

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DO TOPO DO SOLO (HORIZONTE A) EM UM FRAGMENTO FLORESTAL DE MATA ATLÂNTICA SUBMETIDO A EVENTOS DE FOGO RECORRENTES NA BACIA DO RIO MACACU (RJ)

PEREIRA, T. F. P. D.¹

¹ Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – thp21@ig.com.br

CASTRO JUNIOR, E.²

² Prof. Adjunto do Depto. de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – evaristo.cjr@uol.com.br

RESUMO

Os solos possuem importante papel no processo de ciclagem de nutrientes, pois interferem química e fisicamente no funcionamento do sub-sistema de decomposição. LAL (1996) verificou que diversos estudos conduzidos em áreas tropicais indicaram um rápido declínio nas propriedades químicas e na matéria orgânica do solo, assim como na reserva de nutrientes das plantas, quando a vegetação original é retirada para a implementação de cultivo intensivo. Situações similares podem, em princípio, também ser encontradas em áreas afetadas por eventos de fogo. Desta forma, no presente estudo, temos como objetivo geral, analisar possíveis perturbações no topo do solo (Horizonte A), geradas por eventos de fogo recorrentes, em um fragmento florestal de Mata Atlântica na Bacia do rio Macacu (RJ). E como objetivo específico, realizar uma análise de características físicas (textura, percentagem de agregados, e porosidade) e químicas (percentagem de matéria orgânica dos agregados 4-2mm) do topo do solo (Horizonte A). Nestas análises são adotados métodos estipulados pela EMBRAPA (1997). Os resultados apresentam algumas pequenas variações quanto a estrutura do topo do solo, principalmente no que diz respeito à agregação dos 5cm superficiais do solo (aproximadamente). É importante citar o fato, de neste trabalho, o Horizonte A ser dividido em dois subhorizontes. O sub-horizonte de interface (Ai) corresponde aproximadamente aos cinco centímetros superficiais do Horizonte A, estando em contato com as folhas, sendo nitidamente colorido pela matéria orgânica, com grandes concentrações de nutrientes e de carbono orgânico e, apresenta uma estrutura mais ou menos maciça. É considerado um horizonte de interface entre as camadas holorgânicas e o solo mineral (podendo existir ou não). Já o sub-horizonte A1 é a parte inferior do horizonte A (aproximadamente 5 – 15 cm), sendo moderado ou parcialmente colorido pela matéria orgânica, e apresenta uma estrutura mais compacta que o Ai (KINDEL & GARAY 2002). CERRI (1989), também, encontrou resultados que apontam na mesma direção em estudos realizados na Amazônia. Portanto, nossos resultados podem estar nos indicando um certo grau de perturbação pelos eventos de fogo, mas em princípio, segundo os parâmetros estudados, estes impactos teriam força suficiente apenas para afetar os primeiros centímetros do solo, ou seja, o subhorizonte Ai, não influenciando as camadas mais profundas (subhorizonte A1).

Palavras-chave: propriedades químicas e físicas do solo; eventos de fogo; subhorizonte A de interface (Ai); subhorizonte A1.

INTRODUÇÃO

Os solos possuem importante papel no processo de ciclagem de nutrientes, pois interferem química e fisicamente no funcionamento do sub-sistema de decomposição.

Na literatura, por vezes, a riqueza do solo é relacionada à quantidade de argila que este possui. De fato, isso pode ser aplicado às argilas menos hidratadas das zonas temperadas. Todavia, deve ficar claro que em clima tropical, devido à rápida degradação das argilas, essa relação nem sempre se verifica, principalmente por estas possuírem reduzida capacidade de reter os nutrientes disponíveis. Portanto, em solos tropicais, a

capacidade de troca catiônica (CTC)¹ irá depender, em grande parte, do teor de matéria orgânica. (PRIMAVESI, 1987).

De certa forma, os solos tropicais são “apropriados” para o clima quente. Em áreas florestais nativas, dispõem de uma bioestrutura grumosa muito vantajosa para a expansão das raízes. Essa bioestrutura é decorrente da agregação das partículas do solo, a qual, por sua vez, está relacionada aos estoques de matéria orgânica, que em clima tropical sofrem intenso processo de decomposição, sendo indispensável sua reposição constante. Portanto, a pobreza mineral do solo tropical não deve ser interpretada como uma desvantagem enquanto este possuir uma bioestrutura bem desenvolvida, o que é refletido por vegetações nativas exuberantes (PRIMAVESI, 1987), as quais também irão influenciar a bioestrutura do solo.

Quanto à textura do topo do solo, esta possui importante papel no desenvolvimento da atividade da fauna de decompositores, fundamental para a ciclagem de nutrientes em sistemas florestais tropicais. Muitos organismos dependem de condições texturais precisas, para o êxito reprodutivo (CASTRO JUNIOR, 2002).

Já a penetração e a distribuição de raízes no solo estão relacionadas à estrutura que este solo apresenta, ou seja, para diferentes estruturas, existem diferentes maneiras de distribuição de raízes. Os nutrientes são essenciais para o desenvolvimento das plantas. No entanto, se o solo não for bem estruturado faltarão água e oxigênio, e mesmo que exista uma quantidade abundante de nutrientes, estes não terão valor algum. A estrutura do solo é um importante fator na aeração, garantindo um fluxo de oxigênio ideal para o desenvolvimento das plantas. Os dois principais parâmetros que são empregados na avaliação da estrutura do solo são: porosidade e agregação. (KIEHL, 1979).

Os principais fatores que influenciam a formação de agregados no solo são: a argila, a matéria orgânica e os sesquióxidos de ferro e de alumínio, os quais funcionam como agentes cimentantes das partículas. Os cátions adsorvidos e o tipo de manejo do solo, também, irão influenciar o processo de estruturação (KIEHL, 1979).

Em princípio, os agregados maiores possuem maiores teores de C, ou seja, mais matéria orgânica que os agregados menores (PRIMAVESI, 1987). Portanto, uma maior quantidade de agregados maiores pode vir a propiciar uma estrutura mais favorável ao desenvolvimento da vegetação em sistemas florestais tropicais.

¹ De forma geral, a capacidade de troca catiônica (CTC) pode ser interpretada como sendo a soma total de cátions que um solo pode adsorve (e.mg/100g, ou m.e/100g ou m.eq/100g) (KIEHL, 1979).

A grande concentração de agregados de frações grandes presente no topo dos solos de florestais tropicais, identificada por KINDEL & GARAY (2002), mostra a importância do desenvolvimento de estudos, que abordem essa característica peculiar dos solos desses ambientes.

Quanto à porosidade, a presença de uma rede ideal de poros, com ampla variação de diâmetros, é fundamental para a fertilidade do solo, o que por sua vez, influencia tanto na produtividade das culturas quanto na regeneração de florestas, pois está relacionada às questões de drenagem, teor de água disponível para as plantas, absorção de nutrientes, penetração de raízes, aeração e temperatura (RESENDE *et al.*, 1995). Mudanças na estrutura do solo alteram o arranjo e o volume dos poros, influenciando desta forma, as questões apresentadas.

Nos solos tropicais, em geral, a matéria orgânica está concentrada no topo do solo (0 - 10cm) e, devido a sua elevada atividade coloidal, assume grande importância na retenção de nutrientes e acumulação de água (MELO *et al.*, 1990; KINDEL *et al.*, 1999). Além disso, a maioria dos efeitos microbiológicos sobre os solos tropicais ocorre via matéria orgânica, a qual acaba funcionando como substrato energético e fonte nutricional, importante na sustentabilidade do ecossistema (SIQUEIRA *et al.*, 1994).

LAL (1996) verificou que diversos estudos conduzidos em áreas tropicais indicam um rápido declínio nas propriedades químicas e na matéria orgânica do solo, assim como na reserva de nutrientes das plantas, quando a vegetação original é retirada para a implementação de cultivo intensivo. Situações similares podem, em princípio, também ser encontradas em áreas afetadas por eventos de fogo.

Torna-se de extrema importância o estudo das características físicas do solo, como sua textura e estrutura, assim como de sua matéria orgânica, devido ao grande papel que esta apresenta principalmente em solos florestais tropicais, tanto na estruturação quanto na fertilidade destes solos (influenciando tanto as propriedades físicas quanto químicas), além de servir como fonte de energia e nutrição para microorganismos heterotróficos (KIEHL, 1979).

Desta forma, no presente estudo, temos como objetivo geral, analisar possíveis perturbações no topo do solo (Horizonte A), geradas por eventos de fogo recorrentes em um fragmento florestal de Mata Atlântica na Bacia do rio Macacu (RJ). E como objetivo específico, realizar uma análise de características físicas (textura, percentagem de agregados e porosidade) e químicas (percentagem de matéria orgânica dos agregados 4-

2mm) do topo do solo (Horizonte A). Este trabalho está inserido na pesquisa de mestrado realizada por PEREIRA (2005).

ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Macacu (RJ) é uma bacia de 5ª ordem, que abrange grande parte da área da bacia de drenagem da Baía de Guanabara (da serra dos Órgãos até a serra de Macaé- entre as latitudes médias de 22ª 24' e 22ª 57' S e longitudes médias 42ª 33' e 43ª 19'W). Esta bacia está inteiramente compreendida na área intertropical, e em decorrência desta posição, possui um clima quente e chuvoso (variam de 1000mm até 2200mm de precipitação média anual), tipicamente tropical, vetor que possibilita o desenvolvimento da Floresta Atlântica. A rede de bacias hidrográficas desta área tem suas nascentes na serra do Mar, apresentando um seguimento torrencial até encontrar a baixada, onde com a perda de energia passa a meandrar, passando por manguezais, sofrendo influência da maré e de uma zona de interconexões de canais (AMADOR, 1997). Está inserida, no que foi denominado por SILVEIRA (1964,*apud* AMADOR,1997), de litoral das escarpas cristalinas, que se estende do norte do estado do Rio de Janeiro até ao Cabo de Santa Marta (SC). Encontramos uma grande diversidade geomorfológica, composta por planícies costeiras de pequeno porte, colúvios, colinas “meia laranja” (esculpidas em rochas do embasamento cristalino), tabuleiros desenvolvidos nos depósitos da formação Macacu (MEIS & AMADOR, 1972; AMADOR, 1997), sedimentos do pleistoceno superior e sedimentos fluviais. Esta heterogeneidade geomorfológica dá lugar a diversos ecossistemas tropicais, desde restingas e mangues até florestas de Mata Atlântica em campos de altitude.

Nosso fragmento estudado situa-se neste domínio, em uma reserva florestal do INCRA, no distrito de São José da Boa Morte. Utilizamos como base para a escolha, os mapas de uso, cobertura vegetal e de rede de canais, elaborados por COUTINHO (2000). E como critérios para escolha do fragmento, levamos em consideração: a qualidade aparente do fragmento, sua forma, seu entorno e a presença de drenagem.

É de extrema importância citar o fato, deste fragmento estar sujeito a um intenso uso social, refletido em retirada de madeira, caça, pressão por construções de residências no entorno do fragmento, assim como coleta de água, utilizada domesticamente por diversas famílias que residem na área. Outro ponto que merece destaque, é o fato do fragmento estudado ser uma área de fogo recorrente, onde alguns desses eventos podem ser considerados como naturais (normalmente ocorrendo no final da estação seca, originados por causas naturais como raios) e outros, como eventos causados pela intervenção humana.

O último evento ocorreu no final do inverno de 2002 (agosto), atingido o fragmento de forma heterogênea. Foi considerado um evento gerado por causas naturais.

METODOLOGIA

Na tentativa de melhor interpretar possíveis perturbações no topo do solo (Horizonte A), geradas por eventos de fogo recorrentes no fragmento florestal de São José da Boa Morte, foram realizados levantamentos relativos às características físicas e químicas deste horizonte do solo. Nesse sentido, foram comparadas as médias, o desvio padrão e o coeficiente de variação, com o objetivo de verificar a existência de diferenças quantitativas entre as variáveis mensuradas.

Os pontos de coleta de amostras de solo foram distribuídos ao longo de dois perfis topográficos (transversal e longitudinal). As médias dos valores encontrados foram apresentadas para os totais dos perfis.

No levantamento topográfico do fragmento **SJBM**, foram traçados perfis longitudinais e transversais, através de um “caminhamento alinhado” (método do balizamento). Esses perfis possibilitaram uma análise topográfica das bacias ao longo do rio e em direção às suas encostas laterais, fornecendo diferenças altimétricas e a morfologia desta bacia, servindo também como base para a distribuição dos pontos de coleta. O perfil longitudinal apresenta uma extensão de aproximadamente 500m, ficando mais íngreme a partir dos 300m. Neste perfil, a nascente da drenagem encontra-se aproximadamente nos 200m. Nos perfis transversais temos, 300m no esquerdo e 300m no direito (aproximadamente). Em ambos, temos uma alta declividade já a partir dos 20m, matendo-se bem íngremes até o divisor.

É importante ressaltar o fato de termos trabalhado apenas com uma porção do fragmento, ou seja, de termos tomado como unidade básica de estudo uma bacia de drenagem de primeira ordem existente no interior do fragmento (o qual extrapola os limites desta bacia), pois entendemos a bacia de drenagem como unidade espacial de estudo, já que o comportamento hidrológico da bacia é produto da interação dos diversos componentes internos deste sistema e da natureza e magnitude dos fenômenos que nela ocorram (COELHO NETTO,1994).

KINDEL & GARAY (2002), ao trabalharem com classificação de formas de húmus em ambientes de Mata Atlântica e ambientes tropicais, atentaram que nessas situações podemos encontrar alguns elementos do solo, típicos desses ambientes, como por

exemplo, a presença de um horizonte A de interface (Ai)² localizado entre o horizonte holorgânico (serrapilheira) e o horizonte A propriamente dito (que pode vir a ser chamado de A1).

O sub-horizonte de interface (Ai) corresponde aproximadamente aos cinco centímetros superficiais do Horizonte A, estando em contato com as folhas, sendo nitidamente colorido pela matéria orgânica, com grandes concentrações de nutrientes e de carbono orgânico e apresenta uma estrutura mais ou menos maciça. É considerado um horizonte de interface entre as camadas holorgânicas e o solo mineral (podendo existir ou não). Já o sub-horizonte A1 é a parte inferior do horizonte A (aproximadamente 5 – 15 cm), sendo moderado ou parcialmente colorido pela matéria orgânica, apresenta uma estrutura mais compacta que o Ai. CERRI (1989) também encontrou resultados que apontam na mesma direção em estudos realizados na Amazônia. Neste estudo trabalhamos com esta subdivisão do horizonte A, adotando desta forma a nomenclatura utilizada por KINDEL & GARAY (2002).

Quanto às metodologias específicas no tratamento das amostras, para determinar a composição granulométrica, utilizou-se o método EMBRAPA (1997), o qual baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Para o estudo de percentagem de agregados foi utilizado o método por via seca (EMBRAPA, 1997), com o emprego de agitadores ROTAP de velocidade controlada e movimentos rotatórios com vibração. O jogo de peneiras incluía peneiras com 2,0; 1,0; 0,5; 0,25 mm de malha e de 20 cm de diâmetro. O método utilizado para as análises de porosidade foi o da mesa de tensão.

Já na determinação do percentual de matéria orgânica da classe de agregados de 4 - 2mm, utilizou-se o método gravimétrico com emprego do forno mufla a 550°C por 12 horas.

RESULTADOS

No presente estudo, os pontos de coleta das amostras para análises de características físicas e químicas do topo do solo, foram distribuídos ao longo dos perfis topográficos, onde temos 18 amostras no perfil longitudinal, 9 no transversal direito e 9 no transversal esquerdo. Estes pontos de coleta foram distribuídos segundo as diferentes porções das encostas (alta, média e baixa), todavia no presente estudo, os resultados são apresentados de forma resumida a partir de uma tabela síntese (Tabela 1), onde podemos

² Quanto a essa nomenclatura do sub-horizonte de interface (Ai), devemos estar atentos para não confundir o *i* de interface, com *i* de incipiente, termo utilizado na literatura pedológica.

encontrar algumas características químicas e físicas do topo do solo (horizonte A), o qual é dividido em dois subhorizontes (Ai e A1). Nesta tabela, para cada perfil temos: a classificação textural, a concentração média dos agregados maiores (ambos para os subhorizontes Ai e A1), a porosidade total e o percentual de matéria orgânica dos agregados 4-2mm (também para ambos os subhorizontes).

Mais uma vez, é importante lembrar que este trabalho é parte integrante do estudo de mestrado realizado por PEREIRA (2005), onde estes resultados podem, então, ser encontrados de forma mais detalhada.

Quanto às características texturais, podemos notar que não temos diferenças significativas entre os diferentes perfis, onde encontramos apenas uma concentração maior de areia no subhorizonte Ai. Quanto às possíveis transformações das características texturais, geradas por perturbações e retirada da vegetação, ao observarmos alguns trabalhos encontrados na literatura, podemos verificar que JENER et al. (1996), em um estudo em Rondônia (BR), não encontraram transformações significativas nas características texturais do topo do solo após a introdução de pasto. SILVA (1998), em estudos relativos à ciclos de cultura de roças caiçaras, encontrou solos que apresentavam texturas similares (Argilo Arenosa) em áreas de florestas e em áreas de roça.

Em realidade, as características texturais de um solo possuem grandes relações com o material parental e com as condições de clima (PRIMAVESI, 1987), o que torna dispensável uma comparação entre solos diferenciados neste trabalho. Contudo, o interessante é percebermos que em nenhum dos trabalhos citados, as perturbações foram capazes de alterar significativamente as características texturais dos solos.

Quanto à questão da percentagem de agregados, ao levarmos em consideração a tese de KINDEL & GARAY (2002), onde em princípio em áreas florestais tropicais, o subhorizonte Ai apresenta uma maior concentração de agregados maiores do que o A1, podemos notar que nossos resultados indicam uma situação diferenciada. Todavia, se trabalharmos com o fato desta ser uma área de fogo recorrente, estes resultados podem estar indicando que o subhorizonte Ai é mais afetado que o A1.

O evento de fogo pode ter gerado condições para uma maior exposição do solo aos processos erosivos, maiores oscilações de temperatura e umidade, diminuição nas taxas de reposição do aporte de matéria orgânica, morte de parte da fauna de solo (a qual possui importante papel no processo de agregação), assim como a queima do estoque de matéria orgânica (podendo destruir o material ou transformá-lo em material fino, dependendo da intensidade do fogo). Notamos, então, uma possível interação de diversos processos

responsáveis pela agregação do solo, variando a importância dos agentes, segundo as diferentes áreas no sistema.

Tabela 1: Características físicas e químicas do topo do solo (Horizonte A) do fragmento São José da Boa Morte na bacia do rio Macacu (RJ).

Características Físicas e Químicas do Topo do Solo (horizonte A)								
		Textura (%)		Porosidade Total (%)		Percentagem de MO dos Agr. 4 - 2mm (%)		
		Novembro / 2004		Novembro / 2004		Novembro / 2004		
		Ai	A1	Ai	A1	Aprox. 5cm	Ai	A1
Longitudinal (LON)	Média	Areia Franca	Franco Arenosa	13,02	21,02	45,67	7,53	6,79
	Desv. P.			7,90	8,03	10,73	4,82	3,78
	CV %			60,64	38,20	23,49	64,03	55,72
Transversal (T)	Média	Franco Arenosa /	Franco Argilo Arenosa /	19,45	29,36	37,82	12,65	16,56
	Desv. P.	Areia Franca	Franco Arenosa	6,14	7,66	5,78	6,05	26,33
	CV %			31,57	26,08	15,28	47,81	158,97
Total (SIBM)	Média	Areia Franca	Franco Arenosa	13,02	21,02	41,63	7,31	6,68
	Desv. P.			7,90	8,03	9,31	4,76	3,70
	CV %			60,64	38,20	22,37	65,05	55,34

Diversos trabalhos encontrados na literatura, como o de JENER *et al.* (1996), indicam alterações na densidade do solo apenas no horizonte mais superficial do solo, em geral 0-5cm. KLEIN & LIBARDI, (2002), em estudos no norte de São Paulo, encontraram em solos com cobertura vegetal preservada, porosidade total de 67%, percebendo no geral uma diminuição na porosidade em áreas de cultivo, se comparadas às áreas de floresta. Ao compararmos os resultados com os destes autores, podemos notar que o fragmento **SJBM** apresentou condição de porosidade inferior à área de floresta preservada destes autores.

As baixas variações encontradas para a granulometria, assim como para os percentuais de agregados podem, em princípio, estar relacionadas à forma regular com que a porosidade se apresentou.

GARAY *et al.* (2003), em estudos na região de Tabuleiros no norte do Espírito Santo, mostraram que as diferenças no aporte do estoque de matéria orgânica são as principais responsáveis por variações na incorporação desta matéria orgânica no solo. No caso do fragmento **SJBM**, os eventos de fogo recorrentes podem estar desempenhando um papel fundamental na questão do aporte, ao diminuírem, em princípio, a disponibilidade do material.

CONCLUSÃO

É importante citar que mesmo após aproximadamente dois anos desde o último evento, no período em que as amostras foram coletadas, as variações foram encontradas apenas no subhorizonte mais superficial do topo do solo A_i (interface), não sendo as perturbações de intensidade suficiente para causarem alterações no subhorizonte A₁. Isso de certa forma justifica a divisão realizada neste estudo quanto ao horizonte A do topo do solo, pois assim podemos perceber com mais clareza a magnitude dos impactos que podem estar sendo causados pelas perturbações.

A partir da tese que mostra o fogo como causador de perturbação no sistema, podemos tentar explicar as variações (mesmo sendo baixas no geral), por diferentes intensidades do fogo nas diferentes áreas do fragmento, causando desta forma impactos diferenciados, assim como uma variação nas respostas a estas perturbações.

Quanto ao evento de fogo no fragmento **SJBM**, SANCHEZ *et al.* (1983) alertaram que a extensão e intensidade da queimada da floresta constituem uma das principais causas para a geração de alterações. Também, alertaram para o fato de não podermos generalizar o efeito de eventos de fogo para todos os tipos diferentes de solos. Isso se deve, principalmente pela existência de poucos trabalhos relativos a este tema, além de em muitos casos, os resultados destes trabalhos apresentarem-se de forma contraditória.

Nesse sentido, fica claro a necessidade de maiores avanços em estudos que possam vir a contribuir para um maior entendimento dessas questões. Dessa forma, as inferências baseadas no efeito do fogo devem ser encaradas com cautela, pois outros estudos e, principalmente, informações de áreas controle são necessárias para a confirmação destas teses; mas, de qualquer forma, o objetivo é tentar visualizar explicações que possam estar tornando mais claros os processos ocorridos nesse sistema.

BIBLIOGRAFIA

- AMADOR, E. S. 1997. **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**. E. S. Amador, Rio de Janeiro, 539p.
- CASTRO JUNIOR, E. 2002. **Valor indicador da fauna de macroartrópodes edáficos em fragmentos primários e secundários do ecossistema de floresta atlântica de tabuleiros – ES.**/ Tese de doutorado em geografia UFRJ- dept. de Geografia, IGEO, Rio de Janeiro.
- CERRI, C. C. 1989. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagem. In: **Anais do Simpósio sobre ecossistemas de pastagem.**, Piracicaba, 1989, USP. 135-147.
- COELHO NETTO, A. L.- 1994- Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma Atualização de Conceitos e Bases**. 93-144.
- COUTINHO, B. H. 2000. **Domínios Geo-hidroecológicos e Padrões de Fragmentação da Mata Atlântica, Bacia do Rio Macacu- RJ**. Dissertação de Mestrado. PPGG/ UFRJ.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA.1997. **Manual de métodos de análise do solo**. 2º ed. Rio de Janeiro, 212p.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCA, A. A.; BARROS, E. & ABBADIE, L. 2003. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. In: **R. Bras. Ci. Solo** **24**: 705-712.
- JENER, F. L. De MORAES; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. & BERNOUX, M. 1996. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installation in Rondônia, Brazil. In: **Geoderma** **70**: 63-81.
- KIEHL, E.J. 1979. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, Ceres. 262p.
- KINDEL, A.; BARBOSA, P.; PÉRES, D.V. & GARAY, I. 1999. Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outros atributos do solo. In: **Rev. Bras. Ci. Solo** **23**: 465-474.
- KINDEL, A. & GARAY, I. 2002. Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil. In: **Geoderma** **108**: 101-118
- KLEIN, A.V & LIBARDI, P. L. 2002. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de m latossolo vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. In: **R. Bras. Ci. Solo** **26**: 857-856.

- LAL, R. 1996. Deforestation and land-use effects on soil degradation and rehabilitation in Western Nigeria. II. Soil Chemical Properties. In: **Land degradation & development 7**: 87-98.
- MEIS, M.R.M. & AMADOR, E. S. 1972. Formação Macacu: Considerações a Respeito do Neo- cenozóico da Baía da Guanabara. An. **Acad. Brasil. Ciênc.** **44** (3/4) : 602.
- MELO, N.J.; BARBIERI, L.C.S.; CHELLI, R.A. & LEITE, S.A.S. 1990. Efeito de cinco espécies de leguminosas sobre formas de carbono de um latossolo vermelho-amarelo sob mata secundária em Viçosa, MG. **Congresso Brasileiro de Ci. do Solo**, UFV, Viçosa-MG, v.III, resumos expandidos.
- PRIMAVESI A. 1987. **O manejo ecológico do solo**. São Paulo, Nobel, 541p.
- PEREIRA, T. F. P. D. 2005. **Indicadores funcionais globais no diagnóstico geobiofísico de casos de fragmentação da mata Atlântica na bacia do rio Macacu (RJ)**. Dissertação de mestrado em geografia UFRJ- dept. de Geografia, IGEO, Rio de Janeiro.
- RESENDE, M. et al. 1995. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: Neput.
- SANCHEZ, P. A. & SALINAS, J.G. 1983. Low input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. **Adv. Agron.** **44**: 279-245.
- SILVA, R.F. 1998. **Roça Caiçara: Dinâmica de nutrientes, propriedades físicas e fauna do solo em um ciclo de cultura**. Tese de doutorado UFRRJ-Seropédica RJ.
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; GRISI, B.N.; HUNGRIA, M. & ARAÚJO, R. 1994. **Microorganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. EMBRAPA, Brasília, 1422p.