



Qualidade do solo em Unidades de Conservação: Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Nacional da Serra da Bocaina ⁽¹⁾.

Aline Muniz Rodrigues⁽²⁾; Luana de Almeida Rangel⁽²⁾; Leonardo dos Santos Pereira⁽²⁾; Maria do Carmo Oliveira Jorge⁽²⁾; Antônio Jose Teixeira Guerra⁽³⁾; Raphael David dos Santos Filho⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq, FAPERJ, CAPES e EMBRAPA.

⁽²⁾Aluno (a) de Pós Graduação em Geografia; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro, RJ; alinemuniz82@hotmail.com; ⁽³⁾Professor Titular do Departamento de Geografia; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro, RJ; ⁽⁴⁾Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia da Construção; Universidade Federal do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro, RJ.

RESUMO: As Unidades de Conservação exercem um papel imprescindível para a manutenção da biodiversidade, porém, os recursos naturais, em especial, o solo, ainda permanecem susceptíveis aos diferentes agentes de degradação. Nesta perspectiva, o presente trabalho visa analisar os impactos que as atividades turísticas e mineradoras provocam nas propriedades físicas do solo em duas Unidades de Conservação, o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e no Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB). Para a análise do impacto da atividade turística, foram coletadas amostras volumétricas de solo na profundidade de 0-10 cm, em três pontos em uma trilha localizada na Vila de Trindade no PNSB e para a análise do impacto da atividade mineradora, foram coletadas amostras em cinco taludes degradados, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, na bacia do rio Maranduba, na borda do PESH. Os resultados apontam que os solos em ambas as UCs apresentam elevados valores de densidade aparente, com média de 1,4g/cm³, o que compromete a rede porosa do solo, onde a média de porosidade total foi de apenas 45,1%. Conclui-se, portanto, que tanto a atividade turística quanto a mineradora estão contribuindo para o processo de degradação dos solos em UCs.

Termos de indexação: Degradação do solo; Mineração; Trilha.

INTRODUÇÃO

Em virtude da modernização das sociedades, do aumento do consumo e da utilização indiscriminada dos recursos naturais, fez-se necessário a criação de Áreas Protegidas e de Unidades de Conservação. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000) afirma que Unidade de Conservação (UC) é um espaço territorial instituído pelo poder público com a finalidade específica de conservar as características naturais relevantes presentes na área, podendo ser de Proteção Integral ou de Uso Sustentável.

Como as UCs visam proteger o meio físico, é de suma importância que sejam realizados estudos sobre as características desse meio. As análises relacionadas à qualidade do solo podem ser uma ferramenta de grande valia a fim de reconhecer as fragilidades e potencialidades desse ambiente. Considerando o solo como um sistema aberto - com perda e ganho de energia e matéria (Guerra e Mendonça, 2004) - os diferentes usos e práticas de manejo adotados interferem diretamente nos atributos físicos do mesmo. Kelting et al (1999), acrescentam a complexidade dos processos físicos e químicos que ocorrem no solo, muitas vezes, como de difícil mensuração.

A degradação dos solos, dessa forma, torna-se, cada vez mais, um problema de ordem mundial, já que envolve a redução dos recursos naturais e pode gerar a diminuição da produção de alimentos. Araujo et al. (2013) destacam que a degradação dos solos, em muitos casos, não é facilmente reversível, já que os processos de formação e regeneração dos solos são muito lentos.

Fullen e Catt (2004) afirmam que a degradação dos solos se origina a partir de uma série de processos complexos, que incluem o aumento da desertificação, os movimentos de massa, a contaminação dos solos e a erosão.

Visando medidas conservacionistas, a adoção de práticas de manejo nos solos tem sido fundamentais para a sua qualidade, embora alguns trabalhos reportem que as práticas de manejo e uso do solo possam afetar positiva ou negativamente a agregação e as propriedades físicas do solo (Castro Filho et al., 2002).

Visando um diagnóstico da qualidade do solo, objetiva-se com esse trabalho, analisar a partir das propriedades físicas do solo, os impactos das atividades mineradora e turística (Figura 1 A e B), em duas áreas situadas em Unidades de Conservação. As áreas estão localizadas no litoral sul do estado do Rio de Janeiro e no litoral norte do estado de São Paulo, que compõem um corredor de biodiversidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em duas Unidades de Conservação: no Parque Estadual da Serra do Mar - PESM (bacia hidrográfica do rio Maranduba – município de Ubatuba) e no Parque Nacional da Serra da Bocaina - PNSB (Vila de Trindade – município de Paraty). As duas UCs se sobrepõem no limite dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, compondo um corredor ecológico e de biodiversidade com diversos fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica.

A classificação climática regional é tropical úmido, a vegetação predominante é de Floresta Ombrófila Densa em estágio secundário de sucessão. O relevo apresenta escarpas declivosas, com altitudes variando de 0 a 2000 metros, compondo associações de Montanhas e Morros (Poncano, 1981; Guerra et al., 2013).

O embasamento geológico da região é composto por xistos, gnaisses, granitos e charnoquitos, que dão origem a solos de alteração, residuais e superficiais delgados e com frequentes afloramentos de rocha devido às declividades acentuadas. Já os solos superficiais da região, possuem textura argilosa ou argilo siltosa correspondendo a associações de Cambissolos Háplicos Distróficos, ocorrendo também Latossolos Vermelhos-Amarelos com horizonte A moderado e proeminente nos topos e encostas mais suaves (ICMBIO, 2002).

Tratamentos e amostragens

Para realização da pesquisa foram coletadas amostras de solo em diferentes pontos das UCs a fim de analisar os impactos percebidos nas atividades turística e mineradora. Para análise do impacto da atividade turística, foram coletadas amostras, na profundidade de 0-10 cm, em três pontos (P1, P2 e P3) em uma trilha localizada na Vila de Trindade (PNSB). Para a análise do impacto da atividade mineradora, foram coletadas amostras em cinco taludes degradados na bacia do rio Maranduba, na borda do PESM, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm (M1, M2, M3, M4 e M5). A partir dessas coletas foram determinadas a densidade (método do anel volumétrico), a porosidade e a textura do solo (método de dispersão das partículas utilizando a pipeta). Todas as análises foram feitas seguindo o que foi proposto pela Embrapa (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos taludes degradados pela atividade mineradora no PESM, os valores da média de densidade aparente foram mais elevados nas camadas mais subsuperficiais (10-20 cm) tanto em M4 (1,6 g/cm³) quanto em M5 (1,4 g/cm³), em

comparação à camada de 0-10 cm, onde M4 apresentou 1,3 g/cm³ e M5 apresentou 0,9 g/cm³. Logo, observa-se que os resultados da média de porosidade total foram mais elevados na camada mais superficial, de 0-10 cm, onde M4 apresentou 48,2% e M5 apresentou 61,4%, diferentemente da camada de 10-20 cm, onde M4 apresentou 38,8% e M5 apresentou 47,4% (Tabela 1). Estes resultados tendem a estar relacionados à presença de vegetação, pois as raízes podem proporcionar maior aeração ao solo nas camadas mais superficiais. Contudo, a maior compactação do solo em subsuperfície impede a percolação da água para as camadas mais profundas, dificultando o processo de infiltração da água no solo (Guerra, 2009). Contudo, ao analisar dados de áreas sem cobertura vegetal (M1 e M2), ambientes onde a qualidade do solo está mais prejudicada, observam-se baixas taxas de porosidade 35,9 e 36,2%, ao comparar com os pontos anteriores, apresentando elevados valores de densidade aparente (1,6 g/cm³) em ambos os pontos. Esses dados ressaltam que o arranjo dos poros pode estar com sua estrutura comprometida, uma vez que os solos se apresentam compactados.

A classificação textural do solo variou entre franco arenoso, franco-argilo-arenoso e argilosos nos distintos ambientes modificados (Tabela 1). São solos que possuem altas taxas das frações areia, em média 50,4%, seguidos de argila 27,5% e silte 22,1%.

Nessa perspectiva, segundo Morgan (2005), as frações com maior potencialidade à erosão são as frações silte e areia, sobretudo, pois não possuem alta capacidade de agregação, o inverso com a argila, que é a fração mais difícil de remoção, pois possui maior capacidade de agregação.

Ao analisarmos os dados da trilha para a Piscina do Caixa D'áço no PNSB, observa-se que o ponto P1 apresenta maior concentração de argila (26,7%) e de silte (34,0%), partículas mais finas do solo, que, sem o manejo adequado, são facilmente levadas pela água, aumentando o risco de processos erosivos. Já os outros dois pontos de coleta, P2 e P3, apresentaram menores teores de silte (21,0% e 18,1%, respectivamente).

Com relação aos resultados das análises de densidade aparente e porosidade, verifica-se que o segundo ponto de coleta, P2, está sofrendo maior impacto do pisoteio (1,4 g/cm³). Segundo Kiehl (1979), valores de densidade aparente entre 1,1 e 1,6 g/cm³ representam predominância de frações minerais, enquanto que em florestas a densidade aparente pode variar entre 0,6 e 0,8 g/cm³. Já o ponto P1 apresentou o menor valor de densidade (1,2 g/cm³) e, conseqüentemente o maior valor de porosidade (54,2%), evidenciando melhor estruturação do solo, maior possibilidade de infiltração da água da chuva, menores taxas de escoamento superficial e redução de processos erosivos.



De acordo com Takahashi (1998), o pisoteio das trilhas compacta os solos, alterando sua porosidade em razão da redução do volume de macroporos. Nas trilhas o pisoteio é inevitável, porém, quando não há estrutura de manejo adequada e o pisoteio é constante pode aprofundar pontos de alagamento na trilha.

Já os percentuais de porosidade encontrados, podem ser considerados de baixa a média suscetibilidade à erosão (entre 35 e 55%), segundo Fullen e Catt (2004).

Portanto, os resultados demonstram que em ambas as Unidades de Conservação a qualidade do solo está comprometida, onde a média de porosidade total e densidade aparente dos dados apresentados foi de 45,1% e 1,4 g/cm³, respectivamente. Com desvio padrão de 8,7 e 0,4, e coeficiente de variação de 19,3% e 16,5%, respectivamente.

Portanto, considerando os dados das análises físicas dos distintos solos, observa-se valores próximos nos diferentes usos (atividade turística e mineradora), sendo áreas com maior suscetibilidade aos processos erosivos, apresentando solos expostos as ações diretas dos agentes modeladores do relevo.

CONCLUSÕES

Conclui-se, assim, que os solos analisados no PNSB e na borda do PESH tendem a sofrer com a ação da degradação impulsionada pela atividade turística e mineradora, onde o uso inadequado dos mesmos origina solos pouco porosos, com densidade aparente elevada, dificultando a infiltração da água e o crescimento da vegetação, corroborando para a ocorrência da erosão.

Nas áreas onde as feições erosivas estão desenvolvidas (Figura 1) é necessário utilizar técnicas de bioengenharia, como a aplicação de geotêxteis, que são malhas de fibras vegetais, ou de materiais sintéticos biodegradáveis, que controlam a erosão e auxiliam na recuperação de áreas degradadas; funcionando como proteção imediata e temporária ao solo contra os agentes erosivos (Guerra et al. 2015).

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES, ao CNPq e à parceria CAPES/EMBRAPA pela concessão das bolsas de pós-graduação e à FAPERJ pelo financiamento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

a. Periódicos:

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*, 65:45-51, 2002.

GUERRA, A. J. T., BEZERRA, J. F. R., FULLEN, M. A., J. K. S. MENDONÇA, J. K. S., JORGE, M. C. O. The effects of biological geotextiles on gully stabilization in São Luís, Brazil. *Natural Hazards*, v. 75, p. 2625-2636, 2015.

GUERRA, A.J.T., BEZERRA, J. F. R., JORGE, M.C.O. E FULLEN, M.A. (2013). The geomorphology of Angra dos Reis and Paraty Municipalities, Southern Rio de Janeiro State. *Revista Geonorte*, 9, 1-21.

KELTING, D.L.; BURGER, J.A.; PATTERSON, S.C.; AUST, W.M.; MIWA, M. & TRETTIN, C.C. Soil quality assessment in domesticated forests – a southern pine example. *Forest Ecology and Management*, 122:167-185, 1999.

b. Livro:

ARAUJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. 10.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

BRASIL, Lei 9985: Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). MMA, Brasília, 2000.

FULLEN, M.A. e CATT, J.A. *Soil management – problems and solutions*. Oxford: Oxford University Press, 2004.

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

MORGAN, R. P. C. *Soil Erosion and Conservation*. England: Blackwell, 2005.

PONÇANO, W. L. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo; escala 1:1.000.000*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1981.

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.

c. Capítulo de livro:

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.

GUERRA, A. J. T. *Processos Erosivos nas Encostas*. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. – 9º Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

f. Internet:

ICMBIO. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina*. 2002. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/extras/62-plano-de-manejo-e-monitorias.html>. Acesso 10 mar. 2015.



Figura 1 – Corte de encosta devido à atividade mineradora na bacia do rio Maranduba na borda do PESM (A); Trilha para a Piscina Natural do Caixa D’Aço com pontos de erosão no PNSB (B).

Tabela 1 – Classificação física do solo dos distintos ambientes modificados das UCs.

Pontos de coleta	Profundidade	Arranjo dos poros		Granulométrica %			Classificação textural	
		Porosidade total %	Densidade aparente g/cm ³	Argila	Silte	Areia		
PESM	M1	0 - 10 cm	35,9	1,6	29,7	22,0	48,3	Franco argilo arenoso
		10 - 20 cm	32,5	1,7	26,0	22,1	51,9	Franco argilo arenoso
	M2	0 - 10 cm	36,2	1,6	15,4	24,3	60,3	Franco arenoso
	M3	0 - 10 cm	48,8	1,3	44,3	13,2	42,5	Argiloso
	M4	0 - 10 cm	48,2	1,3	-	-	-	-
		10 - 20 cm	38,8	1,6	-	-	-	-
	M5	0 - 10 cm	61,4	0,9	-	-	-	-
		10 - 20 cm	47,4	1,4	-	-	-	-
P1	0 - 10 cm	54,2	1,2	26,7	34,0	39,2	Franco argilosa	
PNSB	P2	0 - 10 cm	43,8	1,4	25,8	21,0	53,2	Franco argilo arenoso
	P3	0 - 10 cm	48,6	1,3	24,8	18,1	57,1	Franco argilo arenoso
Comparação de dados entre o PESM e o PNSB	Média	45,1	1,4	27,5	22,1	50,4		
	Desvio padrão	8,7	0,2	8,6	6,4	7,6		
	Coefficiente de variação (%)	19,3	16,5	31,3	28,8	15,1		