A Influência do estoque de matéria orgânica do solo em fragmentos florestais de Mata Atlântica

Bruno do César Santos[1], Luana de Almeida Rangel[1], Evaristo de Castro Junior[2]

1. Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ - Brasil) e Estagiário do Núcleo de Ecologia dos Solos Aplicada a Geografia (NESAG).

2. Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ - Brasil) e Coordenador do Núcleo de Ecologia dos Solos Aplicada a Geografia (NESAG).

ABSTRACT

In the Atlantic forest biome, very fragmented and with high diversity of ecosystems, of species, and high endemism degree, the maintenance of the status of the biological diversity presupposes the recovery and conservation of the mosaic of existent fragments. In that context, the use of global functional indicators for the evaluation of the state of conservation of fragments, for the character of systemic synthesis that they act becomes interesting. In tropical forests ecosystems, the surface organic matter stock of the soil is one functional indicator of the decomposition subsystem and they are responsible in big measured by the maintenance and survival of the communities of those ecosystems group. The human action when fragmenting the forest ecosystems, as it substitutes the native forest for different forms of use of the soil, it creates different head offices that they exercise pressures differentiated on the fragment and, consequently, on the operation of the fundamental processes of the ecosystem that represents it. Thus, in the sense of understanding the state of functional conservation of fragments forest remainders of the Atlantic forest, in the extent of the Environmental Protection Area of Petrópolis - Rio de Janeiro, which interferes in the Mosaic of Units of Conservation of the Fluminense Central Atlantic forest and, in a larger scale still, in the Ecological Corridor of the Serra do Mar, in the present study the stock of organic matter of surface of four forest fragments in summer of 2008 and summer of 2009 are analyzed comparatively.

Key words: Atlantic forest, Forest Fragmentation, Organic Matter

1 - Introdução ao Estudo da Matéria Orgânica do Solo

No bioma da Mata Atlântica, muito fragmentado e com alta diversidade de ecossistemas, a preservação do *status* da diversidade biológica depende da recuperação e conservação e uso sustentável do mosaico de fragmentos. A partir da análise do atual estado de conservação da Mata Atlântica, considera-se este um dos ecossistemas mais ameaçados e devastados do planeta, sendo um dos 25 *hotspots* de biodiversidade reconhecidos no mundo pela União Mundial para a Conservação da Natureza (CÂMARA, 2005).

Assim, a fragmentação florestal pode ser originada tanto pelo desmatamento, onde formações florestais estão circundadas por diferentes tipos de habitats não florestados (METZGER, 1999; CASTRO JR, 2002; FORMAN, & GORDON, 1986); 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).

Os fragmentos que hoje existem estão, em sua maioria, inseridos em matrizes de diferentes tipos. As matrizes se configuram muitas vezes como barreiras para a dispersão de espécies, pois o tempo de isolamento, a distância entre fragmentos vizinhos, as características do ambiente entre os fragmentos e o grau de conectividade são determinantes na resposta da biota a fragmentação (KINDEL, 2001).

Para avaliar a diversidade no nível de Ecossistemas é possível utilizar os chamados Indicadores Funcionais Globais, os quais são variáveis que sintetizam o funcionamento do ecossistema, notadamente os dois processos maiores que o definem: produtividade e decomposição (GARAY & SILVA, 1995; PEREIRA, 2005). Com isso, o estoque de matéria orgânica de superfície do solo é considerado como um indicador funcional do subsistema de decomposição em ecossistemas florestais.

Em sistemas florestais o estoque de matéria orgânica de superfície, denominado *forma de húmus,* tem uma relação com o padrão do estado de evolução funcional do subsistema de decomposição. Assim, interações entre os processos bióticos (vegetação, fauna edáfica e organismos saprófagos - fungos e bactérias) e abióticos (clima, relevo, topografia, solo, umidade -

permeabilidade ambiental etc) controlam variações nas formas de húmus. Perturbações funcionais na dinâmica de matéria orgânica nesses sistemas, por exemplo, em decorrência de diferentes tipos de manejo, podem ser evidenciadas por variações de padrões de evolução sucessional do estoque.

Nos ecossistemas de florestas tropicais a ciclagem de nutrientes ocorre principalmente nas camadas que compõem a serapilheira na interface com o solo. DIDHAM (1998) afirma que a decomposição da serapilheira gera um ciclo de nutrientes vital para a produtividade das florestas. Nesses ambientes, o funcionamento do subsistema de decomposição é o maior responsável pela manutenção do ecossistema (JORDAN, 1982; HAAG, 1985; POGGIANI et al., 1987). Com isso, o topo do solo possui grande papel no processo de ciclagem de nutrientes em sistemas florestais tropicais, pois é nele que se encontram os maiores valores de C e N (GARAY & SILVA, 1995; KINDEL & GARAY, 2002), assim como boa parte da vida biológica responsável pela decomposição do estoque de matéria orgânica (SILVA, 1998).

Logo, entender os processos de decomposição de um ecossistema é importante por dois motivos; ao nível da biosfera, pelo interesse para os estudos de mudanças climáticas globais e, ao nível de ecossistema, porque as variações da acumulação da matéria orgânica de superfície e a sua decomposição, em síntese, podem ser um indicador de perturbações na ciclagem de nutrientes nos sistemas ecológicos.

Com isso, o estoque de matéria orgânica do material fino e dos agregados da camada holorgânica e o estoque de matéria orgânica da terra fina seca ao ar (TFSA) e dos agregados horizonte hemiorgânico (A e Ai) são interpretados como um indicador da dinâmica biológica do processo físico-químico da decomposição, que permite analisar melhor a dinâmica da ciclagem de nutrientes que, nos ecossistemas de florestas tropicais, é vital para a produtividade das florestas (DIDHAM, 1998).

Para essa análise, foi realizada uma pesquisa na APA de Petrópolis – RJ/Brasil, onde se elaborou uma análise comparativa dos estoques de matéria orgânica do material fino e dos agregados dos horizontes holorgânicos (serapilheira) entre quatro fragmentos florestais de floresta ombrófila montana, submetidos à histórias singulares de manejo, localizados em diferentes

matrizes geográficas inseridas na APA de Petrópolis – RJ (contextos rural, urbano, silvestre e rururbano).

Portanto, tem-se como objetivo específico: realizar comparações inter-fragmentos e intra-fragmentos do estoque de matéria orgânica (MO) de superfície do solo no processo de decomposição, comparando dois verões: o verão de 2008 e o verão de 2009 e como objetivo mais amplo: inferir o impacto da história dos diferentes usos sobre o estado sucessional do funcionamento ecossistêmico de fragmentos florestais.

2 - Características da Área de Estudo

A pesquisa se desenvolve em fragmentos florestais remanescentes da Mata Atlântica, no âmbito da APA de Petrópolis, utilizando-se o estoque de matéria orgânica de superfície como indicador funcional do subsistema de decomposição. A APA-Petrópolis, no âmbito do Mosaico de Unidades de Conservação do Corredor Central Fluminense do Bioma Mata Atlântica (Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC), tem um papel importante em garantir o fluxo gênico, pois encerra uma gama variada de tipos de fragmentos florestais entre a Reserva Biológica - Rebio - Tinguá e o Parnaso (Parque Nacional da Serra dos Órgãos).

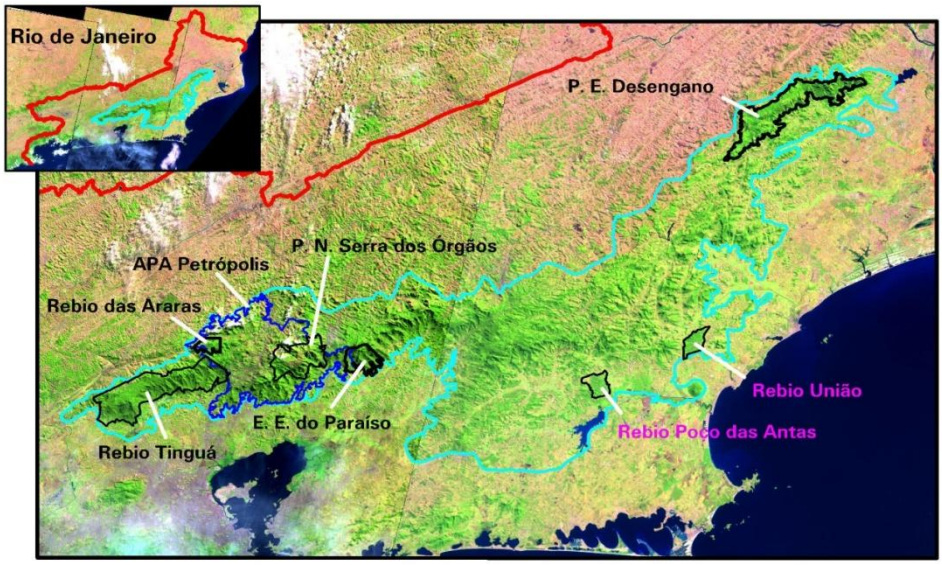


Figura: Localização da APA de Petrópolis dentro do Mosaico de UC's da Mata Atlântica Central Fluminense. (Fonte: Cooperativa de Trabalho Estruturar, adaptado de Fundação CIDE)

A APA de Petrópolis está inserida dentro do Bioma Mata Atlântica, no litoral do Brasil. Pela classificação brasileira, feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o domínio regional é o da Floresta Ombrófila Densa. Em cada local, dependendo dos solos existentes, do potencial hídrico médio do solo e dos mesoclimas circundantes, poderão ser observadas algumas formações vegetacionais características.

A porção sul da APA Petrópolis corresponde às escarpas de falha da Serra do Mar, situada na faixa de dobramento remobilizado formado pelas escarpas e reversos desta Serra. Na parte sul da APA Petrópolis encontra-se escarpas de falha da Serra do Mar. Toda essa área drena para a Baía de Guanabara e grande parte será incorporada ao PARNASO brevemente.

Entre os principais rios existentes na vertente sul da APA estão o Caioba, o Santo Aleixo e o Soberbo. Já a porção norte dessas vertentes é drenada pelo rio Piabanha e seus afluentes, com destaque para os rios da Cidade e Araras.

A paisagem da APA é típica de escarpas de planalto, onde há afloramento de paredões rochosos gnáissicos, declividades íngremes. Há uma variação de altitude que vai da cota de 100 metros até 1919 metros (Pico da Maria Comprida).

Como é comum nas encostas litorâneas do sudeste do Brasil, quanto aos solos, há predominância de Latossolos (Amarelo, Vermelho e Vermelho Amarelo, além de diversas combinações entre eles), além de Litossol nas áreas de maior altitude e solos hidromórficos nas regiões mais baixas, sobretudo em fundos de vale, na beira de rios e córregos e no pé de paredões rochosos. Os latossolos são solos bastante lixiviados, com predominância de argilominerais 1:1 e óxidos de ferro e alumínio, que tornam estes solos de reduzida fertilidade. Apresentam perfis profundos, pouco diferenciados, sendo pouco nítido o contraste entre seus horizontes. A percentagem de matéria orgânica destes solos é maior em superfície e se reduz conforme a profundidade (Rosas, 1990).

Os solos hidromórficos sofrem alagamento durante algum período do ano, gerando características peculiares. Na região da APA, esse tipo de solo é encontrado mais freqüentemente ao sul, nas porções mais baixas da Unidade de Conservação - UC, e na porção central, onde o relevo mais suave possibilita um maior acúmulo de água nos solos. O Litossol é encontrado somente em regiões de cotas elevadas. São solos rasos, cujos horizontes não se apresentam diferenciados ou estão pouco desenvolvidos, quando presentes.

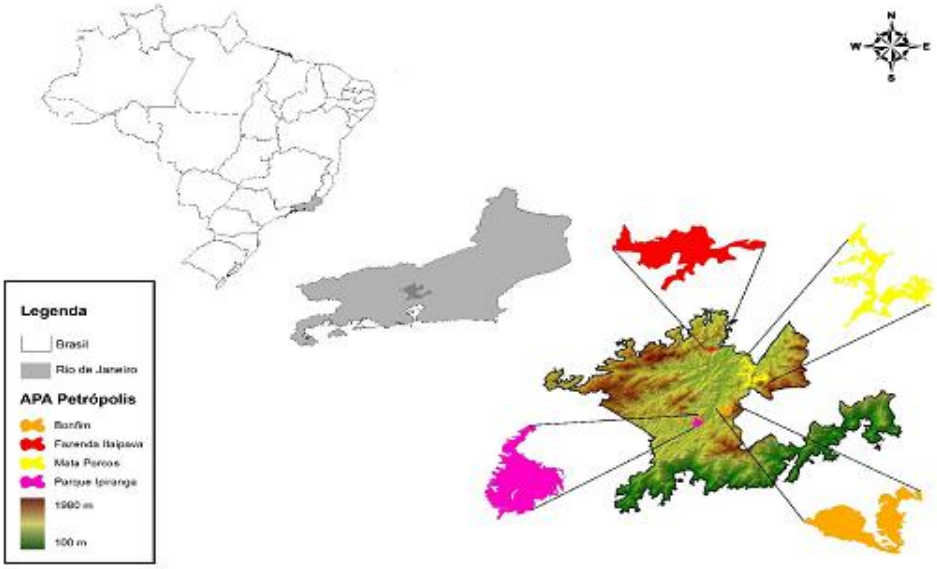


Figura: Localização dos Fragmentos na APA de Petrópolis (Fonte: Estruturar, adaptado da fundação CIDE.)

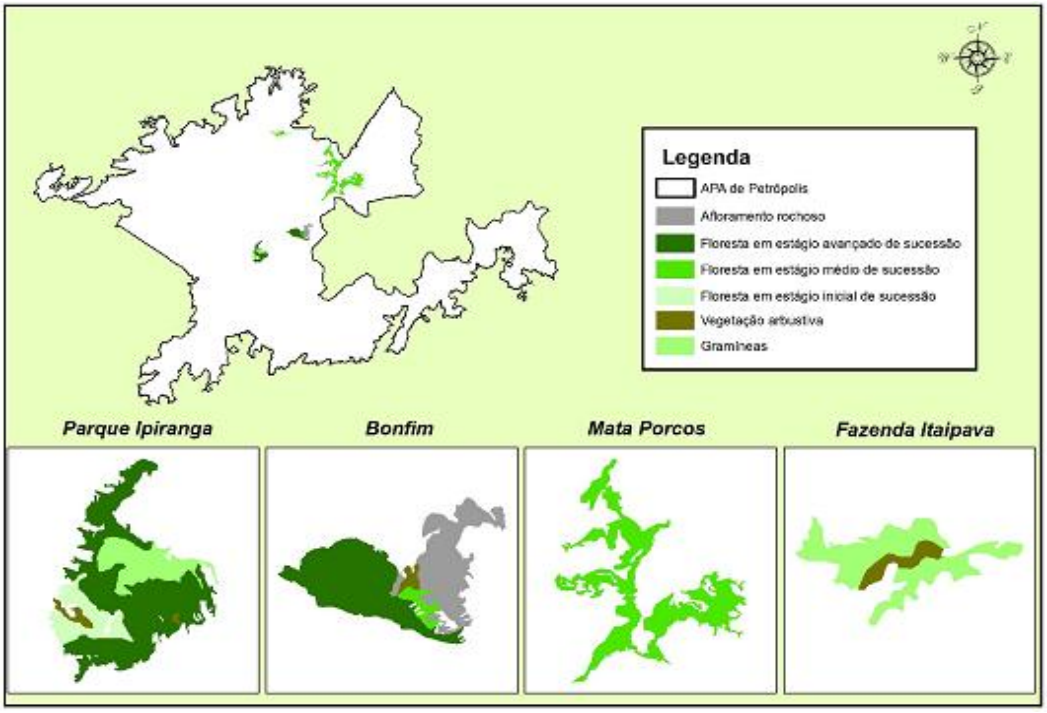
3 - Descrição dos Fragmentos

O fragmento I (Fazenda Itaipava - FI), apesar de estar localizado numa área dominada por floresta secundária densa, a área apresenta forte domínio de gramíneas e espécies arbustivas. Boa parte do fragmento esta sendo loteada para um empreendimento de alto luxo, com a construção de condomínios e casas de veraneio. Determinadas áreas remanescentes de floresta nativa incorporada no fragmento estão sofrendo cortes no sub-bosque com fins paisagísticos. É possível dizer que o fragmento esta inserido em uma matriz que se assemelha a uma área rururbana (uma fisionomia rural, porém sem o uso econômico de atividades agrícolas).

O fragmento II (Parque Ipiranga - PI) trata-se de um Parque Municipal de proteção permanente (SNUC Lei 9.985), no entanto esse parque é utilizado para trilhas turísticas, também existindo algumas ocupações irregulares, a vegetação dominante deste fragmento, abarca florestas em estagio sucessional avançado, estagio inicial de sucessão, gramíneas e vegetação arbustiva. Localizado no centro da Cidade de Petrópolis, sua matriz é urbana.

O fragmento III (Bonfim - BO), esta localizado numa área periférica de Petrópolis, a vegetação dominante é composta por florestas em estágio avançado e médio de sucessão, assim como vegetação arbustiva. No entanto, este fragmento apresenta um controle litológico na sua porção nordeste, com embasamento gnáissico aflorante. Grande parte do fragmento tem sua matriz circundante por floresta silvestre, porém a parte oeste do fragmento sofre um impacto antrópico com o avanço da atividade rural, possui uma matriz circundante rural.

O fragmento IV (Condomínio Mata Porcos - MP), a vegetação dominante é composta por floresta em estágio médio de sucessão, dentre os outros fragmentos, o Mata Porcos, é o que apresenta uma forma mais alongada, caracterizando menor distancia entre as bordas. Este fragmento é circundado por áreas rurais de produção familiar e áreas de urbanização de baixa densidade, portanto pode-se considerá-lo como tendo uma matriz circundante rururbana.



Característica dos diferentes tipos de vegetação na APA de Petrópolis. (Fonte: Núcleo de Ecologia de Solos Aplicada à Geografia - NESAG - Departamento de Geografia / UFRJ, adaptado da Fundação CIDE).

4 - Operacionalização da Pesquisa

Para a operacionalização do estudo, foram escolhidos quatro fragmentos florestais de floresta ombrófila montana em diferentes contextos geográficos (rural, rururbano, urbano e silvestre) da APA de Petrópolis. Em cada fragmento foi estabelecido um transecto de 130 metros de comprimento a partir de 20 metros da borda de trilhas no interior do fragmento (para evitar o efeito de borda). Os transectos foram estabelecidos em encosta retilínea. A cada 10 metros, ao longo dos transectos, foi estabelecido um ponto amostral, onde foi coletada uma amostra aleaória. Foram coletadas treze amostras por transecto.

Para o estudo da camada Holorgânica, foi coletada uma amostra em cada ponto, em um quadrado de 25x25cm^2. O material orgânico de superfície foi separado em laboratório, com base em seus estágios de decomposição em camadas sucessionais no processo de decomposição; camada L (aporte epígeo de folhas mortas inteiras), camada F (compostas de folhas - necromassa - com diferentes estágios de fragmentação - envolvendo ação

biológica e processo de reações físico-químicas), MFB (composta de material fino bruto - a partir da peneiragem com malha de 2 mm) e agregados.

Já em relação à camada superficial do solo composto por material mineral e matéria orgânica humificada (Horizonte Hemiorgânico), foram coletadas, em cada ponto, duas amostras deformadas de solo (horizonte Ai 0-3 cm e horizonte A 3-15 cm). As amostras do horizonte Ai foram coletadas também com o auxílio de um quadrado de 25 x 25 cm^2, já as amostras do horizonte A foram coletadas com um cilindro de 13 cm de altura e 10 cm de diâmetro. As amostras foram submetidas a análises físicas, onde foi calculada a percentagem de agregados > 2 mm, pelo método por via seca, (EMBRAPA, 1997); e foi separada uma parte de TFSA (terra fina seca ao ar) do Ai e do A1 para análise da matéria orgânica.

Posteriormente, alíquotas dos agregados do solo > 2 mm do Horizonte Ai e A, da TFSA, do material fino bruto (MFB) da serapilheira e dos agregados da camada holorgânica foram queimados na mufla por 16 horas à 350ºC (EMBRAPA, 1979), a partir deste procedimento foi encontrado o valor total do estoque de matéria orgânica do material fino e dos agregados.

Na análise dos dados são calculados a Média e o Desvio Padrão como expressão sintética dos resultados. Para as comparações entre os quatro fragmentos, são empregados os testes de Kruskal-Wallis; que é um teste não-paramétrico. Onde, usa-se postos de dados amostrais de três ou mais populações independentes. É empregado para testar a hipótese nula de que as amostras independentes provêm de populações com a mesma mediana. A hipótese alternativa é a afirmativa de que as populações têm medianas que não são todas iguais. (TRIOLA, 2008).

5- Resultados e Discussão

A presença ou ausência da quantidade de matéria orgânica na camada MFB e a relação C/N associado à fertilidade do horizonte A são a base para a diferenciação das velocidades de decomposição do estoque de matéria orgânica de superfície (KINDEL & GARAY, 2002). Porém, pode-se supor que em uma região tropical e intertropical a temperatura desempenha um papel de

fundamental importância na dinâmica da decomposição da matéria orgânica de solos, quando a umidade não é fator limitante (SWIFT *et al*., 1979).

Tabela 1: Comparação do estoque de matéria orgânica de do solo, entre os Fragmentos I, II, III e IV, no verão de 2008

COLETA 2008				
	Fragmento I (n = 13)	Fragmento II (n = 13)	Fragmento III (n = 13)	Fragmento IV (n = 13)
Matéria Orgânica em t/ha				
Material Fino	1.89 ± 1.22 B	3.40 ± 2.13 A	2.67 ± 1.17 B	1.64 ± 1.05 B
Agregados Serapilheira	0.38 ± 0.44	0.42 ± 0.31	1.07 ± 1.44	0.22 ± 0.17
Agregados > 2mm (Ai)	3.26 ± 1.50	3.09 ± 1.32	2.54 ± 0.87	2.59 ± 0.84
TFSA (Ai)	8.37 ± 2.71	7.15 ± 3.45	8.17 ± 5.35	6.59 ± 2.74
Agregados > 2mm (A)	4.92 ± 1.12 B	3.96 ± 0.91 AB	3.01 ± 0.67 A	4.38 ± 1.11 B
TFSA (A)	4.85 ± 1.17	4.35 ± 0.59	6.07 ± 2.11	4.53 ± 1.17

Os Números correspondem a Média ± Desvio Padrão. Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis.

Na amostragem de 2008, o fragmento I possui grande quantidade de matéria orgânica tanto nos agregados dos horizontes A e Ai, quanto na TFSA do Ai. É relevante destacar que o fragmento I é significativamente igual ao fragmento IV na quantidade de MO encontrada nos agregados do horizonte A. O fragmento III também apresenta significativa concentração de matéria orgânica nos agregados da serapilheira (camada holorgânica). (Tabela 1)

Já o fragmento II difere significativamente na concentração de matéria orgânica no material fino da camada holorgânica. Desta maneira, é perceptível que o fragmento II pode ter sua velocidade de decomposição mais lenta em relação aos outros, devido ao grande acúmulo de material orgânico na camada holorgânica. Isso pode estar ocorrendo devido a algum estresse que o

fragmento possa estar sofrendo devido à influência da matriz circundante (urbana). Tal concentração de MO seguiu uma tendência do fragmento mais degradado para o menos degradado – PI > BO> FI > MP;

Problemas no processo de ciclagem de nutrientes podem reter a matéria orgânica na serapilheira e diminuir a quantidade de C para o solo (FRANZLUEBBERS, 2002). Isto ocorre devido a umidade e a cobertura do solo terem uma estreita relação com a agregação do solo (CAMPOS, *et al*, 1999) bem como, pelo fato da matéria orgânica e os minerais de argila serem os dois agentes cimentantes que contribuem para a agregação do solo (KIEHL, 1979)

Já o fragmento III mostra uma velocidade de decomposição acelerada e uma boa fertilidade do horizonte hemiorgânico, pois apresenta baixa concentração de MO nos agregados do A e do Ai. Essas características podem estar indicando um bom estado de conservação deste sistema frente à fragmentação. Dados semelhantes foram encontrados por (KINDEL & GARAY, 2002; PORTELA & SANTOS, 2007).

Não houve diferença significativa na concentração de MO dos agregados de serapilheira entre os fragmentos no ano de 2008. O fragmento III mostrou quantidade de MO pouco maior do que os outros, o que pode estar relacionado a uma dinâmica de troca de nutrientes.

Tabela 2: Comparação do estoque de matéria orgânica de do solo, entre os Fragmentos I, II, III e IV, no verão de 2009

COLETA 2009				
	Fragmento I (n = 13)	Fragmento II (n = 13)	Fragmento III (n = 13)	Fragmento IV (n = 13)
Matéria Orgânica em t/ha				
Material Fino	1.83 ± 1.46	1.06 ± 1.09	1.69 ± 2.74	1.21 ± 1.07
Agregados Serapilheira	0.48 ± 0.38 A	0.14 ± 0.15 A	0.05 ± 0.06 B	0.11 ± 0.10 A
Agregados > 2mm (Ai)	3.64 ± 1.03 A	2.19 ± 0.61 B	2.44 ± 0.75 B	2.73 ± 0.72 AB

TFSA (Ai)	7.36 ± 4.31	10.03 ± 2.71	8.88 ± 4.87	7.46 ± 2.48
Agregados > 2mm (A)	5.18 ± 1.25 A	4.24 ± 0.80 A	3.59 ± 0.90 B	4.26 ± 1.17 A
TFSA (A)	5.49 ± 1.68	5.57 ± 1.17	5.49 ± 1.68	5.57 ± 1.17

Os Números correspondem a Média ± Desvio Padrão. Letras diferentes na mesma linha demonstram diferença significativa pelo teste de Kruskal-Wallis.

No verão de 2009, não houve diferença significativa no estoque de material orgânico no material fino da camada holorgânica entre os fragmentos. Pode-se aventar que as matrizes não estejam influenciando essa variável. O fragmento II apresentou o menor valor, diferentemente de 2008. (Tabela 2)

Ocorreram baixos valores para MO de agregados de serapilheira. O fragmento III mostrou comportamento diferente dos demais, com pouca concentração de MO na camada holorgânica, diferentemente do ano anterior. Isso significa que o fragmento está com uma velocidade de decomposição acelerada, o que no verão de 2008 ocorreu apenas para o horizonte hemiorgânico.

Tal como em 2008, os valores de agregados >2 mm do horizonte Ai foram inferiores se comparados com os do horizonte A, o que enfatiza a questão de ser um horizonte com menor agregação se comparado com o horizonte A, embora tenha maior quantidade de TFSA; o fragmento II apresentou maiores valores de MO nessa variável.

Os valores de matéria orgânica dos agregados > 2mm foram mais elevados no horizonte A do que no Ai, tanto em 2008 quanto em 2009. Isso pode ser explicado pelo fato de o horizonte A ser mais profundo, possuindo maior quantidade de argila, elevado processo de mineralização, portanto, uma maior agregação. Ainda ocorre que o horizonte Ai é mais arenoso, mais friável, o que gera uma maior atividade das raízes e maior percolação da água, que pode movimentar a argila para o horizonte A, isso proporciona um menor poder de agregação no horizonte Ai.

Como em 2008, os valores de matéria orgânica de solo na TFSA foram maiores no horizonte Ai em comparação com o horizonte A. Isso porque há um

input de MO em decomposição vinda do material fino como dito anteriormente. O fragmento I mostrou os maiores valores para essa variável.

Não houve variação significativa entre os fragmentos quanto ao material orgânico da TFSA no horizonte A, semelhante ao comportamento de 2008. A menor concentração de MO no horizonte A ocorre porque esse horizonte é mais profundo, onde ocorre mineralização dos materiais, havendo maior quantidade de argila vinda de horizontes acima, sendo maior sua concentração de MO nos agregado e menor na TFSA.

Para os dois períodos de coleta, o comportamento de MO na TFSA, foi inversamente proporcional ao dos agregados, sendo encontrados os maiores valores no horizonte Ai. Isso porque é nesse horizonte de interface que ocorre o maior *input* de matéria orgânica sendo decomposta pelo sistema, bem como uma maior dinâmica da fauna do solo e de microrganismos decompositores.

O uso de fragmentos sobre matrizes diversas, assim como o efeito de borda podem provocar distúrbios na ciclagem de nutrientes de sistemas florestados (DIDHAM, 1998). Castro Jr. (2002) aponta que distúrbios em ecossistemas podem afetar organismos decompositores, afetando assim o subsistema de decomposição.

A decomposição essencialmente resulta na mudança do estado do recurso que sofre influência de diversos fatores bióticos e abióticos (SWIFT *et al,* 1979), e esses fatores podem ser controlados pela fragmentação florestal em matrizes distintas.

6 - Considerações Finais

Em ecossistemas florestais tropicais a heterogeneidade vegetal, os tipos de solos e as características microclimáticas são diversos. É aceito que em florestas tropicais úmidas a velocidade de decomposição da matéria orgânica de superfície é rápida, contudo, o processo de fragmentação produz diferentes matrizes que comprometem o estado funcional de sistemas florestais.

A ciclagem de nutrientes que escora a vitalidade desses sistemas acontece nos primeiros centímetros do solo. O horizonte Ai (interface) retém a maior disponibilidade de nutrientes e sustenta as mais altas taxas de fertilidade.

Como a decomposição é de fundamental importância para a manutenção do ecossistema, qualquer alteração na dinâmica desse subsistema, através da concentração de matéria orgânica do solo, pode acarretar conseqüências nocivas à preservação do meio ambiente e alterações na biodiversidade dos fragmentos florestais.

Portanto, a utilização de indicadores funcionais globais, como a análise da matéria orgânica nas diferentes camadas do solo (holorgânica e hemiorgânica), para a análise do estado de conservação de ecossistemas circundados por diferentes matrizes possui grande relevância. No entanto, a extrapolação desses indicadores para fragmentos florestais situados em ecossistemas diferentes, não deve ser usado sem uma avaliação da heterogeneidade interna desses fragmentos.

7 - Agradecimentos

Ao Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo financiamento da pesquisa.

NESAG

Núcleo de Ecologia de Solos Aplicada à Geografia

FAPERJ

8 - Referências Bibliográficas

CÂMARA, I. G. *Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.* São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Belo Horizonte: Conservação Internacional. 2005.

CAMPOS, B. C. D *et al.* Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. 1999

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

CIDE, Fundação. Centro de informações e dados do Rio de Janeiro.

DI CASTRI, F. & YOUNÈS, O. T. Introdution: Biodiversity, the emergency of a new scientific field – it's perspective and constraints. In DI CASTRI, F. & YOUNÈS, O. (Eds.). *Biodiversity, science and development towards a new partner ship*. Wallingford, Oxon: Cab International & IUBS, p. 01-11. 1996.

DIDHAM, R. K. *Altered Leaf-Litter decomposition raters in tropical Forest fragments*. Oecologia, v. 116, p. 317-406. 1998

EMBRAPA/SNLCS. *Manual de Métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, Iv. 1997.

FRANZLUEBBERS, A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Tillage Research*, v.66, n.2, p.95-106. 2002

FORMAN, R.T.T & GORDON, N. *Landscape ecology*. John Wiley, New York, 1986.

GARAY, I. & SILVA, B. A. O. *Húmus Florestais: síntese e diagnóstico das interrelações vegetação solo*. Oecologia Brasilienses. Esteves. F. (ed.) Rio de Janeiro, 1995.

HAAG, H. P. *Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais*. Campinas, SP, Brasil. Fundação Cargill, 114p. 1985.

JORDAN, C. F. *Amazon rain forest*. Am. Sci. New Haven, 70: 394-401. 1982.

KIEHL E. J. *Manual de Edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979.

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.

KINDEL, A.; I. GARAY. *Humus form in ecosystems of the Atlantic Forest, Brazil*. Geoderma, v.108, n.1-2, p.101-118. 2002

METZGER, J. P. *Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica*. Anais da Academia Brasileira de Ciências 1999. 445-463 p.

PEREIRA, T. F. P. D. *Uso de indicadores funcionais globais no diagnóstico geobiofísico de casos de fragmentação da floresta Atlântica na Bacia do Rio Macacú (RJ)* (Mestrado). IGEO, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

PORTELA, R.D.C.Q. e SANTOS, F. A. M. D. *Produção e espessura da serrapilheira na borda e interior de fragmentos florestais da Mata Atlântica de diferentes tamanhos*. Revista Brasileira de Botânica, V.30, P. 271-280. 2007.

PRIMAVESI, A. *O manejo ecológico do solo*. São Paulo: Nobel, 541p, 1987.

SWIFT, M. J., HEAL, O. W., ANDERSON, J. M. (1979). *Decomposition in terrestrial ecosystems*. University of California Press. Berkeley.

TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.