidenciando maior preservação da estrutura do solo (Figura 6).

A consequência imediata dos baixos índices de IEA são altas taxas de microagregados no solo, que podem evidenciar alto revolvimento do solo e baixos teores de matéria orgânica dos primeiros centímetros do solo, evidenciados também nos trabalhos de Castro Filho et al. (2002) e Madari (2004).

**Figura 6.** Gráfico com os valores de IEA (em porcentagem) para trilha e floresta

**Fonte:** Elaboração própria, 2014.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto 2 apresentou as menores taxas de macroagregados tanto para trilha quanto para a floresta evidenciando impacto negativo na estrutura do solo. Com relação ao DMP e ao IEA o ponto 1 apresentou os menores valores, mostrando que a erosão hídrica

está interferindo principalmente nas áreas de trilha, onde não há cobertura vegetal, e portanto, não há interceptação da gota de chuva pela vegetação, sendo o impacto da gota direto no solo.

A trilha apresenta diversas feições erosivas evidenciando degradação do solo, já as áreas de floresta apresentam bons índices de agregação, evidenciando maior conservação do solo.

Sendo assim, as trilhas dificultam o alcance dos objetivos das Unidades de Conservação de contribuir para a conservação e preservação da diversidade dos ecossistemas naturais e a recuperação e restauração deles, assim como, a promoção do desenvolvimento sustentável, pois impactam na dinâmica do solo e podem interferir no funcionamento do fragmento florestal ao seu redor.

## REFERÊNCIAS

- AGAREZ, F. V. **Contribuição para gestão de fragmentos florestais com vista à conservação da biodiversidade em Floresta Atlântica de Tabuleiros**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.
- CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. F.; 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**, Amsterdam, v. 65, p. 45-51, 2002.
- CASTRO JUNIOR, E. **Valor indicador da fauna de macroartrópodes edáficos em fragmentos primários e secundários do ecossistema de florestas de tabuleiros**. 2002. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- COLE, D. N. Impacts of hiking and camping on soils and vegetation: a review. In: BUCKLEY, R. **Environmental impacts of ecotourism**. Queensland, Australia: International Centre for Ecotourism Research, Griffith University, Parklands Drive, Gold Coast, 2004. p. 41-60
- \_\_\_\_\_. 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**. Ogden, Utah, 1987. General Technical Report INT-220. Department of Agriculture, Forest Service. Intermountain Research Station. p. 135-177.
- COSTA, V. C.. **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.
- DENEF, K.; SIX, J. Influence of dry-wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 33, n. 12-13, p. 1599-1611, 2001.
- DEGENS, B.P. Macroaggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factors affecting these: a review. **Australian Journal of Soil Research**, v. 35, p. 431–459, 1997.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). Defining soil quality for a sustainable environment. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, n. 35, p. 3-22, Special Publication, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1979.

FONTOURA, L. M.; SIMIQUELI, R. F. **Análise da capacidade de carga antrópica nas trilhas do circuito das águas do Parque Estadual do Ibitipoca**. 2006. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.

GOMES, L.; CARMO, M.; SANTOS, R. Conflitos de interesses em unidades de conservação do município de Parati, estado do Rio de Janeiro. **Informações Econômicas**, São Paulo. v. 34, n. 6, p. 17-27, 2004.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

ICMBIO. Plano de Manejo da APA de Cuiuruçu. 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 05 mar. 2012.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part I. Physical and mineralogical methods. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p. 425-442.

KINDEL, A. **A fragmentação real**: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus. 2001. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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

MADARI, B. E. Fracionamento de agregados: procedimento para uma estimativa compartimentada do seqüestro de carbono no solo. **Embrapa Solos**: boletim de pesquisa e desenvolvimento. p. 22, 2004.

MAGRO, T. C. **Impactos do uso público em uma trilha no planalto nacional do Itatiaia**. 1999. 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 ocorrentes na área de proteção ambiental de Cairuçu, Município de Parati**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. (Série Estudos e Contribuições, n. 13).

MELLO FILHO, J. A. **Qualidade de vida na região da Tijuca, Rio de Janeiro, por geoprocessamento**. 2003. Tese (Doutorado em Geografia) – IGEO, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 3, n.71, p. 445-463, 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. **Revista Brasileira de Ecoturismo**. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 11-34, 2009.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, Crawley, 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.

RANGEL, L. A.; GUERRA, A. J. T. A qualidade do solo como indicadora de erosão em trilhas na área de proteção ambiental do Cairuçu – Paraty. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 3, p. 540-554, 2013a.

RANGEL, L. A. e GUERRA, A. J. T. O impacto na dinâmica do solo através da utilização da Trilha Ponta Negra-Praia de Galhetas na Reserva Ecológica da Juatinga em Paraty. In: **Anais do II Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas / I Colóquio Brasileiro para a Red Latinoamericana de Senderismo**, UERJ, 16 a 18 de outubro de 2013, p. 790-808, 2013b.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

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.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/CDDI, 1991.

WHITMORE, T. C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMAN, M. H. (Ed.) **Tropical trees as living systems**. New York: Cambridge University Press, 1978. p. 639-655.

ZIMMERMAN, B. L.; BIERREGAARD, R. O. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. **Journal Biogeography**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 133-143, 1986.

## 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 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 CNPq.

Recebido em 18/11/2012

Aceito em 08/04/2014