

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Influência da Intensidade de Uso do Solo na  
Vizinhança de Fragmentos Florestais sobre  
Características de Agregação do Solo na Bacia  
Guapi-Macacu (RJ)**

**Renato Valadares de Sousa Moreira**

**2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE DE USO DO SOLO NA  
VIZINHANÇA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS SOBRE  
CARACTERÍSTICAS DE AGREGAÇÃO DO SOLO NA BACIA GUAPI-  
MACACU (RJ)**

**RENATO VALADARES DE SOUSA MOREIRA**

*Sob a Orientação do Pesquisador*  
**Alexander Silva de Resende**

*e Co-orientação da Pesquisadora*  
**Mariella Camardelli Uzêda**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Ciências**, no  
Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia, Área de Concentração  
em Ciência do Solo

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2013

631.4  
M838i  
T

Moreira, Renato Valadares de Sousa, 1986-  
Influência da intensidade de uso do solo na  
vizinhança de fragmentos florestais sobre  
características de agregação do solo na Bacia Guapi-  
Macacu (RJ) / Renato Valadares de Sousa Moreira –  
2013.

54 f. : il.

Orientador: Alexander Silva de Resende.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Agronomia – Ciência do Solo.

Bibliografia: f. 46-54.

1. Ciência do solo – Teses. 2. Solos –Agregação –  
Teses. 3. Solos – Manejo – Teses. 4. Solos – Uso –  
Teses. 5. Paisagens fragmentadas – Mata Atlântica –  
Teses. I. Resende, Alexander Silva de, 1974-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso  
de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo.  
III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO**

**RENATO VALADARES DE SOUSA MOREIRA**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** em Agronomia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/02/2013.



Alexander Silva de Resende. Dr. EMBRAPA AGROBIOLOGIA  
(Orientador)



Marcos Gervasio Pereira. Dr. UFRRJ



Fabiano de Carvalho Balieiro. Dr. EMBRAPA SOLOS

## DEDICATÓRIA

*Aos meus avós Manoel Dias de Sousa (in memorian) e Senhorinha Valladares de Sousa (in memorian),  
pelo grande exemplo de companheirismo e sabedoria,  
aos meus pais Denilza Valadares de Sousa Moreira e José Moreira da Conceição,  
por serem os principais responsáveis por minhas conquistas,  
ao meu irmão Rafael Valadares de Sousa Moreira e meu tio Dyckson Dias de Sousa,  
pela amizade e companheirismo,  
a minha namorada Tarciana de Oliveira Viana, pelo carinho*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e por me guiar pelo caminho do bem.

Aos meus pais Denilza Valadares de Sousa Moreira e José Moreira da Conceição, pela minha educação e por tudo que fizeram e fazem por mim.

Ao meu irmão Rafael Valadares de Sousa Moreira, pelo seu companheirismo e amizade.

Ao meu tio e padrinho Dyckson Dias de Sousa, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida, pelos seus ensinamentos e por acreditar em mim.

A minha namorada Tarciana pela compreensão e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus amigos Emerson, Cândido, Marcus Vinício, Francy e Rodrigo, pela amizade e apoio.

Ao meu orientador Alexander Silva de Resende por me auxiliar em meu mestrado e contribuir em minha formação.

A minha co-orientadora Mariella Camardelli Uzêda, pelos seus ensinamentos que foram essenciais e por estar sempre solícita a me ajudar desde a iniciação científica. E também pela amizade e por acreditar em mim e conceder a oportunidade para realização desse trabalho.

À professora Érika Pinheiro por toda sua ajuda concedida nas análises e por esta sempre solícita a ajudar.

Aos membros da banca Marcos Gervasio e Fabiano Balieiro, pela presença e contribuição na dissertação.

Aos amigos de laboratório Osmir, Mariana, Fernando, Rodrigo, Marina, Caio e aos laboratoristas Itamar e Rosinaldo, pelo apoio fornecido nas atividades de campo e laboratório.

Aos pesquisadores da Embrapa Solo Ademir Fontana e Guilherme Donnagemma, por auxiliar na descrição dos solos.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

À UFRRJ e ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, pela capacitação e formação, com bom embasamento e contribuir para meu desenvolvimento como cidadão.

## RESUMO

MOREIRA, Renato Valadares de Sousa. **Influência da intensidade de uso do solo na vizinhança de fragmentos florestais sobre características de agregação do solo na bacia Guapi-Macacu (RJ)**. 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Este trabalho teve como objetivo avaliar características da agregação do solo em fragmentos florestais com diferentes tamanhos e adjacentes a usos do solo com distintas formas de manejo. Para isso, foram selecionados seis fragmentos florestais de Mata Atlântica inseridos na bacia Guapi-Macacu (RJ). Três tendo entorno de uso agrícola (rotação de milho e mandioca) e três com entorno de uso com pecuária (pastagem). Sendo dois fragmentos pequenos, dois grandes e duas áreas de mata contínua. Cada fragmento foi dividido em ambientes de borda, núcleo e clareira. As coletas de amostras foram nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm para a avaliação da estabilidade de agregados, textura e fração leve livre (FLL) da matéria orgânica. Para estabilidade de agregados foram utilizados os índices: diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), classe > 2 mm e índice de estabilidade de agregados (IEA). A distribuição das raízes foi avaliada nas mencionadas profundidades, através do processamento de imagem com o software SIARCS 3.0. A coleta de serapilheira foi realizada no final da estação chuvosa e final da seca. Os resultados em relação ao efeito de tamanho dos fragmentos florestais observa-se no final da estação chuvosa, que no ambiente de núcleo as áreas de mata contínua apresentaram menor média de total de frações de estoque de serapilheira em comparação aos fragmentos grandes, já na clareira a média dos fragmentos pequenos foi maior do que a dos demais tratamentos. Quanto à fração leve livre (FLL), foram observados maiores valores médios nos fragmentos pequenos, sendo essa diferença mais evidente na profundidade de 0-10 cm. Para a distribuição da área do sistema radicular os fragmentos pequenos apresentaram na borda menor área de distribuição em comparação às áreas de mata contínua em 0-10 cm e menor que os fragmentos grandes em 10-20 cm. Para a estabilidade de agregados observa-se em 0-10 cm que no ambiente de núcleo, os fragmentos grandes apresentam maiores valores médios de DMG quando comparado as demais, sendo que na clareira os fragmentos pequenos apresentaram os menores valores médios de DMG, DMP e classe > 2 mm em comparação as demais áreas. Para os diferentes usos do solo no entorno dos fragmentos, na borda os fragmentos com entorno de pecuária apresentaram maior estoque médio de total das frações de serapilheira em ambas as estações. Já a FLL em 0-10 cm, no núcleo o entorno com agricultura apresentou maiores valores dessa fração. Para raízes na profundidade de 10-20 cm o entorno com pecuária apresentou maior área de distribuição do sistema radicular na clareira. Quanto à estabilidade dos agregados na profundidade de 10-20 cm os fragmentos com entorno de pecuária apresentaram maiores valores médios de DMG e IEA no núcleo e DMG, DMP e IEA na clareira. Pode-se concluir que apesar das lacunas de informação existentes relacionadas aos processos de agregação, são claras as interferências geradas pela perda de habitat (redução do tamanho do fragmento) e pelos vetores de ampliação do efeito de borda oriundo do uso mais intensivo do solo.

**Palavras-chave:** Fragmentação de hábitat. Mata Atlântica. Agregação do solo.

## ABSTRACT

MOREIRA, Renato Valadares de Sousa. **Influence of intensity of land use in the vicinity of forest fragments on characteristics of soil aggregation basin Guapi-Macacu (RJ)**. 2013. 54p. Dissertation (Master of Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2013.

This study had aimed to evaluate the characteristics of soil aggregation in forest fragments with different sizes and adjacent land uses with different forms of management. For this, they selected six Atlantic forest fragments inserted in basin Guapi-Macacu (RJ). Three with around agricultural use (rotation of corn and cassava) and three with around use with livestock (pasture). Being two small fragments, two large and two continuous forest areas. Each fragment was divided into environments edge, nucleus and gaps. The soil were collected at 0-10 cm and 10-20 cm for the evaluation of aggregate stability, texture and free light fraction (FLL) of organic matter. To aggregate stability were used indices: geometric mean diameter (GMD), mean weight diameter (MWD), class > 2 mm and aggregate stability index (IEA). The root distribution was evaluated in the mentioned depths, through image processing software SIARCS 3.0. The litter collected was made at the end of the rainy season and the dry end. The results regarding the effect size of forest fragments was observed at the end of the rainy season, in the nucleus areas of continuous forest obtains lower mean total stock of litter fractions than the large fragment and, in the gaps mean of small fragments was higher than the other treatments. As for the free light fraction (FLL), was observed higher mean values in small fragments, and this difference was more evident in the depth of 0-10 cm. For distribution area root small fragments presented on the edge smaller distribution area than that forest continuous 0-10 cm and smaller than the large fragments by 10-20 cm. In aggregate stability was observed in 0-10 cm than in the core fragments large GMD obtain higher mean than the other treatments and in gaps small fragments get smaller mean of GMD, IEA and class > 2 mm than other areas. For the different land uses in the vicinity of the fragments, in the edge the fragments with around agricultural use had higher mean stock of total litter fractions in both seasons. Already FLL at 0-10 cm in the core with surrounding agriculture had a higher fraction of this amount. For roots in the 10-20 cm around with livestock obtained larger distribution area of the root system in the gaps environment. Regarding the stability of aggregates at a depth of 10-20 cm, the fragments with around livestock showed higher means of GMD, IEA in the core and MWD, IEA in the. It can be concluded that in spite of the gaps of existing information related to the processes of aggregation, are clear interference generated by habitat loss (reduced size of the fragment) and the vector extension of the edge effect originating from the more intensive use of soil.

**Key words:** Fragmentation of habitat. Atlantic Forest. Soil aggregation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Fragmentação da Mata Atlântica .....	3
2.2. Efeitos e Consequências da Fragmentação .....	3
2.3. Estoque de Serapilheira .....	6
2.4. Fração Leve Livre (FLL) da Matéria Orgânica do Solo .....	7
2.5. Sistema Radicular .....	8
2.6. Agregação do Solo.....	9
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1. Área de Estudo.....	13
3.2. Caracterização da Área de Estudo .....	13
3.3. Coleta e Processamento de Amostras .....	22
3.3.1. Textura.....	23
3.3.2. Estoque de serapilheira.....	23
3.3.3. Fracionamento físico da matéria orgânica do solo .....	23
3.3.4. Sistema radicular .....	23
3.3.5. Estabilidade dos agregados.....	24
3.5. Análise de Dados .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
4.1. Efeito do Tamanho dos Fragmentos .....	26
4.1.1. Textura.....	26
4.1.2. Estoque serapilheira.....	27
4.1.3. Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo.....	30
4.1.4. Sistema radicular .....	31
4.1.5. Agregação do solo .....	32
4.2. Influência do Uso do Solo no Entorno dos Fragmentos .....	34
4.2.1. Textura.....	35
4.2.2. Estoque de serapilheira.....	36
4.2.3. Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo.....	38
4.2.4. Sistema radicular .....	38
4.2.5. Agregação no solo .....	39
4.3. Análise Sistemática dos Dados.....	41
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é constituída por um conjunto de ecossistemas, tendo uma grande variedade de habitats e conseqüentemente uma elevada biodiversidade. Abriga um importante número de espécies endêmicas, sendo considerada uma área prioritária para conservação (SCHÄFFER & PROCHNOW, 2002). Em levantamento recente (período de 2010 a 2011) realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), divulgaram que restam apenas 7,9 % de fragmentos florestais acima de 100 ha, representativos para a conservação da biodiversidade e considerando os fragmentos pequenos (acima de 3 ha) o índice é de 13,32 % (SOS Mata Atlântica/INPE, 2013).

Este mesmo bioma abriga 70 % da população nacional, o que deixa clara a importância de políticas públicas que compatibilizem sua conservação e as demandas produtivas, permitindo uma gestão racional dos recursos naturais. Entre as políticas existentes, o Código Florestal (lei 4.771/65 de 15 de Setembro de 1965) possui destacada importância na gestão dos remanescentes de vegetação nativa e na garantia de uma paisagem multifuncional sustentável. Entretanto, o mencionado código vem sendo alterado sem que sejam consideradas as peculiaridades de cada bioma e a influência diferenciada dos múltiplos usos do solo no entorno dos fragmentos, muitas vezes ampliando os impactos gerados pela agropecuária e comprometendo a vitalidade dos fragmentos de mata.

O estudo realizado por Metzger (2010) ressalta que as pesquisas científicas têm embasamento para sustentar o Código florestal e em alguns casos evidenciam a necessidade de expansão de áreas de conservação. Este estudo também demonstra que as alterações deste Código, podem trazer graves prejuízos ao patrimônio biológico e genético brasileiro. Provavelmente tais prejuízos possam ser mais severos sobre biomas mais fragilizados, como a Mata Atlântica.

Neste bioma, as paisagens encontram-se intensamente modificadas pela ação antrópica, formando um mosaico de remanescentes entremeados por uma matriz fortemente antropizada. Grande parte dos fragmentos são pequenos e isolados, aumentando a fragilidade dos mesmos. Apesar dessa realidade poucos são os estudos que consideram a intensidade do uso do solo sobre remanescentes florestais.

Remanescentes florestais pequenos tendem a abrigar um menor número de espécies e indivíduos, tornando-os mais dependentes de fragmentos vizinhos para a manutenção da diversidade de suas populações e mais vulneráveis aos efeitos decorrentes da fragmentação de habitat, como o efeito de borda, distância entre fragmentos e o uso do solo na vizinhança. Já fragmentos grandes possuem maior diversidade de espécies, maior número de indivíduos e habitats diversificados, apresentando maior resiliência, o que permite a manutenção dos seus processos ecológicos (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

O efeito de borda se caracteriza pelo aumento da incidência de luz e vento na borda dos fragmentos, formando um microclima diferenciado nesta parte dos remanescentes. Essas modificações abióticas desencadeiam alterações no processo sucessional privilegiando espécies pioneiras e restringindo o estabelecimento de secundárias tardias. Em fragmentos pequenos, a área de borda avança em relação ao interior do fragmento, muitas vezes alcançando toda a sua área. A maior intensidade do manejo adotado (grande uso de maquinário e insumos) amplia o isolamento entre os fragmentos e aumenta o efeito de borda,

gerando forte erosão de espécies, comprometendo a qualidade dos remanescentes florestais e possivelmente, sua capacidade de proteção do solo.

Desta forma, torna-se de grande relevância para o aprimoramento das políticas públicas existentes a produção de informações que permitam o entendimento dos processos ecológicos no mosaico da paisagem, possibilitando análises e processos decisórios mais robustos.

O objetivo deste trabalho é avaliar características da agregação do solo em fragmentos florestais com diferentes tamanhos e adjacentes a usos do solo com distintas formas de manejo, tendo como base as seguintes hipóteses: 1) Áreas de mata com menor tamanho desempenham menor proteção do solo, uma vez que o efeito de tamanho retarda o processo sucessional, influenciando sobre características da agregação do solo; e 2) O uso intensivo no entorno de fragmentos florestais retarda o processo sucessional, influenciando as características da agregação e desempenhando menor proteção do solo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Fragmentação da Mata Atlântica**

A Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta, ocupava uma área equivalente a 15% do território nacional (DOSSIÊ MATA ATLÂNTICA, 2001). Entretanto, com a intensa exploração desordenada desde a chegada dos portugueses, a cobertura de mata foi reduzida drasticamente.

Segundo Ribeiro et al. (2009) restam apenas 11,4 % da área de Mata Atlântica, sendo na maior parte representada por fragmentos menores que 50 ha, assim estando mais vulnerável a degradação, por conta da fragilidade de fragmentos pequenos. Em levantamento recente (período de 2010 a 2011) realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), divulgaram que restam apenas 7,9 % de fragmentos florestais acima de 100 ha, representativos para a conservação da biodiversidade e considerando os fragmentos pequenos (acima de 3 ha) o índice é de 13,32 % (SOS Mata Atlântica/INPE, 2013). Portanto é um dos biomas que mais vem sofrendo com o processo de fragmentação de habitat (SILVA, 2002).

Atualmente a Mata Atlântica é formada por fragmentos de mata descontínuos com diferentes tamanhos e isolados de outros remanescentes, em maior ou menor grau (VIDAL, 2007), formando um mosaico. Segundo Metzger (2001) o mosaico é considerado um conjunto de habitats que pode oferecer condições mais ou menos favoráveis para uma determinada espécie ou comunidade.

A maioria destes fragmentos é de tamanho pequeno, e a sua estrutura acaba interferindo nos fluxos biológicos, influenciando a dinâmica populacional e conseqüentemente a composição e a diversidade de espécies (ALMEIDA et al., 2010). O aumento da conectividade entre os fragmentos é essencial para manter o seu processo sucessional e os processos ecológicos voltados à conservação, principalmente os fragmentos menores, que são mais vulneráveis (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

As alterações ocorridas no Código Florestal, reduzindo área de proteção remanescente e flexibilizando o manejo da reserva legal tem mobilizado diversos pesquisadores. Metzger (2010) e Galetti et al. (2010) destacam que as informações científicas atuais tem embasamento para sustentar o Código florestal, como medida para prevenir que os biomas brasileiros atinjam níveis de funcionamento e perda de diversidade biológica irreversíveis. Com isso torna-se importante a busca por informações que permitam o entendimento dos processos ecológicos no mosaico da paisagem.

### **2.2. Efeitos e Consequências da Fragmentação**

Tanto os distúrbios causados pelo homem como os provocados pela natureza podem alterar a vegetação estrutural em paisagens modificadas (FISCHER & LINDENMAYER, 2007). Entretanto as alterações nas paisagens naturais promovidas pelo homem são maiores do que a da dinâmica de perturbação natural dos ecossistemas (TABARELLI & GASCON, 2005).

Tem sido demonstrado que a estrutura da paisagem afeta animais e vegetais em relação a dispersão para a colonização, padrões de movimentação e fluxo gênico (KUPFER et al., 2006). Segundo Laurance & Vasconcelos (2009) os principais fatores ligados a estrutura da paisagem que comprometem as populações fragmentadas, são efeitos de área, de isolamento,

de borda e o tipo de matriz. Estes autores evidenciam que fragmentos pequenos geralmente têm um menor número de espécies e de variedades de habitats do que fragmentos grandes.

Os efeitos de área são relacionados a mudanças ecológicas que ocorrem em função do isolamento do fragmento e a magnitude destes efeitos são inversamente proporcionais a área do remanescente (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Hill & Curran (2003) destacam a importância do tamanho da área florestal na conservação, pois estes verificaram em seus estudos que fragmentos maiores além de terem maior número de espécies de árvores, também têm maior proporção de espécies de árvores raras.

Chabrerie et al. (2013) encontraram correlação positiva entre idade da borda e tamanho do fragmento, em que os autores sugeriram que fragmentos maiores e com bordas mais antigas, podem manter suas bordas abastecidas com mais diásporos de espécies florestais especialistas que fragmentos menores e com bordas mais jovens.

Em estudo realizado por Pardini et al. (2010), em paisagens com diferentes níveis de cobertura vegetal (50 %, 30 % e 10 %), os autores verificaram que na paisagem de cobertura florestal intermediária (30 %) não foi observado efeito do tamanho sobre espécies generalistas, entretanto, foi verificado um forte efeito positivo sobre a abundância e riqueza de espécies florestais especialistas. Este efeito pode se tornar mais acentuado dependendo do isolamento do fragmento, pois os fragmentos menores são mais dependentes de aporte de diásporos de outros fragmentos ou da mata contínua.

Os efeitos de isolamento são relativos ao deslocamento de animais entre remanescentes ou entre remanescentes e mata contínua, assim quanto mais próximos, maior é a chance de chegada de imigrantes (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Kupfer et al. (2006) ressaltam que tais efeitos podem afetar as interações entre espécies, pois espécies que podiam interagir em um contíguo de área, podem já não ser aptas a fazer isso, por causa do isolamento. Esses mesmos autores destacam que, em um grupo de espécie que interage em uma dada configuração espacial, o grau de isolamento vai variar também de acordo com a mobilidade da espécie, podendo alguns indivíduos estarem em um fragmento sem um predador primário ou concorrente, que provavelmente impactará as relações ecológicas.

Segundo Kupfer et al. (2006) o processo de fragmentação florestal resulta em três distintas mudanças no padrão do ecossistema florestal: redução da área florestal, aumento do isolamento de fragmentos, e assim acarretando a criação de extremidades, onde o remanescente florestal apresenta ecossistemas modificados. Segundo os autores cada uma destas mudanças influencia inúmeras comunidades, populações e processos do ecossistema, que podem afetar a biodiversidade.

Os efeitos de borda são relativos a gradientes diferenciados de mudanças físicas e bióticas que se iniciam na borda de remanescentes florestais a partir do limite entre a mata e áreas antropizadas. Em geral ocorrem em matas fragmentadas pela ação antrópica, cujo entorno dos fragmentos são ocupados com pastagens, agricultura ou matas de crescimento secundário (MURCIA, 1995; NASCIMENTO & LAURANCE, 2006). Com a fragmentação há um aumento do efeito de borda, resultando em mudanças microclimáticas que tem reflexo sobre a estrutura da paisagem, alterando a dinâmica das espécies na borda dos remanescentes (TABARELLI & LOPES, 2008).

As principais alterações no microclima são o aumento da temperatura do ar, aumento da intensidade dos ventos, diminuição da umidade do ar e do solo (SIQUEIRA et al., 2004) e aumento da luminosidade (MURCIA, 1995). A partir disso ocorrem modificações na dinâmica de espécies na borda (MURCIA, 1995; GASCON et al., 2000), tais como o aumento

das taxas de mortalidade de árvores na proximidade da borda (LAURANCE et al., 2001) e aumento na densidade de árvores e arvoretas de espécies pioneiras na borda dos remanescentes florestais (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006). As consequências destas mudanças podem refletir na interface solo-planta, podendo gerar alterações na estrutura do solo.

Contudo este efeito pode se tornar mais pronunciado dependendo da intensidade de uso do solo no entorno dos fragmentos (CHABRERIE et al., 2013). Uma vez que espécies generalistas que teriam papel funcional em alguns processos-chaves também podem sofrer com a intensificação do uso do entorno, minando a resiliência do fragmento.

Segundo Gascon et al. (1999) a matriz, uso do solo dominante na paisagem, irá determinar a permeabilidade da passagem de animais, ou seja, ela vai ditar o quanto há de ligação entre um fragmento e outro ou entre um fragmento e mata contínua. Laurance & Vasconcelos (2009) ressaltaram que a matriz tem grande influência sobre o grau em que a população de um fragmento se relaciona geneticamente e demograficamente com outras populações.

A redução da conectividade entre fragmentos compromete o fluxo gênico entre os mesmos, impossibilitando ou dificultando os fragmentos de constituírem uma metapopulação, assim aumentando os níveis de endogamia e dos efeitos de deriva genética, ocasionando redução da variabilidade genética, sendo esta cumulativa (ROGALSKI et al., 2003). Desta forma torna-se relevante o planejamento da paisagem de forma a contemplar a conservação dos fragmentos florestais e as demandas produtivas.

Dependendo da intensidade de manejo, o uso do solo no entorno dos fragmentos florestais pode ser um agravante para os efeitos anteriormente citados. Segundo Donald & Evans (2006) o impacto da agricultura sobre a biodiversidade ocorre de duas formas, primeiro através do desmatamento para formação de novas áreas agrícolas, ampliando a fragmentação de habitat e a segunda impulsora do declínio da biodiversidade é a intensificação dos sistemas agrícolas existentes.

Em estudo realizado por Chabrerie et al. (2013), foram avaliadas distintas intensidades de manejo do solo na vizinhança de fragmentos florestais, em que os resultados destacaram o impacto da intensidade de manejo do solo na vizinhança sobre a riqueza e composição de espécies na borda. Neste estudo os autores verificaram que quando a intensidade do uso da terra na vizinhança aumenta, ocorre redução na riqueza de espécies e modificações na composição de espécies vegetais na borda dos remanescentes.

Uzêda et al. (2011) avaliando fragmentos de diferentes tamanhos e tipos de uso do solo no entorno, na Bacia Guapi-Macacu (RJ), observaram uma correlação negativa entre tamanho e dominância relativa das espécies secundárias tardias, provavelmente pela ação do efeito de borda sobre remanescentes de menor porte, comprometendo a diversidade florística e funcional encontradas. No mesmo trabalho os autores encontraram uma relação negativa entre indivíduos de espécies secundárias tardias e a proporção do perímetro do fragmento que faz limite com áreas agrícolas, ou seja, o número de indivíduos desse estágio sucessional é menos expressivo quanto maior a área limítrofe com o uso agrícola do solo.

Pardini et al. (2010) destacam em seu trabalho, que a oportunidade de melhorar a biodiversidade através da gestão local e a restauração da vegetação nativa são maiores em níveis intermediários de cobertura de vegetação, semelhante ao da área em estudo (FIDALGO et al., 2008), pois nestes níveis há maior possibilidade de colonização natural.

Assim o manejo da matriz pode se tornar uma oportunidade de mitigação dos efeitos anteriormente discutidos, podendo se tornar uma aliada na conservação dos fragmentos, através de usos do solo que possam permitir maior permeabilidade entre os remanescentes,

reduzindo o isolamento dos mesmos. Aspectos relativos aos agravantes da intensificação dos sistemas produtivos são ignorados nos fóruns acadêmicos e de gestão ainda que sejam de grande importância nos processos de tomadas de decisão.

Nos tópicos a seguir serão debatidos a respeito de parâmetros que podem avaliar possíveis efeitos de vizinhança e de tamanho, sobre características da agregação do solo.

### **2.3. Estoque de Serapilheira**

Concomitantemente com os efeitos da fragmentação sobre as populações dos fragmentos (MURCIA, 1995; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009), a deposição de material orgânico varia em escala temporal e espacial, da composição e abundância das espécies existentes na borda e no interior dos remanescentes (GOMES et al., 2010). Segundo Espig et al. (2009) a serapilheira é composta por material vegetal da parte aérea das plantas como folhas, frutos, sementes, flores, galhos e cascas, sendo que a fração folha representa a maior parte.

O acúmulo de material orgânico varia de acordo com a origem, espécie, cobertura florestal, estágio sucessional, idade, época de coleta, tipo de floresta, local, condições edafoclimáticas e regime hídrico (CALDEIRA et al., 2008). Estes mesmos autores obtiveram resultados em que o maior acúmulo de serapilheira foi observado no verão, independente do estágio sucessional, em Floresta Ombrófila Densa, no município de Blumenau/SC.

Portela & Santos (2007) realizaram estudos em fragmentos de Mata Atlântica de diferentes tamanhos: um fragmento grande (9400 ha) no município de Cotia e três pequenos (14, 18 e 30 ha) em Ibiúna/SP. Os autores observaram maior queda de serapilheira na estação seca, sendo esta variação temporal correlacionada com a quantidade de chuva, ocorrendo queda contínua e de intensidade variável, com o máximo de queda no final da estação seca, como ocorre nas florestas tropicais sazonais no mundo. Neste mesmo trabalho os autores encontraram maior quantidade de serapilheira produzida no fragmento grande em comparação aos fragmentos pequenos.

Em estudo realizado por Gomes et al. (2010), com diferentes tamanhos de fragmentos, foi observado que no fragmento menor verificou-se a maior contribuição de fração foliar, provavelmente pela maior exposição a possíveis efeitos de borda. Menezes et al. (2010) verificaram que as frações folhas e material reprodutivo tenderam a diminuir e as frações ramos e outros a aumentar com o avançar dos estágios sucessionais.

Portela & Santos (2007) sugerem que o efeito de borda sobre a produção de serapilheira não segue um padrão, podendo depender de inúmeros fatores, como tipo de floresta, histórico da fragmentação, tamanho, grau de isolamento dos fragmentos e tipo de matriz circundante, entre outros.

Em estudo realizado por Didham (1998) na Amazônia Central, avaliando a taxa de decomposição de serapilheira do centro do fragmento até a borda, foi observado aumento significativo da velocidade de decomposição em direção à borda em fragmentos de mata com 100 ha, contrastando com os resultados encontrados para floresta contínua. No mesmo trabalho o autor verificou menor taxa de decomposição da serapilheira no centro de fragmentos de 1 ha, enquanto nos fragmentos de 10 ha, 100 ha e floresta contínua, apresentaram taxas aproximadamente semelhantes.

A serapilheira é considerada a principal via de aporte de carbono orgânico para o solo (CALDEIRA et al., 2008). Quanto maior o aporte de material vegetal, maior é o estoque de matéria orgânica (SANTOS et al., 2011), o que contribui para a estabilização dos agregados no solo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Tisdall & Oades (1982) evidenciaram a

influência da matéria orgânica sobre a formação e estabilização dos agregados pelas ligações de polímeros orgânicos com a superfície inorgânica por meio de cátions polivalentes. Segundo Wohlenberg et al. (2004) a ação da matéria orgânica sobre a agregação é um processo dinâmico, assim é necessário o aporte contínuo de material orgânico para manter a estrutura adequada ao desenvolvimento vegetal.

Em trabalho realizado por An et al. (2010), foi observado maior conteúdo de carbono orgânico em solo sob floresta nativa e em quatro comunidades de plantas diferentes de floresta plantada, quando comparado com terra em pousio, cultivada e solo descoberto. No mesmo estudo, resultados de estabilidade de agregados foram semelhantes ao de carbono, onde os autores ressaltam a relevância do carbono orgânico sobre a estabilidade de agregados, através das ligações entre as partículas de argila. Desta forma a avaliação do aporte de serapilheira pode ser importante para o entendimento da dinâmica de carbono do solo e conseqüentemente a dinâmica de agregação do solo.

#### **2.4. Fração Leve Livre (FLL) da Matéria Orgânica do Solo**

A fração leve livre (FLL), que é extraída através do fracionamento físico da matéria orgânica do solo (MOS), é a fração da MOS que vem demonstrando maior sensibilidade a modificações (PINHEIRO et al., 2004; PINHEIRO, 2007; RANGEL et al., 2007). A fração leve pode estar entre os agregados, que compreende a FLL ou estar no interior dos agregados, denominada fração leve oclusa (PINHEIRO, 2007; FREIXO et al., 2002). Esta fração é derivada de resíduos de plantas, raízes e hifas, que possuem estruturas celulares reconhecíveis (FRAZÃO et al., 2010), sendo uma fração da MOS sensível a entrada de serapilheira e tem variabilidade espacial e sazonal, especialmente em solos de florestas (FREIXO et al., 2000; PINHEIRO, 2007). A quantidade de FLL no solo pode variar dependendo da qualidade da serapilheira aportada. Bochner et al. (2008) observaram que os menores valores de suberina e maiores de N na serapilheira favoreceram uma aceleração na decomposição, conferindo menores valores de FLL.

A matéria orgânica do solo (MOS) é o resultado da deposição de resíduos de origem animal e vegetal. Segundo Theng et al. (1989) esta pode ser matéria orgânica viva ou matéria orgânica morta. Estes mesmos autores, citam que o componente vivo raramente ultrapassa 4% do C orgânico total, e pode ser subdividido em três compartimentos: raízes (5-10%), fauna (15-30%) e microrganismos (60-80%).

O componente morto constitui no máximo 98 % do C orgânico total do solo, podendo ser subdividido em matéria macrorrgânica ou fração leve e húmus (THENG et al., 1989). Algumas substâncias liberadas com a decomposição do componente morto servem como “cimento” na formação dos agregados do solo, melhorando as características físicas, como a porosidade, permeabilidade e retenção de água (LEPSCH, 2002). Dentre essas substâncias se destacam as substâncias húmicas (TISDALL & OADES, 1982). As moléculas orgânicas, além de agirem nas etapas de formação e estabilização dos agregados, também são fonte de energia e nutrientes para microrganismos, que tem grande relevância como agentes de agregação (DUFRANC et al., 2004; WOHLLENBERG et al., 2004; PINHEIRO, 2002).

Segundo Six et al. (2002) a FLL é composta basicamente por resíduos vegetais parcialmente decompostos e é fortemente influenciada pela quantidade e qualidade de resíduo depositado no solo, assim Freixo et al. (2002) ressaltam que esta possui composição comparável a dos materiais vegetais. Segundo Lima et al. (2008) embora seu estoque seja bem menor que outras frações mais estáveis da MOS, ela constitui compartimento com rápida ciclagem e que pode favorecer a biota do solo, que por sua vez, auxilia nos processos de

agregação do solo.

Segundo Six & Jastrow (2002) a quantidade de matéria orgânica em um solo pode aumentar ou diminuir, dependendo de uma série de fatores, como clima, tipo de vegetação, disponibilidade de nutrientes, perturbações, uso da terra e práticas de manejo. Desta forma modificações na composição de espécies possivelmente irá refletir neste compartimento da MOS além de determinar a abundância e distribuição do sistema radicular, ambos aspectos determinantes na agregação do solo. Segundo Theng et al. (1989) apesar das raízes perfazerem a menor parte dos componentes vivos da MOS, estas através da sua distribuição podem ter mais influência nos processos do solo do que sua dimensão sugere.

## **2.5. Sistema Radicular**

A interação entre sistema radicular e o solo tem papel relevante na agregação. O processo de formação de agregados através do sistema radicular pode ocorrer mediado por cinco fatores como: penetração da raiz, agindo de forma mecânica, promovendo a aproximação das partículas primárias; modificação do regime hídrico próximo a raiz, com absorção de água pelas raízes ocorrendo o secamento na região ao redor das raízes, promovendo aumento na força de coesão entre as partículas primárias do solo; exsudação da raiz; decomposição de raízes mortas e embaraço das raízes (SILVA & MIELNICZUK, 1997; SIX et al., 2004; ZONTA et al., 2006).

A exsudação de carboidratos pelas raízes é fonte de C lábil para microrganismos, que aumentam sua atividade e produção de polissacarídeos que estabilizam agregados (SILVA & MIELNICZUK, 1997; SIX et al., 2004). Segundo Deneff & Six (2005) o crescimento de raízes e o aporte de resíduos frescos de planta intensificam a atividade microbiana e aumentam a estabilidade de macroagregados. As raízes também podem influenciar indiretamente a agregação, através das alterações nas comunidades microbianas (MOREL et al., 1991). Os microrganismos apresentam um efeito adesivo sobre as partículas do solo, através de polissacarídeos extracelulares provindos de hifas e de bactérias, que reduzem a destruição de agregados por aumentar sua resistência ao umedecimento (GUGGENBERGER et al., 1999)

Segundo León-González et al. (2007) em solos arenosos as raízes são o fator principal para a formação de agregados. Segundo os autores os dois mecanismos responsáveis para formação de agregados pelas raízes são: a adesão do solo as raízes e a alta densidade destas com tamanhos diferentes que favorecem a porosidade. Estudos realizados com gramíneas perenes, com sistema radicular abundante, evidenciaram a grande influência que as raízes exercem sobre a formação e estabilidade de agregados do solo (SILVA & MIELNICZUK, 1997; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011).

Reid & Goss (1982) observaram em seu trabalho com milho, que quando a água no solo está em um potencial relativamente elevado por um longo tempo, polissacarídeos podem ser degradados em detrimento da estabilidade de agregados na rizosfera, mesmo quando o solo é seco posteriormente.

Segundo Wohlenberg et al. (2004) a matéria orgânica e o crescimento do sistema radicular são os principais fatores responsáveis pela formação de agregados maiores. De acordo com as diferenças nas espécies vegetais de cobertura, podem ocorrer variações propriedades físicas do solo (SILVA et al, 2008). Estas diferenças podem estar ligadas com a qualidade do material orgânico sintetizado pelas raízes das diferentes espécies ou na configuração das raízes, principalmente em relação à proporção de raízes laterais (REID & GOSS, 1982; BASSO & REINERT, 1998). Theng et al. (1989) ressaltam que apesar das raízes contribuírem com a menor parte do C orgânico da matéria orgânica viva, estas tem

grande influência sobre os processos do solo. Portanto, provavelmente diferenças na composição florística de uma mata podem ter reflexos na distribuição de raízes.

Burri et al. (2009) avaliando três áreas de deslizamento de terra na Suíça, a primeira controle, com vegetação pioneira esparsa e com medidas técnicas de estabilização a 25 anos, um sítio de revegetação com medidas de estabilização técnicas e biológicas com mesma idade e uma floresta clímax. Os autores obtiveram resultados semelhantes de densidade de comprimento radicular na floresta clímax e na área de revegetação na profundidade de 0-10 cm. No entanto, na profundidade de 10-20 cm para a floresta clímax foram observados valores significativamente maiores de comprimento de radicular. Neste mesmo estudo foi observado maior grau de ectomicorrização na floresta clímax e na profundidade de 0-10 cm foi observado maior estabilidade de agregados.

Estudos têm mostrado que a biomassa de raízes finas pode variar de acordo com uma série de fatores como tipo de floresta, área basal, idade, espécie arbórea, precipitação, altitude e fertilidade (VOGT et al., 1996; FINÉR et al., 2007; FINÉR et al., 2011). Alguns autores salientam também que uma maior disponibilidade de nutrientes implica em menor quantidade de biomassa de raízes finas (VOGT et al., 1996; FINÉR et al., 2007). A disponibilidade de nutrientes dispensa o investimento energético da planta em emissão de raízes.

As diferenças na estrutura da floresta, fitossociologia e composição de espécies também determinam diferenças na distribuição de raízes finas (FINÉR et al., 2007). Segundo Leuschner et al. (2007) variações na biomassa de raízes finas pode ser em parte reflexo das diferenças da composição de espécies e/ou condições ambientais da floresta. Pesquisas indicam que a biomassa de raízes finas pode estar relacionada com área basal (FINÉR et al., 2007; FINÉR et al., 2011). Com isso modificações na sucessão de espécies, como ocorre através do efeito de borda (MURCIA, 1995), podem conferir alterações na distribuição de raízes no perfil do solo. As modificações mencionadas estão relacionadas à menor abundância de espécies secundárias tardias, que normalmente possuem maior área basal.

Menezes et al. (2010) em estudo avaliando fragmentos florestais em três estágios sucessionais (inicial, médio e avançado), verificaram maior biomassa de raízes finas na área com estágio sucessional avançado e menor na área em estágio sucessional inicial. Mendes et al. (2006) analisando indicadores físicos para avaliar a qualidade de áreas impactadas (natural, não degradada e degradada, em recuperação), obteve resultados em que o crescimento radicular, diâmetro médio dos agregados e diâmetro médio geométrico foram os que melhor descrevem as áreas estudadas, o que indica oportunidade de uso dessas variáveis na avaliação da qualidade do solo.

Contudo Frante Jr. et al. (1999) em estudos com raízes e suas interações com o solo, ressaltaram que o método de quantificação é o principal fator limitante. Neste mesmo trabalho os autores obtiveram resultados, em que o método de processamento de imagem, mostrou-se bastante satisfatório em comparação a outros métodos utilizados.

Desta forma a avaliação da distribuição do sistema radicular no perfil do solo, pode responder quanto aos efeitos dos diferentes tamanhos e intensidade de usos do solo no entorno dos fragmentos florestais, além de permitir o entendimento do processo de formação e estabilização dos agregados do solo, como já foi evidenciado na literatura (SIX et al., 2004).

## **2.6. Agregação do Solo**

A formação e estabilização dos agregados acontecem mediadas pela interação de processos físicos, químicos e biológicos, esses atuam com mecanismos próprios, através dos agentes da agregação e estabilização envolvidos (SIX et al., 2004; KATO et al., 2010).

Segundo Wohlenberg et al. (2004) a distribuição de agregados por classe de tamanho e o diâmetro médio geométrico são suscetíveis a variações, decorrentes da interação contínua e concomitante de fatores físicos, químicos e biológicos.

A formação dos agregados inicia-se com a união das partículas individuais, que se unem formando microagregados ( $< 0,250$  mm), originados principalmente por processos físico-químicos, como floculação, adsorção, interação química (troca de ligantes) e física (atração eletrostática), tendo a matéria orgânica humificada e os minerais da fração argila como os principais componentes responsáveis pela sua estabilidade e posteriormente os microagregados se juntam, através da ação aglutinadora de raízes e fungos, ocorrendo a formação dos macroagregados ( $> 0,250$  mm) (EDWARDS & BREMNER, 1967; TISDALL & OADES, 1982; BRAIDA et al., 2011). Portanto, os macroagregados são de natureza biológica, dependendo da adição constante de resíduos vegetais para manter sua estabilidade (TISDALL & OADES, 1982; SILVA & MIELNICZUK, 1997).

Contudo, o processo de formação dos agregados ocorre em duas etapas simultâneas ou não: a primeira etapa ocorre através dos ciclos de umedecimento e secagem, por meio da ação de raízes (SIX et al., 2004; ZONTA et al., 2006), de hifas de fungos (WILSON et al., 2009), ou pela ação eletrostática das partículas do solo; a segunda etapa ocorre através de agentes cimentantes que estabilizam esta aproximação, como, argila, sílica coloidal, compostos orgânicos, metais polivalentes, carbonato de cálcio, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, exsudatos orgânicos, e substâncias orgânicas provenientes da ação de microrganismos (SILVA & MIELNICZUK, 1997).

Enquanto que em solos temperados as ligações são predominantemente física, envolvendo atração eletrostática, em solos tropicais, com predomínio de minerais de óxidos e hidróxidos de Fe e Al ocorre ligações químicas e troca de ligantes, o que torna a estabilidade dos complexos organominerais de solos tropicais oxídicos muito superior quando comparada a solos com mineralogia não oxídica (OADES et al., 1989).

Os cátions polivalentes, como Fe e Al, mais encontrados em solos ácidos, favorecem a agregação do solo através da formação de pontes entre os minerais ou argila e o carbono orgânico do solo. Dufranc et al. (2004) observaram em seu trabalho que o K mostrou-se mais associado a agregação do solo do que o Ca, no entanto o Fe foi o cátion que revelou maior eficiência na estabilização dos agregados. Agregados contendo argilas e óxidos ou hidróxidos de Fe e Al promovem a incorporação do carbono orgânico, favorecendo a estabilidade de agregados (BORIE et al., 2008).

Resultados encontrados por Castro Filho et al. (1998 e 2002) sugerem que o aumento no conteúdo de carbono orgânico promove melhorias na agregação do solo, obtendo-se maiores valores de Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e Diâmetro Médio Geométrico (DMG). Loss (2008) observou em seu trabalho com diferentes sistemas de produção orgânica, que os maiores valores de DMP ocorreram na profundidade de 0-5 cm, onde ocorre o maior aporte de resíduos orgânicos.

A estabilização de agregados através de polissacarídeos, provindo de hifas e bactérias, tem baixa durabilidade no solo, pois estes compostos serão consumidos por outros microrganismos, onde ao mesmo tempo aceleram a degradação das substâncias orgânicas, como os carboidratos em substâncias húmicas, que são mais estáveis no solo (DUFRANC et al., 2004). Substâncias húmicas são responsáveis por agregados mais estáveis (TISDALL & OADES, 1982). Conforme aumenta o tamanho dos macroagregados, reduz a importância dos polissacarídeos na estabilidade dos agregados e aumenta a importância de raízes finas e hifas de fungos (JASTROW & MILLER, 1998).

O estado de agregação está relacionado com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo a penetração, retenção e armazenamento de água (HEID et al., 2009). Segundo An et al. (2010) preservar uma elevada estabilidade de agregados do solo é necessário para manter a produtividade, minimizar a erosão e reduzir a poluição do meio ambiente. A ruptura da estrutura do solo ocasiona perda das condições favoráveis para o desenvolvimento vegetal e torna o solo mais suscetível a erosão hídrica (BASSO & REINERT, 1998).

A agregação do solo pode ser influenciada por uma série de fatores tais como mudanças na matéria orgânica do solo, teor de umidade, comunidade microbiana, tipo de lavoura, desenvolvimento radicular e manejo da lavoura (ALVARO-FUENTES et al., 2008). Assim o agregado é uma variável sensível a possíveis alterações que podem ocorrer na interface solo-planta.

Um dos componentes da biota do solo de grande relevância nos processos de estruturação do solo são os fungos micorrízicos, que influenciam a agregação através de processos biofísicos, bioquímicos e biológicos (RILLIG & MUMMEY, 2006). Segundo Wilson et al. (2009) quanto maior a abundância de fungos micorrízicos arbusculares no solo, maior a proporção de macroagregados. As hifas dos fungos promovem a união de microagregados, originando macroagregados, desta forma, contribuem para a formação de agregados maiores.

Além de atuar fisicamente, com a aproximação das partículas do solo, também influencia em processos químicos de ligação entre tais partículas, através de um dos constituintes da parede das hifas dos FMA (fungos micorrízicos arbusculares), que age como ligante orgânico, atuando no processo de cimentação das partículas, aumentando a agregação e a estabilidade dos agregados do solo (WRIGHT et al., 1996). Este componente é a glomalina, uma glicoproteína, insolúvel em água e imunorreativa, que se acumula no solo após o processo de decomposição das hifas (DRIVER et al., 2005).

Siddiky et al. (2012) isolaram a influencia das raízes e avaliaram efeitos de organismos do solo (fungos micorrízicos arbusculares e collembola) sobre a agregação. Os autores observaram que ambos os organismos avaliados podem contribuir independentemente para os processos de agregação do solo, provavelmente através de mecanismos parcialmente complementares.

Em estudo realizado por Velásquez et al. (2007) avaliando a origem dos agregados, chegaram a resultados, que mostram uma correlação significativa entre a agregação do solo e comunidades de macroinvertebrados. Segundo os autores a alta atividade biológica promovida pela macrofauna, favorece a estruturação do solo, portanto, a retenção de carbono e de água.

Segundo Silva et al. (2006) existe uma relação importante entre diversidade de espécies vegetais, e a diversidade dos grupos da macrofauna invertebrada do solo. Portanto ambientes perturbados e com menor diversidade funcional da flora poderão ter reflexos negativos sobre a diversidade da macrofauna de invertebrados do solo. Comprometendo a estrutura do solo nestes ambientes.

Segundo Flores et al. (2008) algumas características do solo como densidade, macroporosidade, teor de matéria orgânica e a estabilidade dos agregados são bons indicadores para representar mudanças que ocorrem no solo. Para Matos et al. (2008) e Ferreira et al. (2010) a maior quantidade de agregados estáveis em água indica melhorias na porosidade do solo, tendo como consequência menor suscetibilidade a erosão e maior infiltração, assim servindo como parâmetro para medir a qualidade do solo (NEVES et al., 2006). A preservação da qualidade do solo é essencial para estabilidade, sustentabilidade e

produtividade de ecossistemas naturais e de sistemas produtivos (SILVA et al, 2008). Com isso, em conjunto com outros atributos, pode-se usar a estabilidade dos agregados como um dos indicadores de qualidade de um ecossistema.

Portanto áreas de remanescentes florestais submetidas à maior impacto antrópico podem possuir solos mais vulneráveis a erosão, aspecto relevante a ser considerado em políticas públicas e na legislação que ordenam o uso dos recursos naturais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na Bacia Guapi-Macacu (RJ), onde a ação antrópica modificou os ecossistemas naturais, a partir de desmatamento, queimadas, retificação dos rios para aproveitamento do solo para agricultura e pecuária, assim como a ocupação urbana, sendo essas ações mais acentuadas nos últimos 60 anos. Esta interferência foi responsável diretamente pelo desaparecimento de brejos, pântanos e grande parte dos manguezais (DANTAS et al., 2007). O uso das terras atualmente apresenta predomínio de áreas de pastagem, seguido pela vegetação natural em estágio avançado de regeneração (floresta densa). As áreas agrícolas encontram-se nas margens dos rios principais e ao longo de rodovias em locais de fácil acesso que em geral são cultivadas oleráceas (PEDREIRA et al., 2009).

A Bacia do Guapi-Macacu é responsável pelo abastecimento de água dos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirm, Itaboraí, São Gonçalo e Niterói, além do uso para irrigação e piscicultura. Possui relevo desde os mais íngremes, as escarpas e reversos da Serra do Mar, seguidos de colinas e maciços costeiros tendo uma pequena área de tabuleiros costeiros e grandes áreas de planícies costeiras e modelados de acumulação fluvial (NEGREIROS et al., 2002).

A vegetação apresenta características típicas de Mata Atlântica (*sensu stricto*), formado por Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (VELOSO et al., 1991). O clima predominante na região é o tropical úmido. A precipitação varia entre 1300 a 2200 mm e a temperatura entre 14 e 27 °C, apresentando uma média de 21,1 °C (Projeto Macacu, 2011). Nas escarpas da serra do Mar, a precipitação média anual está acima de 2100 mm. Estas escarpas atuam como barreira às penetrações das massas de ar úmido provenientes do oceano em direção ao interior, originando chuvas orográficas (<http://www.cibg.rj.gov.br>, 2011).

#### 3.2. Caracterização da Área de Estudo

Foram selecionados seis fragmentos localizados na Bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (RJ) (Figura 1), sendo três com entorno de uso agrícola (rotação com culturas anuais, Figura 2) e três com entorno de uso com pecuária (pastagem, Figura 3).

Para seleção dos fragmentos foram adotados os critérios de estrutura da vegetação nativa (dada pela estratificação, porte das árvores e formas de vida), manejo e histórico de uso. Foram identificados e selecionados para o estudo fragmentos de estrutura similar e com dinâmicas de uso terra semelhantes no seu entorno nos últimos dez anos no que se refere aos sítios representativos de uso intensivo e extensivo das terras.

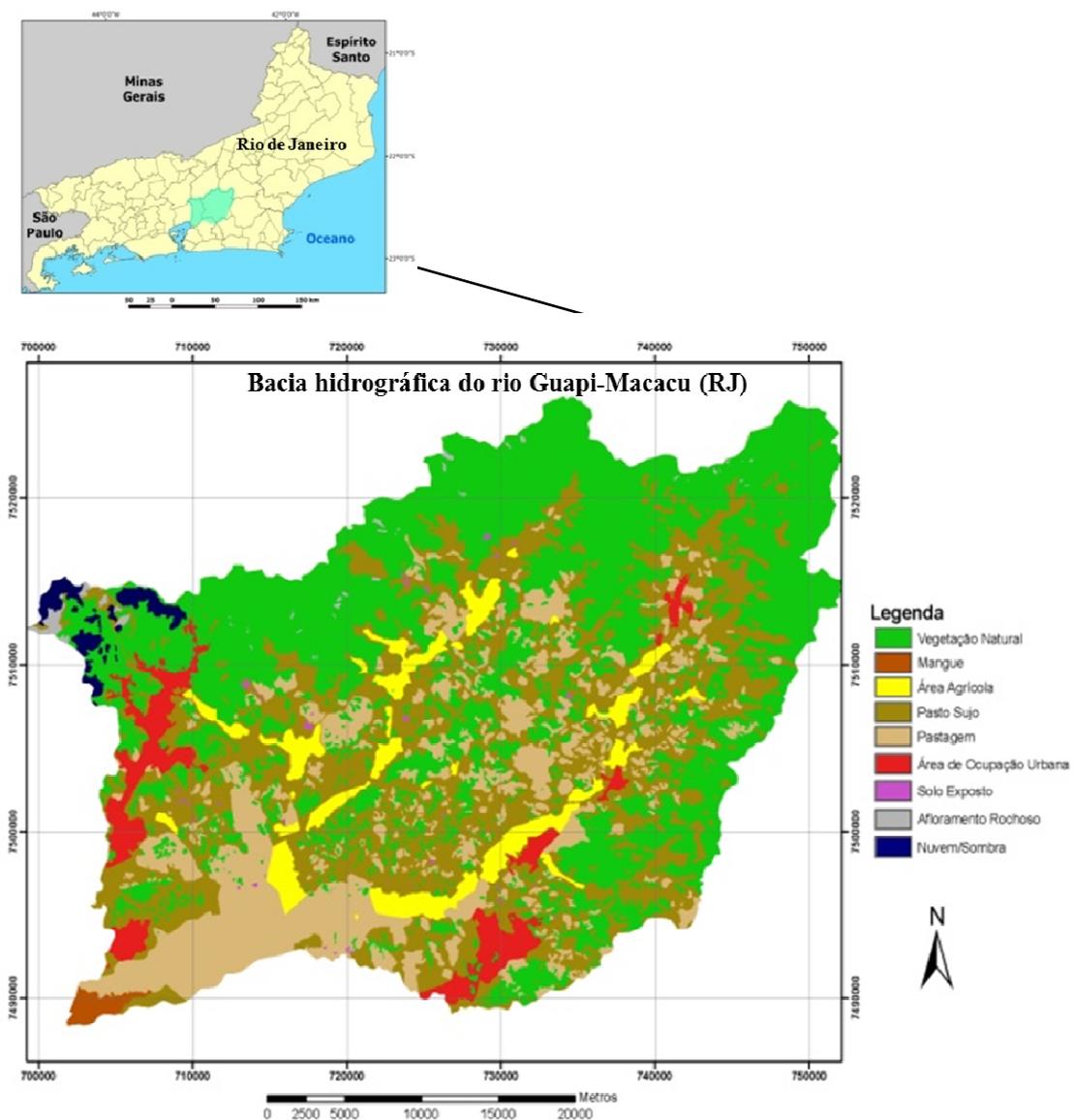
O uso agrícola, considerado nesse estudo como uso intensivo das terras, foi representado por áreas de cultivo de milho verde (*Zea mays*) rotacionado com o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), assim dependendo de revolvimento frequente do solo para o plantio das culturas e uso de insumos agroquímicos durante o ciclo anual de cultivo.

O cultivo do milho ocorre de forma escalonada, de maneira a ocorrerem dois ciclos de noventa dias da cultura ou, em caso de pequenas áreas a semeadura ocorre visando à colheita progressiva do produto. Em ambas as formas as áreas de cultivo de milho se mantêm ocupadas com a cultura entre novembro e junho. O plantio da cultura da mandioca se dá à medida que é retirada a cultura do milho, a partir do mês de maio, e nunca ocupa áreas

significativas da propriedade. Após a retirada dessa cultura, tem-se um novo plantio do milho que, por possuir ciclo de cultivo mais curto, representa garantia de renda ao produtor a maior parte do ano.

O preparo das áreas se caracteriza por aração seguida da gradagem. No cultivo do milho são adicionadas em média 2 toneladas de calcário por hectare e 60 kg/ha de adubo NPK do tipo 4/14/8. Alguns proprietários utilizam composto orgânico, aplicado em cobertura, como complemento a adubação química.

No geral, agrotóxicos são usados no controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), sendo comuns formulações de deltametrina (*Decis*). Alguns agricultores utilizam produtos à base de ditiocarbamato para controle preventivo de fungos e da lagarta-de-roscas (*Agrotis ipsilon*) responsável por cortar o milho na fase de pós-emergência. Para o plantio da mandioca, são feitas novamente as operações de preparo das terras (aração seguida de gradagem). Para esta cultura é aproveitado o efeito residual da adubação para o milho.



**Figura 1:** Mapa de localização e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (RJ) (FIDALGO et al., 2008).



**Figura 2:** Fotografia de fragmento florestal com agricultura no entorno, situado na bacia Guapi-Macacu - RJ (UZÊDA, 2008).



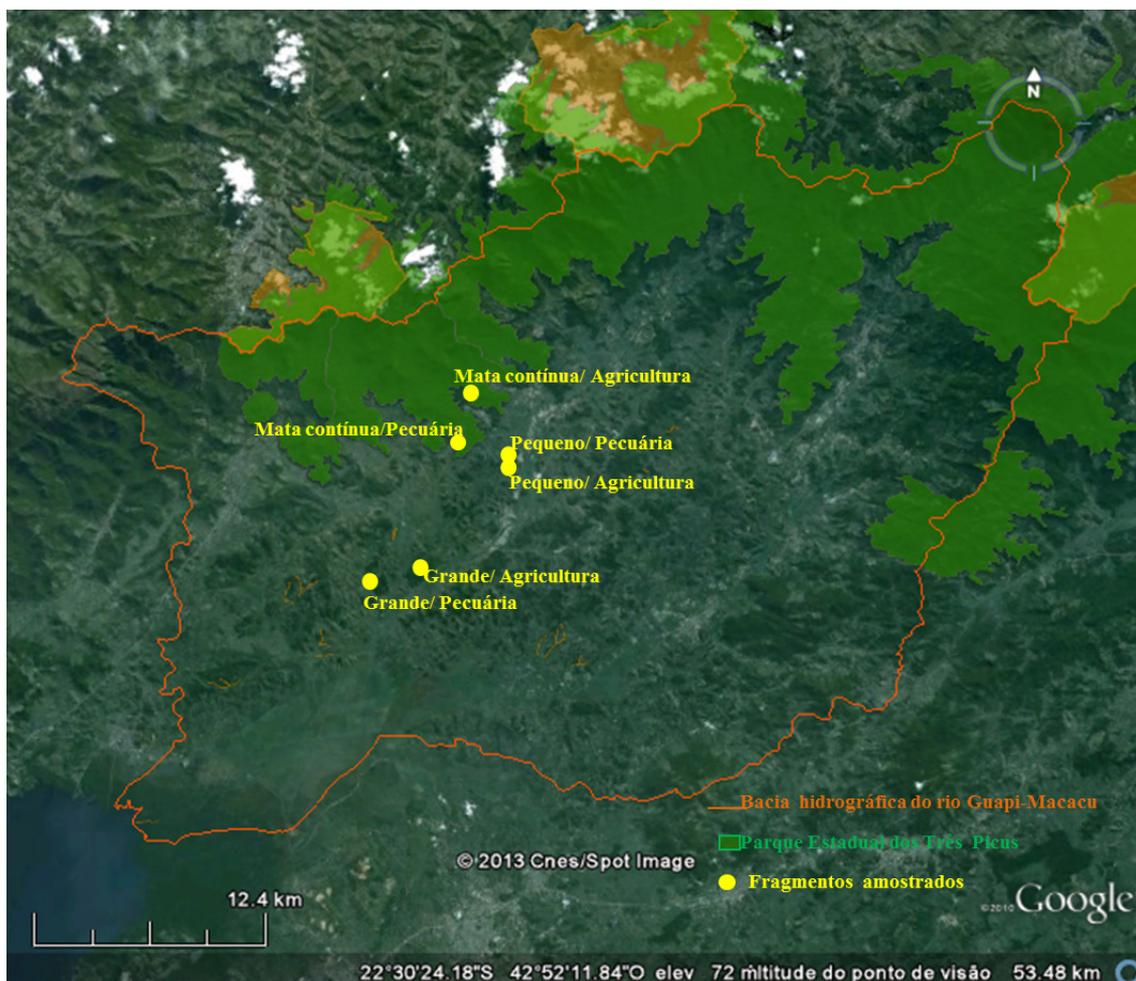
**Figura 3:** Fotografia de fragmento florestal com pecuária no entorno, situado na bacia Guapi-Macacu - RJ (UZÊDA, 2008).

As áreas com pastagem formada por (*Urochloa brizantha*) representam um sistema produtivo extensivo, com pastoreio rotacionado com a alternância periódica do rebanho para outras pastagens da propriedade. Estas áreas só foram adubadas na formação das pastagens e a

única atividade de manejo que ocorre regularmente é a limpeza através da roçagem e queima. A lotação é em média de 1 cabeça ha<sup>-1</sup>.

Para avaliar o efeito do uso das terras sobre as áreas de vegetação nativa foram adotados como referência os critérios descritos por Laurance et al. (2002), onde os autores estabelecem que a área antrópica do entorno deve ter extensão mínima de 100 m de comprimento e a mesma área de largura em contato com a borda do fragmento. Desta forma, foram selecionados 6 fragmentos, sendo 3 com entorno de uso agrícola (Agr) e 3 com uso pecuário (Pec), sempre com área de abrangência do entorno atendendo aos critérios mencionados. Em todos os fragmentos o agroecossistema termina em contato com o fragmento e têm entre 10 e 15 anos de uso contínuo, seguindo uma mesma rotina de manejo.

Quanto ao formato, os fragmentos selecionados apresentam padrão semelhante de exposição ao ambiente externo. Foram selecionados dois fragmentos de tamanho pequeno (Pq), dois de tamanho grande (Gr) e duas áreas de mata contínua inseridas no Parque Estadual dos Três Picos (MC). Três destas áreas de estudo estão com a vertente voltada para uso agrícola (Agr) e três com a vertente voltada para o uso pecuário (Pec), sendo agrupados em pares de acordo com o tamanho (Figura 4). Na tabela 1 os fragmentos são caracterizados quanto a sua localização, vertente, área, classe de solo e classe de textura.



**Figura 4:** Mapa de localização dos fragmentos (grandes e pequenos) e mata contínua, com diferentes usos do solo no entorno (agricultura e pecuária) na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu (RJ).

**Tabela 1:** Caracterização da paisagem com dados (localização, vertente, área, classe de solo e classe de textura), referentes aos fragmentos florestais avaliados na Bacia do Rio Guapi-Macacu (RJ).

<b>Fragmento pequeno/ Agricultura (Pq Agr)</b>				
<b>Localização:</b> 22 ° 31.333'S, 42 ° 50.121'W				
<b>Vertente:</b> Leste				
<b>Área:</b> 8,82 ha				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	18,49	Argilo arenosa	Argilo arenosa
<b>Núcleo:</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo	28,36	Argilosa	Argilosa
<b>Clareira:</b>	Câmbissolo Háplico	12,54	Argilosa	Argilosa
				
<b>Fragmento pequeno/ Pecuária (Pq Pec)</b>				
<b>Localização:</b> 22 ° 31.138'S, 42 ° 50.073'W				
<b>Vertente:</b> Oeste				
<b>Área:</b> 8,46 ha				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Câmbissolo Háplico	31,28	Franco argilosa	Franco argilosa
<b>Núcleo:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	24,67	Argilosa	Argilosa
<b>Clareira:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	8,58	Argilo arenosa	Argilosa
				
<b>Fragmento grande/ Agricultura (Gr Agr)</b>				
<b>Localização:</b> 22 ° 34.980'S, 42 ° 53.204'W				
<b>Vertente:</b> Sul				
<b>Área:</b> 168,12ha				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Câmbissolo Háplico	21,06	Argilosa	Argilosa
<b>Núcleo:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	17,22	Argilosa	Argilosa
<b>Clareira:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	9,44	Argilosa	Muito argilosa
				

**Tabela 1. Continuação**

<b>Fragmento grande/ Pecuária (Gr Pec)</b>				
<b>Localização:</b> 22° 34.967' S, 42° 51.859' W				
<b>Vertente:</b> Norte				
<b>Área:</b> 93,96 ha				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo	28,37	Franco-argilo-arenosa	Franco-argilo-arenosa
<b>Núcleo:</b>	Argissolo Vermelho-Amarelo	24,84	Franco-argilo-arenosa	Argilo-arenosa
<b>Clareira:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	15,84	Franco-argilo-arenosa	Argilo-arenosa
<b>Mata contínua/ Agricultura (MC Agr)</b>				
<b>Localização:</b> 22° 29.740' S, 42° 51.487' W				
<b>Vertente:</b> Leste				
<b>Área:</b> Não determinado				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Cambissolo Háplico	34,43	Franco-argilo-arenosa	Franco-argilo-arenosa
<b>Núcleo:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	27,69	Franco-argilo-arenosa	Franco-argilo-arenosa
<b>Clareira:</b>	Argissolo Amarelo	6,24	Franco-argilo-arenosa	Franco-argilo-arenosa
<b>Mata contínua/ Pecuária (MC Pec)</b>				
<b>Localização:</b> 22° 30.825' S, 42° 51.782' W				
<b>Vertente:</b> Sul				
<b>Área:</b> Não determinado				
	<b>Classe de Solo:</b>	<b>Declividade:</b>	<b>Classe textural</b>	
			<b>(0-10 cm)</b>	<b>(10-20 cm)</b>
<b>Borda:</b>	Latossolo Amarelo	28,94	Franco-argilo-arenosa	Franco-argilo-arenosa
<b>Núcleo:</b>	Latossolo Amarelo	19,21	Franco-argilo-arenosa	Argilo-arenosa
<b>Clareira:</b>	Latossolo Vermelho-Amarelo	15,69	Argilo-arenosa	Argilo-arenosa



Cada área estudada foi dividida em três ambientes, clareira, núcleo e borda (Figura 5), sendo caracterizados como:

a) clareira - parte do fragmento onde houve queda de árvores, provocando abertura do dossel devido a interferências naturais;

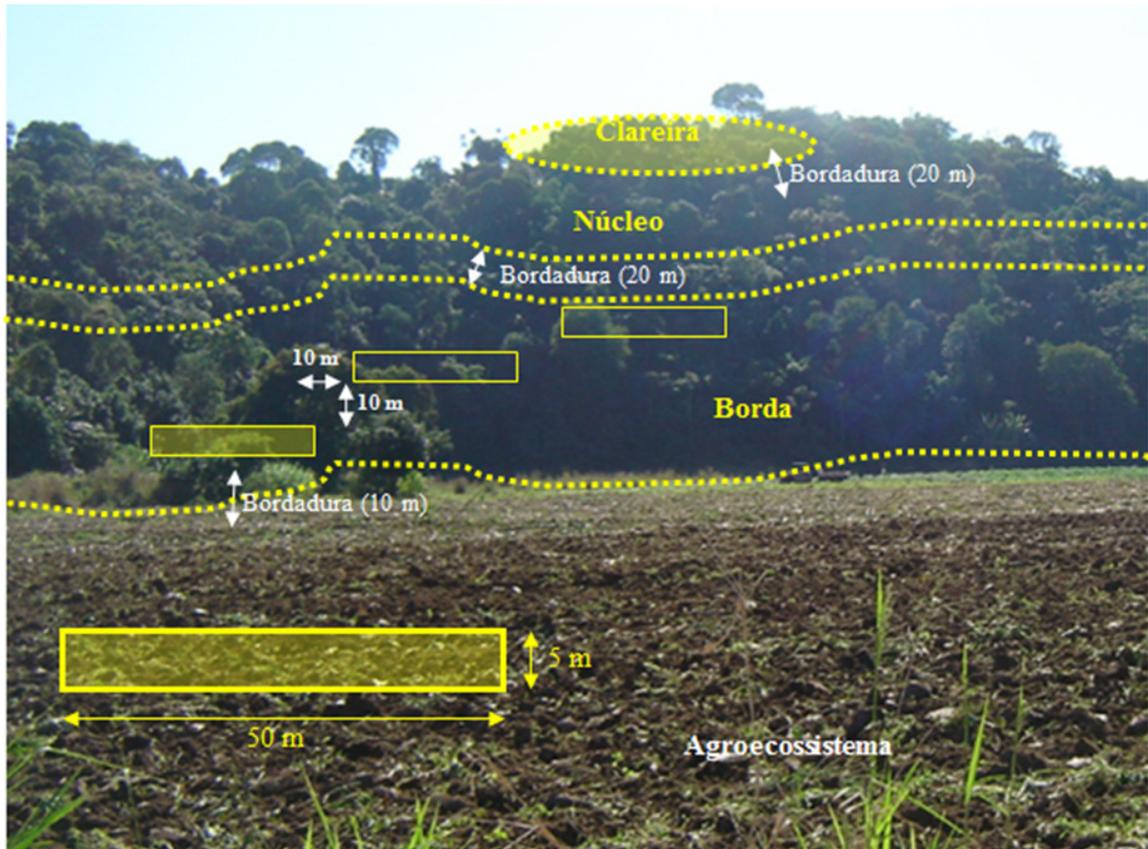
b) núcleo - parte mais preservada do fragmento, principalmente no que se refere aos reflexos do uso da terra no entorno;

c) borda - ambiente limítrofe do fragmento, sendo o ambiente mais próximo do sistema produtivo e que, portanto sofre forte influência antrópica.

Entre a área do sistema produtivo e a borda do fragmento utilizou-se uma bordadura de 10 m para dentro do fragmento. Os ambientes internos do fragmento foram definidos não só quanto ao nível de interferência do ambiente externo mais também quanto à dinâmica e padrão interno de cada um. Em uma tentativa de padronizar a área amostrada foi selecionada uma faixa de no mínimo 35 m dentro de cada um dos ambientes e reservada (onde foram coletadas as amostras) e uma distância de 20 m entre as mencionadas faixas, como uma bordadura entre diferentes ambientes. Dentro de cada ambiente foram alocadas três parcelas de 250 m<sup>2</sup> (50 x 5 m), cada uma desta distanciando 10 m a cima e 10 m para o lado da próxima parcela (Figura 5). Dentro de cada uma destas parcelas foram obtidas as amostras e foi realizado o levantamento florístico.

O levantamento florístico foi realizado de acordo com Uzêda et al. (2011), nas parcelas referidas, o que totaliza uma área caracterizada de 2.250 m<sup>2</sup> por fragmento. Nessas parcelas todos os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP) maiores ou iguais a 15 cm foram identificados e mensurados quanto ao seu CAP individualmente.

Os dados se encontram no banco de dados do MP6 (UZÊDA, 2008). Para esse estudo foram utilizados os atributos estruturais de densidade relativa (Dr), área basal (AB), dominância relativa (Dom) e valor de importância (VI) das categorias sucessionais pioneira (Pi), secundária inicial (Si) e secundária tardia (St) (Tabela 2).



**Figura 5:** Representação da divisão dos fragmentos de Mata Atlântica na bacia Guapi-Macacu (RJ) em ambientes de clareira, núcleo, borda e o entorno, que é o agroecossistema. Entre eles estão às respectivas bordaduras e dentro de cada ambiente estão alocadas as três parcelas, representada na figura no ambiente de borda.

Em cada parcela referida anteriormente foram coletadas amostras de solo e foram analisadas posteriormente segundo método de rotina Embrapa (1997). Estes dados se encontram no banco de dados do MP6 (UZÊDA, 2008). Neste estudo foram utilizados para caracterização: pH em água,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ , P,  $\text{K}^{+1}$  (Tabela 3).

**Tabela 2:** Densidade relativa (Dr), área basal (AB), dominância relativa (Dom) e valor de importância (VI) das categorias sucessionais pioneira (Pi), secundária inicial (Si) e secundária tardia (St), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária) na bacia Guapi-Macacu (RJ).

Tratamento	Est. Suc.	Borda				Núcleo				Clareira			
		Dr (%)	AB (m <sup>2</sup> )	Dom (%)	VI	Dr (%)	AB (m <sup>2</sup> )	Dom (%)	VI	Dr (%)	AB (m <sup>2</sup> )	Dom (%)	VI
Pq Agr	Pi	28,38	0,08	34,44	91,2	16,13	0,06	8,91	41,16	22,91	0,09	13,15	58,96
	Si	52,14	0,17	42,14	146,41	70,71	0,48	75,59	217,02	66,64	0,51	77,68	210,97
	St	11,32	0,07	15,99	38,62	11,6	0,08	14,23	37,43	9,6	0,06	8,1	27,3
Pq Pec	Pi	52,02	0,27	61,22	165,27	14,92	0,09	23,78	53,62	2,7	0,02	3,71	9,11
	Si	28,04	0,09	19,26	75,35	58,1	0,15	46,23	162,42	63,64	0,24	53,56	180,83
	St	16,55	0,05	10,85	43,95	20,16	0,08	18,95	59,27	26,16	0,16	29,03	81,35
Gr Agr	Pi	25,3	0,16	30,2	80,81	11,29	0,08	20,15	42,73	9,74	0,06	13,45	32,93
	Si	50,62	0,21	44,85	146,09	72,99	0,32	68,07	214,04	59,07	0,23	53,05	171,18
	St	16,07	0,1	19,08	51,22	8,52	0,01	3,82	20,86	17,06	0,05	10,94	45,07
Gr Pec	Pi	35,09	0,29	39,8	109,98	21,49	0,14	14,75	57,73	37,82	0,19	29,51	105,14
	Si	43,13	0,26	33,99	120,26	46,42	0,27	26,35	119,2	31,79	0,2	24,27	87,85
	St	9,35	0,08	11,54	30,25	15,27	0,23	22,15	52,69	11,03	0,07	8,17	30,23
MC Agr	Pi	7,77	0,12	11,33	26,86	4,6	0,08	6,67	15,87	7,27	0,03	3,27	17,8
	Si	58,52	0,56	73,2	190,24	40,62	0,42	40,49	121,73	39,54	0,35	37,42	116,49
	St	23,61	0,07	8,58	55,8	35,38	0,23	18,31	89,08	36,89	0,2	29,55	103,34
MC Pec	Pi	28,87	0,18	25,62	83,36	15,87	0,15	17,43	49,16	10,48	0,09	7,83	28,79
	Si	36,28	0,22	30,87	103,42	44,48	0,28	32,81	121,78	25,31	0,28	23,94	74,55
	St	22,28	0,16	22,68	67,23	22,68	0,26	30,46	75,83	52,34	0,56	49,23	153,91

Fonte: Uzêda (2008)

**Tabela 3:** Análise química do solo nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária) na bacia Guapi-Macacu (RJ).

Tratamento	Profundidade de 0-10 cm							Profundidade de 10-20 cm						
	pH em água	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K	pH em água	Al	Ca+Mg	Ca	Mg	P	K
	----- (cmolc/dm <sup>3</sup> ) -----							-- (mg/dm <sup>3</sup> ) --						
<b>Borda</b>														
Pq Agr	3,87	2,44	1,05	0,00	0,00	20,38	96,11	4,02	2,13	0,99	0,10	0,05	5,22	41,89
Pq Pec	3,86	2,34	1,15	0,51	0,22	2,77	51,86	3,98	2,06	0,91	0,10	0,02	1,29	27,33
Gr Agr	4,05	2,36	0,99	0,00	0,00	2,97	84,44	4,11	2,14	0,92	0,00	0,00	1,54	35,89
Gr Pec	3,83	2,28	0,93	0,08	0,08	4,97	53,89	3,92	2,45	0,76	0,00	0,00	2,73	35,11
MC Agr	4,16	1,80	1,09	0,39	0,17	4,23	81,33	4,05	1,53	0,70	0,00	0,00	2,67	53,44
MC Pec	3,84	2,42	0,76	0,00	0,00	3,41	45,78	3,98	2,10	0,66	0,00	0,00	1,94	27,78
<b>Núcleo</b>														
Pq Agr	3,56	2,91	0,87	0,00	0,00	5,39	69,86	3,71	2,61	0,81	0,00	0,00	2,57	35,56
Pq Pec	3,56	2,64	0,93	0,00	0,00	2,71	48,88	3,77	2,04	0,92	0,00	0,00	0,77	26,00
Gr Agr	3,88	3,16	0,99	0,00	0,00	4,74	60,00	3,73	3,51	0,81	0,00	0,00	2,27	32,33
Gr Pec	3,86	2,79	0,91	0,00	0,00	5,09	55,56	3,95	2,59	0,72	0,00	0,00	2,56	38,44
MC Agr	3,94	2,24	1,12	0,39	0,17	2,28	68,33	3,98	2,15	0,80	0,00	0,00	1,04	38,67
MC Pec	4,04	2,24	0,92	0,00	0,00	3,78	48,67	3,92	1,84	0,63	0,00	0,00	2,26	26,67
<b>Clareira</b>														
Pq Agr	3,71	3,28	0,99	0,00	0,00	5,48	71,11	3,79	2,60	0,92	0,00	0,00	2,13	37,22
Pq Pec	3,73	2,48	1,19	0,52	0,31	3,91	50,00	3,79	2,34	1,02	0,28	0,14	1,58	23,29
Gr Agr	3,64	3,38	0,69	0,00	0,00	5,53	46,88	3,88	2,02	0,64	0,00	0,00	2,07	29,89
Gr Pec	3,78	3,06	0,82	0,00	0,00	3,89	45,38	3,88	2,85	0,73	0,00	0,00	2,16	31,67
MC Agr	3,85	2,25	1,11	0,38	0,19	3,06	48,89	3,90	2,19	1,06	0,21	0,12	1,43	43,22
MC Pec	4,00	1,96	0,94	0,10	0,05	6,18	42,22	3,81	1,89	0,82	0,00	0,00	2,41	25,89

Fonte: Uzêda (2008)

### **3.3. Coleta e Processamento de Amostras**

#### **3.3.1. Textura**

Para a análise granulométrica foram coletadas em novembro de 2011 três amostras simples formando uma composta, totalizando três amostras compostas em cada profundidade (0-10 cm e 10-20 cm) por ambiente em cada fragmento. As amostras foram secas ao ar e posteriormente passadas em peneiras de 2 mm, em seguida foi realizada a análise granulométrica, através do método da pipeta (Embrapa, 1997).

#### **3.3.2. Estoque de serapilheira**

Para a coleta da serapilheira foram obtidas nove amostras compostas por ambiente em cada área e cada amostra formada por três simples. As coletas foram realizadas com o auxílio de um coletor quadrado de 0,25 x 0,25 cm. Dentro das parcelas de 50X 5m, o coletor foi aleatoriamente posicionado sobre o solo e toda serapilheira encontrada dentro da área foi coletada e armazenada em sacos plásticos. O material foi coletado em duas épocas do ano, no final da estação chuvosa (março/2011) e da estação seca (novembro/2011).

A serapilheira foi levada para o laboratório, transferida para sacos de papel e colocada em estufa de ventilação forçada por 48 horas, ou até obter massa constante a 65 °C. Posteriormente as amostras foram triadas em: folha decomposta, folha inteira, galho, estrutura reprodutiva (partes florais, sementes e frutos) e detrito (material menor que 2 cm). A triagem foi realizada manualmente e no final o material de menor tamanho foi peneirado em malha de 2 cm, onde o detrito foi descartado. Por último as frações foram pesadas.

#### **3.3.3. Fracionamento físico da matéria orgânica do solo**

As amostras de terra para o fracionamento físico da matéria orgânica foram coletadas em novembro de 2011. Foram tomadas nove amostras compostas por profundidade (0-10 cm e 10-20 cm) em cada ambiente, cada composta formada por três amostras simples. Os pontos de coleta foram os mesmos da amostragem de serapilheira. As amostras foram secas ao ar e posteriormente passadas em peneira de 2,00 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

A extração da fração leve livre (FLL) foi realizada através do método proposto por Sohi et al. (1998), por meio de uma solução de NaI a uma densidade de 1,80 g cm<sup>-3</sup>. Primeiro foram transferidas 10 g de TFSA para um cadinho de alumínio para determinação da umidade. Logo após, foram pesadas amostras de 5 g de TFSA em frascos de centrífuga de 50 mL e foram adicionados 35 mL de iodeto de sódio (NaI, d=1,80 g cm<sup>-3</sup>). Posteriormente os frascos foram agitados manualmente por 30 segundo, com o objetivo de que as frações orgânicas menos densas possam atingir a superfície. Em seguida, as amostras foram deixadas em repouso por 24 horas, com a intenção de sedimentar a fração mineral. A fração sobrenadante, que é a fração leve livre, foi succionada com a solução de NaI, sendo separada através da filtração a vácuo (Sistema Asséptico Sterifil, 47 mm – Millipore) com filtros de fibra de vidro (47 mm de diâmetro; 2 microns – Whatman tipo GF/A), previamente pesados. Visando a eliminação do excesso de NaI, as frações filtradas foram cuidadosamente lavadas com água destilada. Em seguida, os filtros junto com as frações foram levados para a estufa a 65 °C por 72 horas e posteriormente pesados.

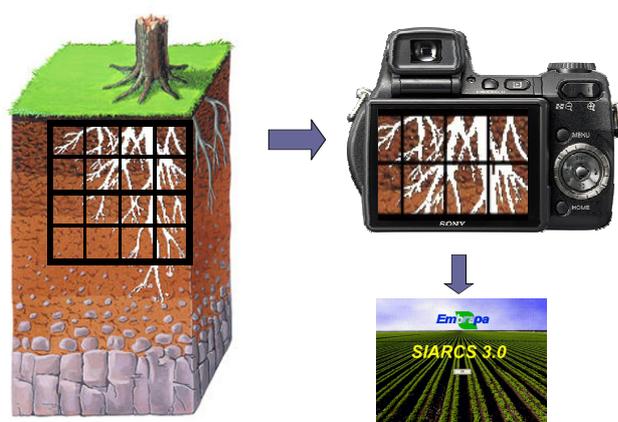
#### **3.3.4. Sistema radicular**

A avaliação do sistema radicular foi realizada em abril de 2012, utilizando o método do perfil descrito por Vasconcelos et al. (2003), com quantificação de área de raiz pelo SIARCS 3.0. Foi aberta uma trincheira de 50 cm de largura e 30 cm de profundidade. Em

cada ambiente foram realizadas três destas trincheiras, próximo aos pontos de coleta de agregados.

O perfil foi nivelado no sentido vertical, onde se removeu uma pequena camada de solo, em torno de 3 cm, utilizando uma escova de aço com cerdas finas, com o propósito de expor as raízes sem removê-las. O perfil foi pintado com spray branco, e após alguns minutos foi lavado com o auxílio de um pulverizador, para a retirada da tinta do solo, entretanto mantendo-a nas raízes, com o objetivo de aumentar o contraste entre solo e a raiz. A delimitação das fotografias foi feita com o auxílio de um quadro reticulado de 40 x 20 cm, com malha de 5 x 5 cm (Figura 7).

Foi utilizada uma lona preta para evitar a incidência direta de luz. Após a realização das fotografias as imagens foram convertidas pelo software SIARCS 3.0 em área de distribuição de raízes por profundidade (0-10 cm e 10-20 cm).



Fonte: [http://www.wasatch.provo.edu/Site\\_School402Rocks.htm](http://www.wasatch.provo.edu/Site_School402Rocks.htm)  
<http://espacocasulo.wordpress.com/page/2>

**Figura 7:** Ilustração da metodologia de avaliação de distribuição de sistema radicular.

### 3.3.5. Estabilidade dos agregados

Em cada ambiente interno dos fragmentos foram obtidos cinco pontos de coleta, dispostos na diagonal e retiradas amostras indeformadas nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Esta amostragem foi realizada em novembro de 2011.

Cada amostra foi conduzida a um conjunto de peneiras com 4 mm e 2 mm, antes do tamisamento úmido, a amostra foi colocada na peneira de 4 mm, onde foi submetida à uma leve agitação para que os agregados menores que 4 mm e maiores que 2 mm ficassem retidos na peneira de 2 mm (EMBRAPA, 1997). Posteriormente três amostras foram retiradas do que ficou na peneira de 2 mm, sendo uma de 10 g para determinar a umidade, e duas amostras de 25 g para determinar a distribuição das classes de agregados através do tamisamento úmido pelo método do Yooder (CASTRO FILHO et al., 1998), as amostras foram atomizadas com água, para umedecimento evitando contato direto com a água, as mesmas ficaram em repouso por no mínimo uma hora, depois foram levadas a um conjunto de peneira para oscilação vertical por 15 minutos. Cada conjunto era composto por peneiras de malhas 2,0 – 1,0 – 0,5 – 0,25 – 0,125 mm de diâmetro. Após o tamisamento, os agregados foram transferidos de cada classe de peneiras para placas de Petri. Estas foram colocadas na estufa a 40 °C por 48 horas, posteriormente as mesmas foram pesadas.

Tradicionalmente o estado de agregação do solo é expresso por índices de agregação, que caracterizam a distribuição dos diferentes tamanhos de agregados (MADARI, 2004): diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG), índice de estabilidade

de agregados (IEA) e o percentual de agregados da classe > 2 mm. Cada indicador apresenta um princípio distinto: o DMP é uma estimativa da quantidade de agregados retida em cada peneira no momento de triagem da amostra, e é maior quanto maior for a porcentagem de agregados maiores retidos nas peneiras com malhas maiores (CASTRO FILHO et al., 1998). O DMG mostra o tamanho mais frequente dos agregados (MADARI, 2004). O IEA é a medida de agregação do solo total e varia de 0 a 100%. O percentual de agregados da classe > 2 mm se expressa como um bom índice de agregação do solo, com a vantagem de ser determinada mais rápida que as demais (CASTRO FILHO et al., 1998; PINHEIRO, 2002). Estes índices permitem avaliar alterações físicas, químicas e biológicas (CASTRO FILHO et al., 2002).

Os cálculos do DMP, DMG e IEA foram realizados através das seguintes expressões:

$$DMP = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i$$

Onde:

$x_i$  = diâmetro médio de cada classe de agregados

$w_i$  = proporção de cada classe de agregados em relação ao total

$$DMG = \exp \frac{\sum_{i=1}^n w_i \log x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Onde:

$x_i$  = diâmetro médio de cada classe de agregados

$w_i$  = peso de agregados (g) dentro de uma classe de agregados de diâmetro médio  $x_i$ .

$$IEA = \frac{\text{Peso de amostra seca} - \text{wp25} - \text{areia}}{\text{Peso da amostra seca} - \text{areia}} \times 100$$

Onde:

wp25 = peso dos agregados < 0,25 mm (g).

areia = peso de partículas de diâmetro entre 2,0 – 0,053 mm (g).

O percentual de agregados da classe >2 mm foi obtido a partir da pesagem dos agregados retidos na peneira de 2 mm em relação ao peso de todas as classes de agregados.

### 3.5. Análise de Dados

As análises estatísticas foram realizadas a cerca do teste de hipótese entre os diferentes tratamentos, fazendo comparações dentro de cada ambiente, entre os diferentes tamanhos e usos distintos do solo no entorno das áreas de mata. Foi utilizado um modelo quase-experimental, em que os tratamentos não foram aleatorizados. Estes modelos são utilizados quando não é possível distribuir os indivíduos de forma aleatória nos grupos que receberão os tratamentos experimentais (SAMPIERI et al., 2006).

A hipótese de igualdade das médias entre os tratamentos foi verificada por meio da interpretação dos intervalos de confiança (IC) para a diferença entre as médias dos tratamentos em cada variável, com nível de confiança de 95%. O programa que foi utilizado para estimativa dos intervalos de confiança foi o SAEG 9.1 (UFV, 2007). Posteriormente as variáveis foram comparadas entre si, por meio da correlação de Pearson, utilizando o programa R (2011).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados foram divididos em duas partes. Na primeira parte (4.1) foram expostos resultados relacionados à primeira hipótese do estudo, dando ênfase ao efeito do tamanho dos fragmentos florestais, onde foram realizadas comparações entre fragmentos pequeno, grande e mata contínua. Já a segunda parte (4.2), refere-se à segunda hipótese do estudo, em que foi avaliada a influência dos diferentes usos do solo (agricultura e pecuária) no entorno sobre os fragmentos florestais.

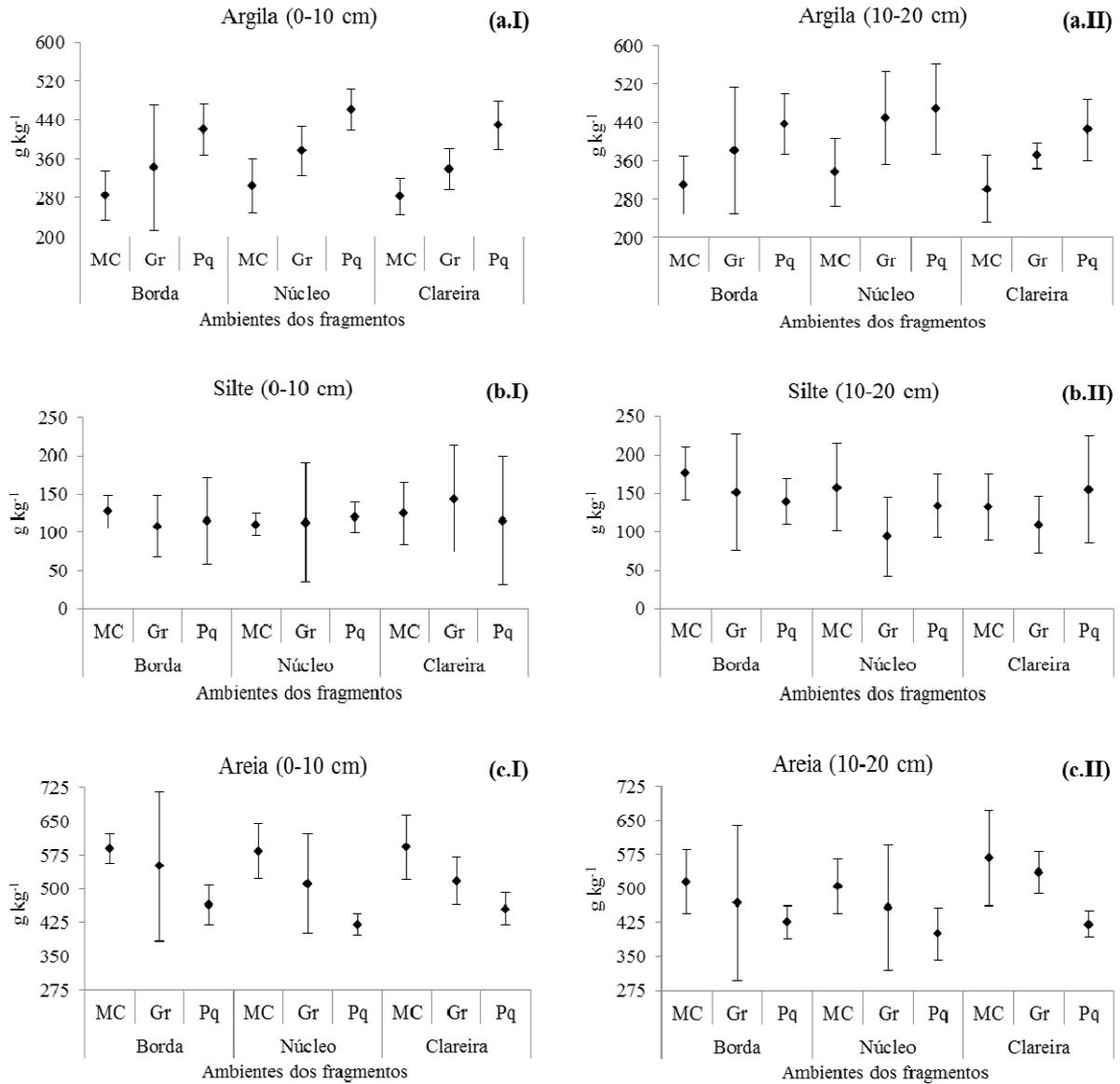
Em ambos os tópicos, primeiramente é exposto o dado de textura do solo como forma de caracterização dos tratamentos, uma vez que, esta não é consequência dos tratamentos avaliados. Em seguida são apresentados os resultados das variáveis: estoque de serapilheira, fração leve livre da matéria orgânica do solo, sistema radicular e agregação do solo.

### **4.1. Efeito do Tamanho dos Fragmentos**

#### **4.1.1. Textura**

A Figura 8 resume o resultado da distribuição das frações granulométricas por área. De maneira geral em relação a variação do percentual de argila entre as áreas, observou-se que os fragmentos pequenos apresentaram maior percentual que as demais áreas avaliadas, nos ambientes de núcleo e de clareira, apresentando valores significativamente maiores que as áreas de mata contínua em ambas as profundidades.

Também foi encontrado valor significativamente maior no núcleo dos fragmentos pequenos comparado ao núcleo dos fragmentos grandes, na profundidade de 0-10 cm. Nesta mesma profundidade o núcleo dos fragmentos grandes apresentou teor de argila estatisticamente maior que o núcleo das áreas de mata contínua.



**Figura 8:** Percentual das frações granulométricas: argila (a), silte (b) e areia (c). Nas profundidades de 0-10 cm (I) e 10-20 cm (II), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

#### 4.1.2. Estoque serapilheira

Na estação chuvosa, os ambientes de clareira dos fragmentos pequenos apresentaram maior total do estoque de serapilheira ( $4,28 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) quando comparadas as clareiras dos fragmentos grandes ( $2,89 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e das áreas de mata contínua ( $3,39 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Nessa mesma estação, para o ambiente de núcleo, foram encontrados menores valores do estoque de serapilheira para as áreas de mata contínua ( $2,88 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) quando comparadas aos fragmentos grandes ( $3,62 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) (Figura 9, e.I). No final da estação seca não foram observadas diferenças estatísticas em relação ao total das frações de estoque de serapilheira (Figura 9, e.II).

Em estudo realizado na Mata Atlântica por Portela & Santos (2007) contrariam os resultados acima, uma vez que encontraram maior produção de serapilheira produzida em fragmento de grande porte que nos fragmentos pequenos. No entanto, nesse mesmo trabalho, os autores verificaram que a espessura da camada de serapilheira não variou em função do tamanho do fragmento, certamente esse fato se deve a uma maior taxa de decomposição no maior fragmento. Contudo no mesmo estudo os autores sugerem que o efeito de borda sobre a produção de serapilheira não segue um padrão, podendo não depender só do tamanho, mas também da matriz circundante entre outros fatores.

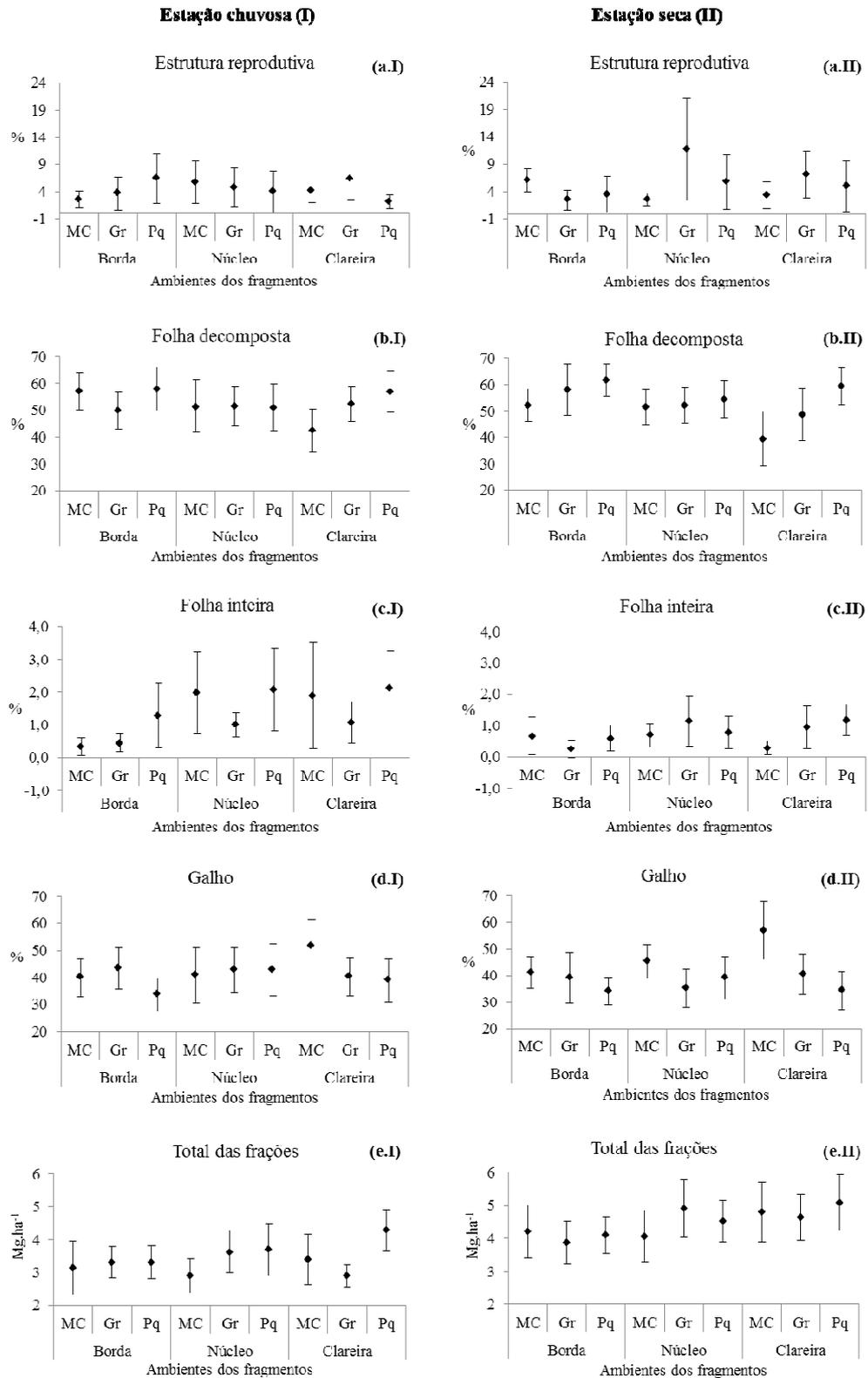
Quando dividido o estoque de serapilheira em frações, foi observado em relação à fração estrutura reprodutiva na estação chuvosa, diferença estatística só no ambiente de clareira. Neste ambiente os fragmentos pequenos apresentaram menor percentual médio desta fração (2,14 %) em relação aos grandes (6,27 %) (Figura 9, a.I). No final da estação seca observou-se diferença significativa quando comparadas as bordas dos fragmentos avaliados, sendo as áreas de mata contínua as que apresentaram maior percentual médio (6,07 %) desta fração quando comparadas aos fragmentos grandes (2,49 %) (Figura 9, a.II).

Tanto os ambientes de borda quanto os de clareira se caracterizam por serem ambientes em estágios sucessionais iniciais (MURCIA, 1995). Fragmentos de maior porte e áreas contínuas possuem maior autonomia quanto ao suprimento de sementes e propágulos, estimulando o processo de regeneração o que pode auxiliar os estresses perturbadores da sucessão em ambientes de clareira e borda (TABARELLI & GASCON, 2005; GASCON et al., 2000), portanto esses ambientes (borda e clareira) em fragmentos de menor porte dependem do aporte externo de propágulos o que explica o maior percentual da fração estrutura reprodutiva nos ambientes borda e clareira dos fragmentos menores.

Os resultados observados durante a estação seca, época que poucas são as espécies em período reprodutivo (PEREIRA et al., 2008), espelham a possibilidade da maior riqueza de espécies normalmente encontradas nas áreas de mata contínua, colaborando com os resultados encontrados.

Em relação à fração folha decomposta, na estação chuvosa (Figura 9, b.I) apenas no ambiente de clareira foi observada diferença significativa entre as áreas. As áreas de mata contínua apresentaram menor percentual médio (42,43 %) quando comparadas aos fragmentos grandes (52,29 %) e aos pequenos (56,72 %). Na estação seca foi observado o mesmo padrão de resultado para os ambientes de borda e de clareira, onde as áreas de mata contínua apresentaram menor percentual desta fração (52,23 % e 39,40 %, respectivamente) em relação aos fragmentos pequenos (61,75 % e 59,52 %, respectivamente) (Figura 9, b.II). Provavelmente os ambientes de borda e clareira da mata contínua podem atenuar os efeitos de flutuação de temperatura, mantendo taxas mais estáveis de decomposição, enquanto os demais fragmentos estão mais suscetíveis a aumentos de temperatura nestes ambientes.

Para a fração folha inteira foi encontrada diferença significativa apenas na estação seca, no ambiente de clareira, onde os fragmentos pequenos apresentaram maior percentual médio desta fração (1,17 %) em relação à mata contínua (0,29 %) (Figura 9, c.II). Gomes et al. (2010) avaliando fragmentos de diferentes tamanhos observaram a maior contribuição da fração foliar no fragmento com maior grau de perturbação, que tinha menor área, provavelmente mais exposto a efeitos de borda. Menezes et al. (2010) verificaram que esta fração tende a diminuir com o avançar do estágio sucessional. Com isso provavelmente o fragmento pequeno é submetido à maior influência do efeito de borda, tendendo a um estágio sucessional inicial. É importante notar que este efeito se torna mais pronunciado na estação seca uma vez que a perda de umidade se torna ainda maior com a escassez de chuva.



**Figura 9:** Percentual das frações: estrutura reprodutiva (a), folha decomposta (b), folha inteira (c), galho (d) e total das frações (e) de estoque de serapilheira. Na estação chuvosa (I) e na estação seca (II), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

Para a fração galho, na estação chuvosa, foi observado na borda dos fragmentos grandes maior percentual médio (43,47 %) quando comparado aos fragmentos pequenos (33,79 %). Já no ambiente de clareira as áreas de mata contínua apresentaram maior percentual médio (51,55 %) em relação aos fragmentos grandes (40,34 %) e aos pequenos (39,01 %) (Figura 9, d.I). Na estação seca, na borda as áreas de mata contínua apresentaram maior percentual médio desta fração (41,03 %) do que os fragmentos pequenos (34,16 %). Já no núcleo as áreas de mata contínua apresentaram percentual médio significativamente maior (45,17 %) do que os fragmentos grandes (35,10 %). Na clareira as áreas de mata contínua apresentaram maior percentual médio desta fração (56,97 %) em relação aos fragmentos grandes (40,43 %) e aos pequenos (34,32 %) (Figura 9, d.II).

De maneira geral os resultados podem representar ambientes em estágios sucessionais mais avançados nas áreas de mata contínua. Segundo Menezes et al. (2010) esta fração tende a aumentar com o avançar do estágio sucessional. Isso corrobora com o resultado exposto na análise de correlação de Pearson, que na estação seca a fração galho apresenta uma correlação positiva e significativa com densidade relativa de secundárias tardias ( $r= 0,52$ ;  $p= 0,0258$ ) (Tabela 4).

Como pode ser observada na Tabela 2, há maior ocorrência de espécies secundárias tardias nas áreas de mata contínua, em todos os ambientes avaliados. Uzêda et al. (2011) em estudo na mesma paisagem deste trabalho, verificaram correlação negativa entre tamanho do fragmento e dominância relativa de espécies secundárias tardia.

#### **4.1.3. Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo**

A quantidade de FLL em relação ao solo total ( $\text{g kg}^{-1}$ ), na profundidade de 0-10 cm apresentou o mesmo padrão de resultado nos ambientes de borda e de núcleo, onde na área de mata contínua foram observados os menores valores da FLL (9,6  $\text{g kg}^{-1}$  e 15,6  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente) em relação aos fragmentos grandes (19,3  $\text{g kg}^{-1}$  e 27,7  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente) e aos pequenos (26,5  $\text{g kg}^{-1}$  e 31,5  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente). Já no ambiente de clareira observa-se um gradiente, em que quanto menor o tamanho da área de mata maior a quantidade média de FLL, com as áreas de mata contínua (14,8  $\text{g kg}^{-1}$ ) com a menor quantidade média, depois os fragmentos grandes (21,1  $\text{g kg}^{-1}$ ) e por último os fragmentos pequenos (42,0  $\text{g kg}^{-1}$ ) com a maior média de FLL (Figura 10 a).

Vinculando os resultados de FLL aos valores obtidos para as frações de estoque de serapilheira, na estação seca, é possível notar no ambiente de borda que os fragmentos pequenos apresentaram maiores percentuais de folha decomposta quando comparado as áreas de mata contínua e na clareira os fragmentos pequenos obtêm maior percentual desta fração quando comparado as áreas de mata contínua e aos fragmentos pequenos. Assim pode-se notar que o padrão destes resultados corrobora com o de FLL, indicando uma relação entre a fração folha decomposta e FLL.

A fração folha decomposta no final da estação seca apresentou correlação com FLL na profundidade de 0-10 cm ( $r= 0,61$ ;  $p= 0,0072$ ) (Tabela 4) e em 10-20 cm ( $r= 0,47$ ;  $p= 0,0487$ ) (Tabela 5). Este resultado pode ser um indicativo da maior taxa de decomposição da serapilheira nos fragmentos pequenos, que pode ter sido maior por causa das condições microclimáticas que favorecem uma maior decomposição, que ocorrem através do efeito de borda (MURCIA, 1995; SIQUEIRA et al., 2004), que podem ser mais acentuadas em fragmentos de menor porte. De acordo com Tabarelli et al. (2009) estas mudanças podem se estender para o interior em fragmentos menores.

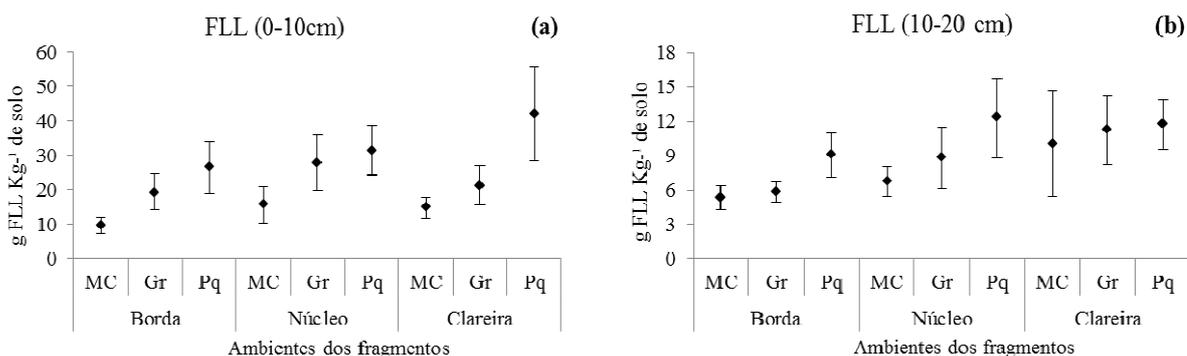
Freixo et al. (2000) e Pinheiro (2007) ressaltaram a sensibilidade desta fração da matéria orgânica a entrada de serapilheira e a variabilidade espacial e sazonal, especialmente

em solos de floresta. Freixo et al., (2002) salienta que FLL possui composição comparável a dos materiais vegetais.

Quanto à profundidade de 10-20 cm, no ambiente de borda, os fragmentos pequenos apresentaram maiores valores da FLL ( $9,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) quando comparado aos fragmentos grandes ( $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ ) e as áreas de mata contínua ( $5,3 \text{ g kg}^{-1}$ ). Já o ambiente de núcleo dos fragmentos grandes ( $8,8 \text{ g kg}^{-1}$ ) e pequenos ( $12,3 \text{ g kg}^{-1}$ ) não apresentaram diferença estatística. Entretanto quando comparados às áreas de mata contínua ( $6,7 \text{ g kg}^{-1}$ ), nos fragmentos pequenos foram observados maiores valores de FLL (Figura 10, b).

A literatura tem ressaltado a influência do tamanho dos remanescentes florestais sobre a comunidade vegetal, devido ao efeito de borda que possui dimensões mais acentuadas quanto menor o fragmento (PARDINI et al., 2010; NASCIMENTO & LAURANCE, 2006; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009; MURCIA, 1995).

Portanto os fragmentos menores tendem a um estágio sucessional inicial (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006; HILL & CURRAN, 2003), com espécies com menor ciclo de vida, aportando maior quantidade de matéria orgânica em menor tempo como observado na clareira do fragmento pequeno onde foi encontrada maior quantidade de total de frações de estoque de serapilheira (figura 9, e.I). O maior estoque de material vegetal pode, portanto, proporcionar maiores valores de FLL.



**Figura 10:** Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo nas profundidades de 0-10 cm (a) e 10-20 cm (b), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

#### 4.1.4. Sistema radicular

Os resultados da área de distribuição de sistema radicular apresentaram uma elevada variabilidade espacial como observado na figura 11. Frante Jr. et al. (1999) constataram o mesmo padrão para a cultura de aveia forrageira, segundo os autores esta variabilidade mostrou maior relação com o tamanho da amostra do que com o número de amostras. No entanto, Vasconcelos et al. (2003) comparando os métodos de quantificação de raízes observaram os menores coeficientes de variação no método de processamento de imagem. Frante Jr. et al. (1999) destaca que este método é bastante satisfatório em relação aos outros avaliados em seu trabalho. Entretanto, em florestas naturais, compostas por diversas espécies vegetais e com distintas morfologias radiculares, distribuídas aleatoriamente é esperada uma maior variabilidade espacial na distribuição de sistema radicular.

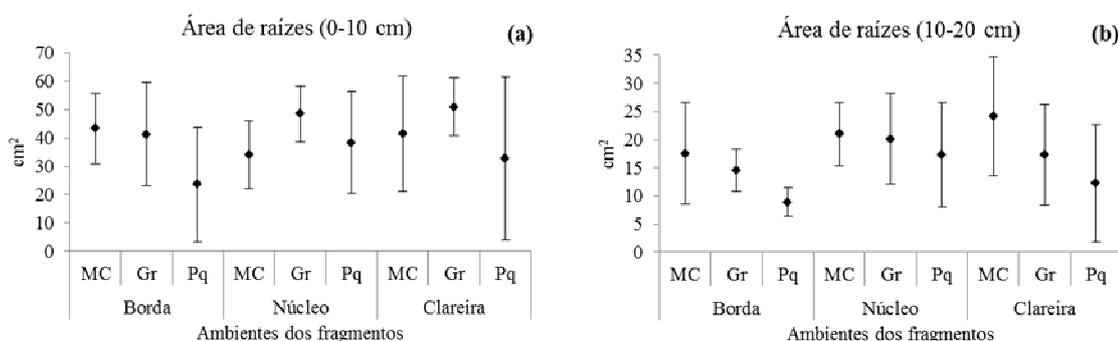
Quanto à área de distribuição de raízes na profundidade de 0-10 cm foi observada diferença estatística apenas no ambiente de núcleo, onde os fragmentos grandes apresentaram

maior média da área de distribuição de sistema radicular ( $48,4 \text{ cm}^2$ ) quando comparado as áreas de mata contínua ( $34,1 \text{ cm}^2$ ) (Figura 11, a).

Para a profundidade de 10-20 cm, observa-se na borda que os fragmentos pequenos apresentaram menor média de área de raízes ( $8,9 \text{ cm}^2$ ) do que os fragmentos grandes ( $14,6 \text{ cm}^2$ ). Na clareira para as áreas de mata contínua verificaram-se os maiores valores médios de área de raízes ( $24,2 \text{ cm}^2$ ) em comparação aos fragmentos de menor tamanho ( $12,3 \text{ cm}^2$ ). Contudo pode-se verificar que ocorre uma tendência em todos os ambientes de que quanto maior a área de mata maior a área de distribuição de raízes nesta profundidade (Figura 11, b).

Através da análise da Tabela 2, observa-se uma tendência das áreas de mata contínua apresentarem maiores valores de área basal e densidade relativa de espécies secundárias tardias, estas provavelmente apresentam maior exploração do solo através do sistema radicular, na profundidade de 10-20 cm, por causa de suas características de estabelecimento. Segundo Leuschner et al. (2007) a biomassa de raízes finas pode ser um reflexo da composição de espécies florestais presente, assim como da área basal (FINÉR et al., 2007; FINÉR et al., 2011). Menezes et al. (2010) verificaram maior biomassa de raízes finas na área com estágio sucessional avançado e menor na área em estágio sucessional inicial. Burri et al. (2009) verificaram resultado de maior densidade de comprimento de raiz na floresta clímax comparada a uma área de vegetação pioneira esparsa e outra de revegetação. Desta forma é possível inferir que a maior distribuição de raízes se deve ao estágio sucessional mais avançado nas áreas de mata contínua e fragmentos grandes.

Como o efeito do tamanho provoca alterações nas relações ecológicas e na composição da comunidade de espécies (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009; PARDINI et al., 2010), fragmentos maiores tendem a ter resultados próximos aqueles apresentados pela mata contínua, tendendo a um estágio sucessional mais avançado, com maior área de distribuição de sistema radicular em maior profundidade que fragmentos pequenos em estágios sucessionais mais iniciais.



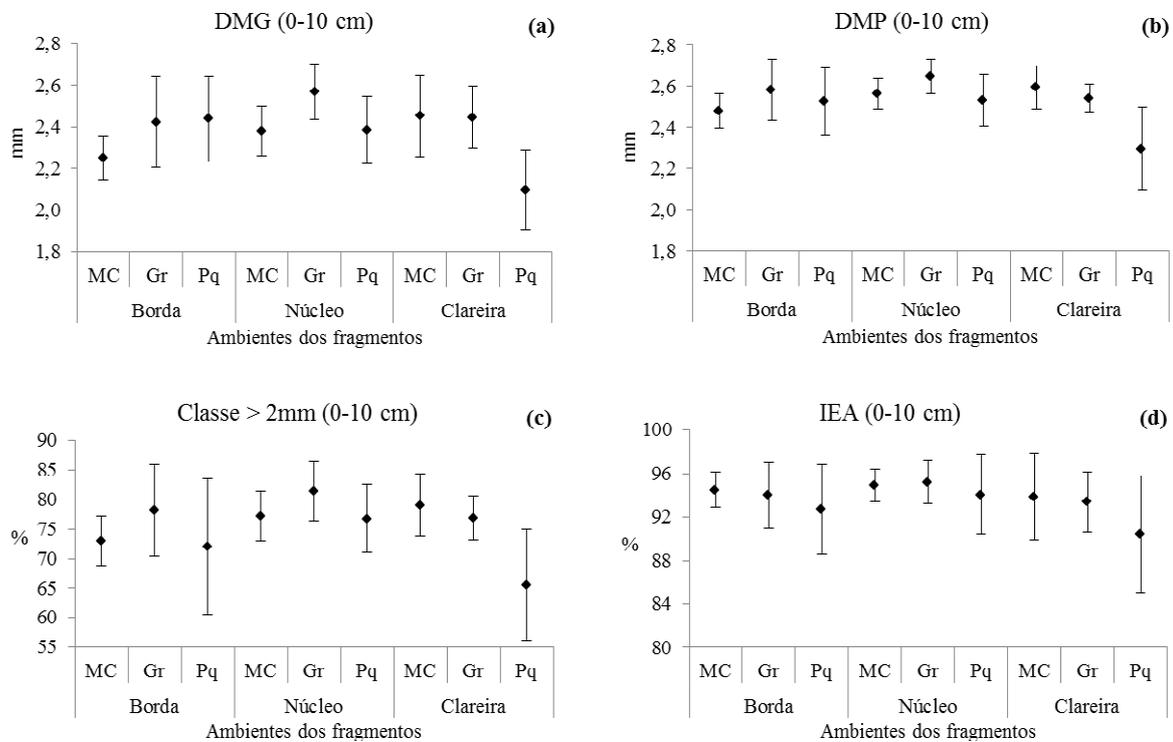
**Figura 11:** Área de distribuição de raízes nas profundidades 0-10 cm (a) e 10-20 cm (b), nos ambientes de borda, núcleo e clareira, em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

#### 4.1.5. Agregação do solo

Para os resultados de estabilidade de agregados, na profundidade de 0-10 cm observa-se quanto ao DMG, que no núcleo os fragmentos grandes apresentaram média estatisticamente maior ( $2,570 \text{ mm}$ ) do que as áreas de mata contínua ( $2,382 \text{ mm}$ ) e os fragmentos pequenos ( $2,386 \text{ mm}$ ) (Figura 12, a). Em relação aos outros índices avaliados não foram verificadas diferenças estatística neste ambiente. Para o ambiente de clareira, entretanto, observa-se que a média de DMG, DMP e classe  $> 2 \text{ mm}$  de agregados, dos fragmentos pequenos foram

significativamente menor (2,097 mm, 2,297 mm e 65,49 %, respectivamente) comparada a dos fragmentos grandes (2,447 mm, 2,543 mm e 76,92 %, respectivamente) e das áreas de mata contínua (2,453 mm, 2,595 mm e 79,07 %, respectivamente), sendo que as áreas de mata contínua e os fragmentos grandes apresentaram comportamento similar neste ambiente (Figura 12, a, b e c).

É importante ressaltar que estes resultados não possuem correlação significativa com os teores de argila, conforme observado na Tabela 4. Ainda que a argila seja um reconhecido agente cimentante (SILVA & MIELNICZUK, 1997) a formação e estabilização de agregados do solo ocorre através da interação de diversos fatores (SIX et al., 2004; KATO et al., 2010) como a ação de raízes (TISDALL & OADES, 1982; SIX et al., 2004; DENEFF & SIX, 2005), de hifas de fungos (WRIGHT et al., 1996; WILSON et al., 2009), da matéria orgânica do solo (TISDALL & OADES, 1982), fauna do solo (VELÁSQUEZ et al., 2007), entre outros. Estes fatores podem ser alterados pelas diferenças em composição de espécie vegetais.

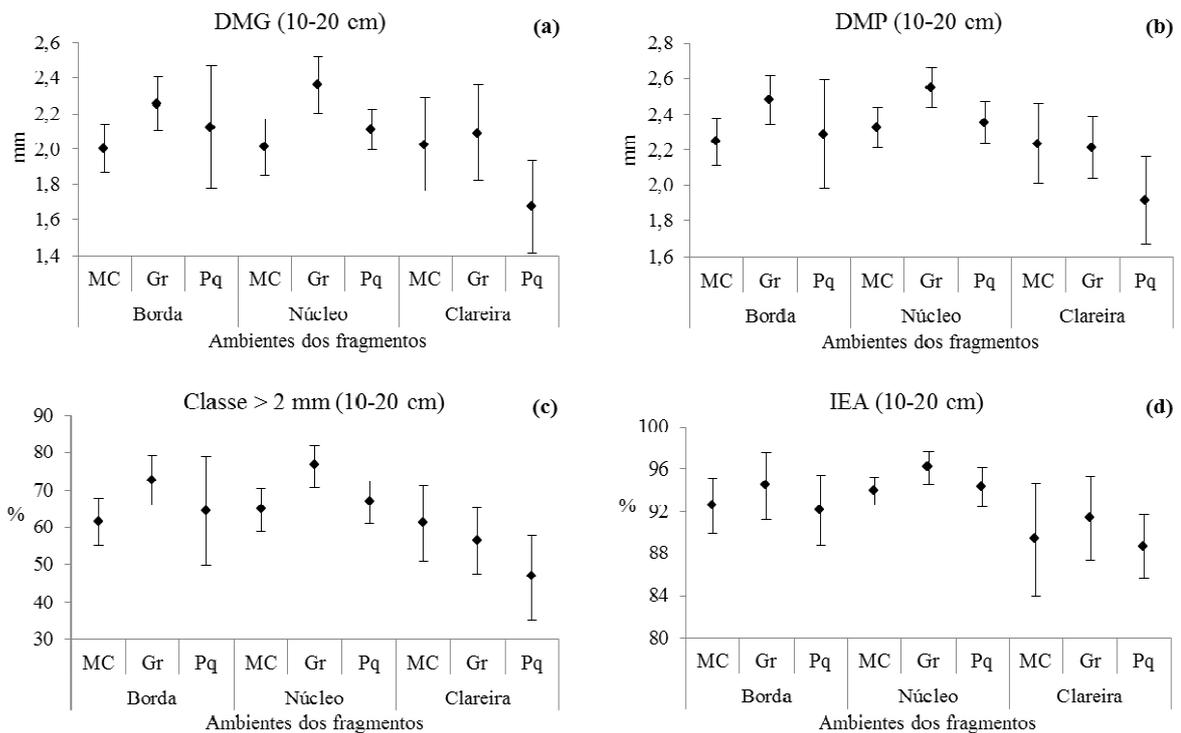


**Figura 12:** Índices de estabilidade de agregados: DMG - diâmetro médio geométrico (a); DMP - diâmetro médio ponderado (b); Classe > 2 mm (c); IEA - índice de estabilidade de agregados (d). Nos ambientes de borda, núcleo e clareira na profundidade de 0-10 cm, em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

Através da análise da Tabela 2 infere-se que existe uma tendência de maior percentual de espécies secundárias tardias na mata contínua, indicando um estágio sucessional mais avançado. A literatura indica que o tamanho do fragmento está relacionado a mudanças ecológicas, que são inversamente proporcionais a área do remanescente (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006; LAURANCE & VASCONCELOS, 2009). Com isso tais efeitos são mais intensos em fragmentos pequenos.

Provavelmente o estágio sucessional da mata contínua pode favorecer processos que atuam na formação e estabilização dos agregados, conforme exposto na literatura (SILVA & MIELNICZUK, 1997; SIX et al., 2004; DUFRANC et al., 2004; DENEFF & SIX, 2005; KATO et al., 2010). Silva et al. (2008) e Wohlenberg et al. (2004) ressaltaram que as diferentes espécies de cobertura, podem propiciar efeito variável sobre a agregação do solo.

Quanto à profundidade de 10-20 cm foi observada diferença estatística no ambiente de borda em relação à DMG, DMP e classe > 2 mm, onde os fragmentos grandes tiveram maior média (2,255 mm, 2,477 mm e 72,63 %, respectivamente) que as áreas de mata contínua (2,001 mm, 2,248 mm e 61,50 %, respectivamente) (Figura 13, a, b e c). No núcleo as médias de DMG, DMP, classe > 2 mm e IEA foram significativamente maiores nos fragmentos grandes (2,362 mm, 2,550 mm, 76,41 % e 96,07 %, respectivamente) do que nos fragmentos pequenos (2,112 mm, 2,352 mm, 66,90 % e 94,27 %, respectivamente) e nas áreas de mata contínua (2,011 mm, 2,325 mm, 64,72 % e 94,94 %, respectivamente) (Figura 13, a, b, c e d). Já na área de clareira observa-se resultado semelhante ao da profundidade de 0-10 cm, em que as médias de DMG, DMP e classe > 2 mm nos fragmentos pequenos foram estatisticamente menores (1,674 mm, 1,917 mm e 46,54 %, respectivamente) em relação às áreas de mata contínua (2,024 mm, 2,233 mm e 61,08 %) e menores do que os fragmentos grandes em relação à DMG e DMP (2,092 mm, 2,214 mm, respectivamente) (Figura 13). Nessa profundidade a correlação entre argila e os índices de agregação, só foi observada em relação ao IEA ( $r=0,44$ ;  $p=0,0678$ ) (Tabela 5).



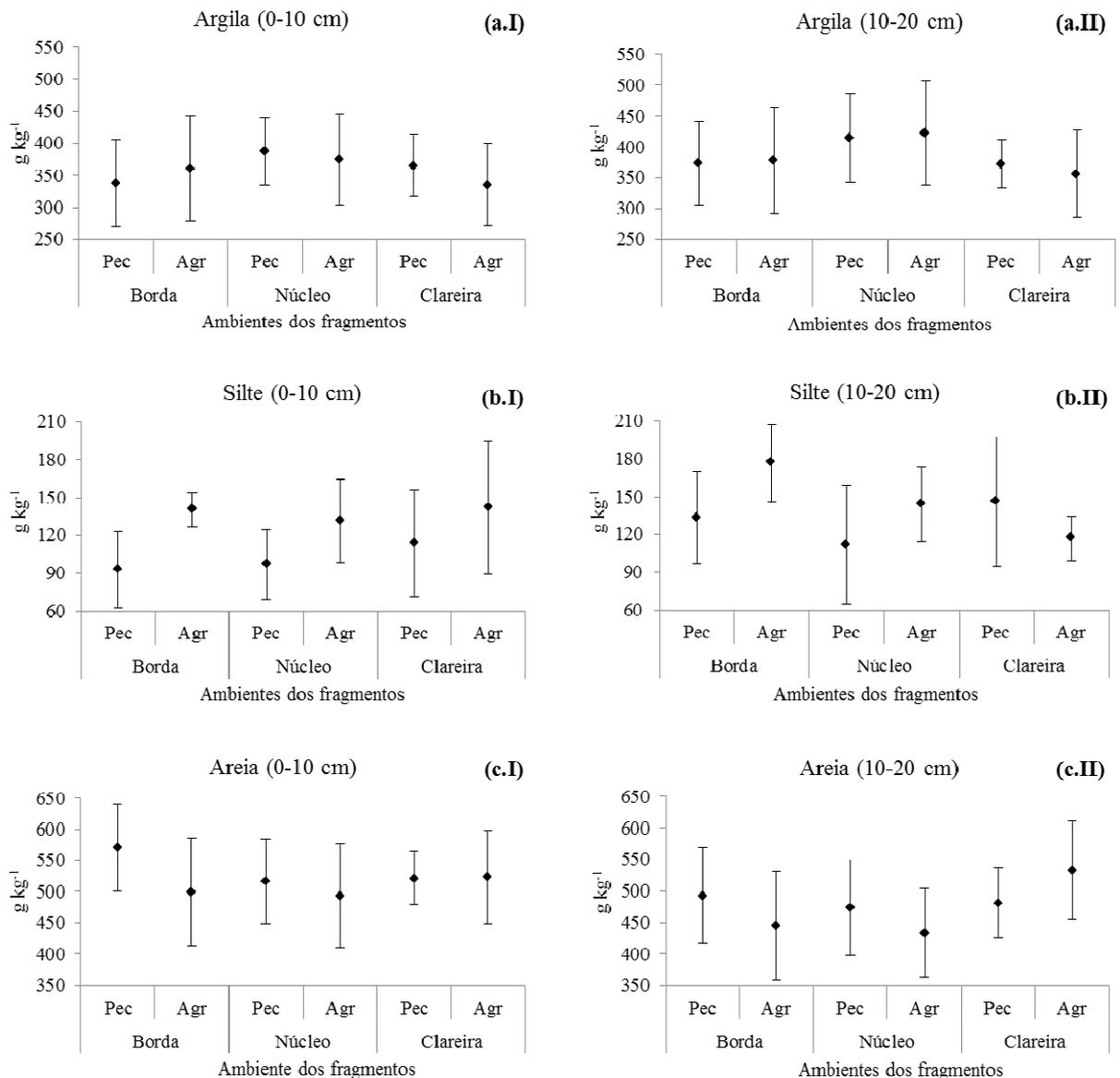
**Figura 13:** Índices de estabilidade de agregados: DMG - diâmetro médio geométrico (a); DMP - diâmetro médio ponderado (b); Classe > 2 mm (c); IEA - índice de estabilidade de agregados (d). Nos ambientes de borda, núcleo e clareira na profundidade de 10-20 cm, em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), de três tamanhos (Pq: pequeno; Gr: grande; MC: mata contínua).

De acordo com o verificado para os diferentes parâmetros avaliados é possível inferir que a dinâmica sucessional dos fragmentos de maior tamanho e das áreas de mata contínua apresentam maior distribuição de sistema radicular permitindo maior estabilidade dos agregados nesses fragmentos.

## 4.2. Influência do Uso do Solo no Entorno dos Fragmentos

### 4.2.1. Textura

A Figura 12 apresenta a análise granulométrica, comparando à influência dos diferentes tipos de uso do solo no entorno dos fragmentos florestais.



**Figura 14:** Percentual das frações granulométricas - argila (a), silte (b) e areia (c), nas profundidades de 0-10 cm (I) e 10-20 cm (II), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

Pode ser observado que à fração argila não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em nenhuma das profundidades avaliadas (Figura 12, a.I e a.II). Contudo a única fração granulométrica que apresentou diferença significativa foi o silte, que na profundidade de 0-10 cm, o percentual desta fração foi maior nos fragmentos com entorno de uso agrícola, nos ambientes de borda e de núcleo (Figura 12, b.I). Na profundidade de 10-20 cm o resultado foi o mesmo para esta fração (Figura 12, b.II).

#### 4.2.2. Estoque de serapilheira

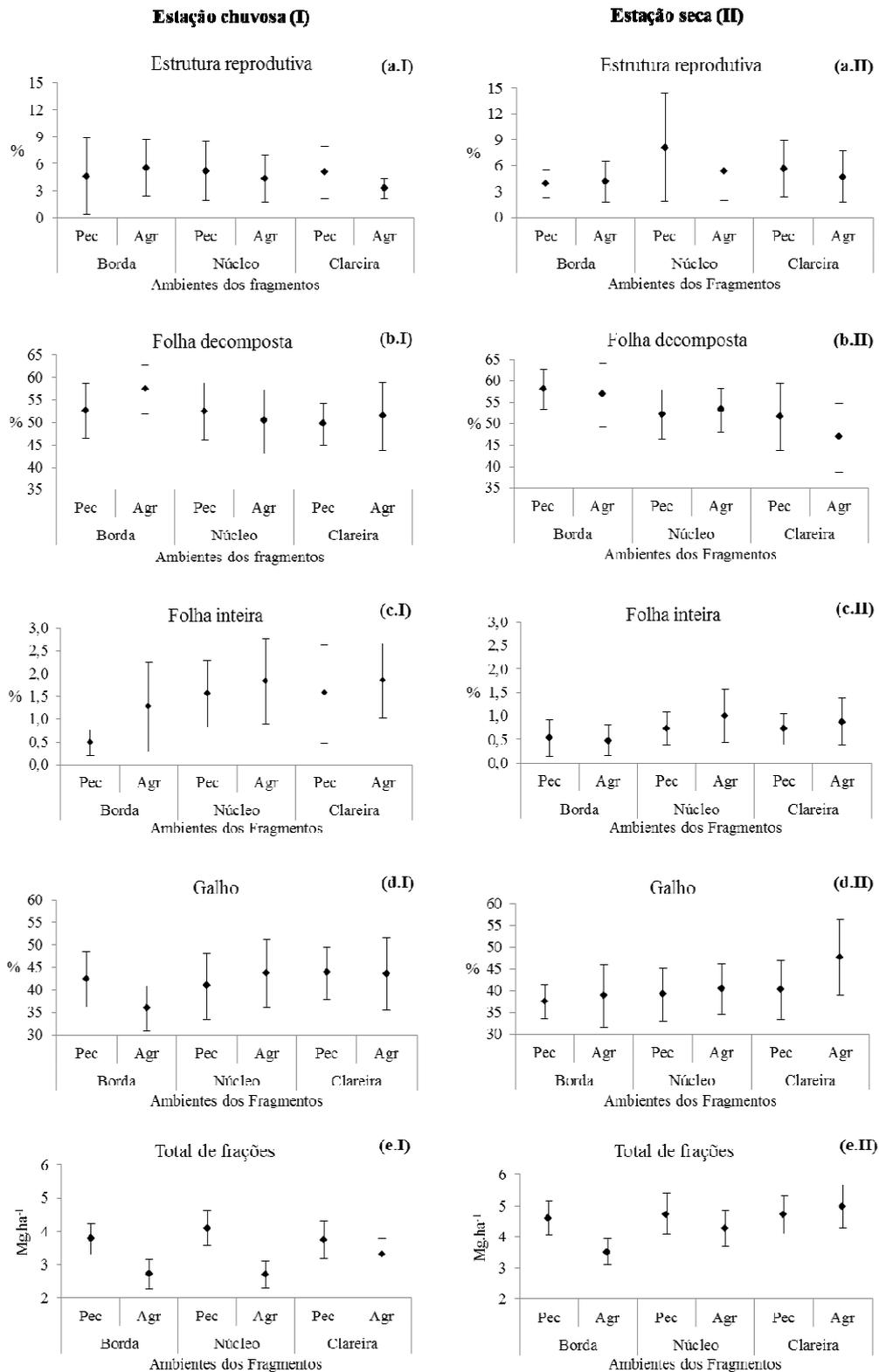
Quanto ao total das frações na estação chuvosa observa-se diferença significativa nos ambientes de borda e de núcleo, onde as áreas com entorno de pecuária apresentaram maiores médias de quantidade de estoque de serapilheira (3,77 Mg ha<sup>-1</sup> e 4,10 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) do que as áreas com entorno de agricultura (2,71 Mg ha<sup>-1</sup> e 2,69 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 13, e.I). Para a estação seca, no ambiente de borda foram encontrados resultados similares àqueles apresentados na estação chuvosa (Figura 13, e.II).

Portela & Santos (2007) relacionaram maior aporte de serapilheira as áreas menos impactadas, apresentando árvores de maior porte e área basal. Portanto os resultados encontrados podem estar vinculados ao menor impacto do uso extensivo do solo no entorno dos fragmentos florestais.

Em relação às frações estrutura reprodutiva (Figura 13, a.I e a.II), folha decomposta (Figura 13, b.I e b.II) e folha inteira (Figura 13, c.I e c.II) do estoque de serapilheira não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma das duas épocas de coleta. Entretanto, na estação chuvosa, observa-se que a fração galho no ambiente de borda apresenta maior percentual médio nas áreas com entorno de pecuária (42,3 %) do que nas áreas com entorno de agricultura (35,9 %) (Figura 13, d.I). No entanto, na estação seca não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Figura 13, d.II).

Uzêda et al. (2011) em estudo realizado na bacia deste estudo, obteve resultados indicando que o perímetro limítrofe com uso de agricultura tem correlação negativa com indivíduos de espécies secundária tardia. Menezes et al. (2010) observaram em seu trabalho que esta fração tende a aumentar com o avançar do estágio sucessional. Estudos destacam que a intensidade de manejo do solo no entorno dos fragmentos florestais, comprometem a riqueza e a composição de espécies vegetais nas áreas de mata vizinhas do uso antrópico (DONALD & EVANS, 2006; CHABRERIE et al., 2013). Assim pode-se inferir que as áreas com entorno agrícola podem estar submetidas a um regime mais marcante de interferência que implica em um retardo no processo sucessional (Tabela 2), resultando em menor percentual da fração galho do estoque de serapilheira.

Desta forma os resultados encontrados podem ser um indicativo de que o uso mais intensivo do solo (agricultura) no entorno dos fragmentos florestais pode estar comprometendo o avançar do estágio sucessional das matas adjacentes.



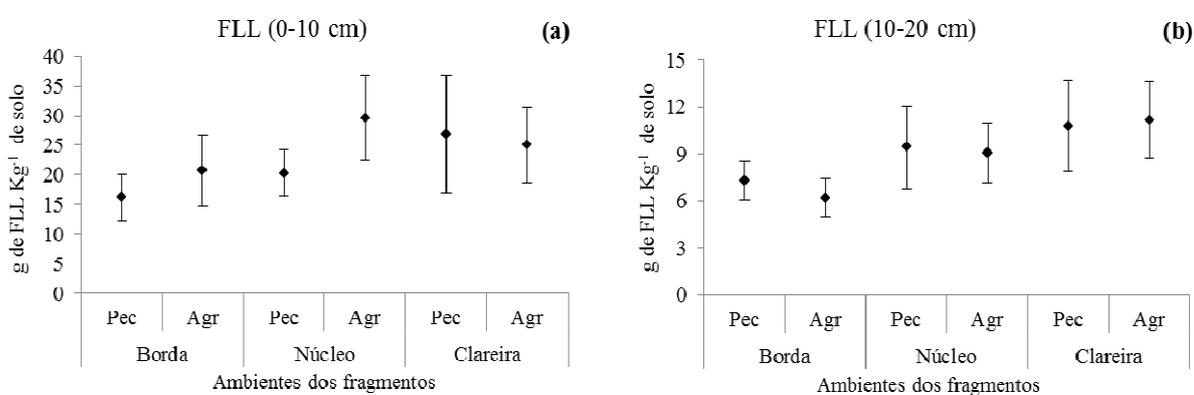
**Figura 15:** Percentual das frações: estrutura reprodutiva (a), folha decomposta (b), folha inteira (c), galho (d) e total das frações (e) de estoque de serapilheira. Na estação chuvosa (I) e na estação seca (II), nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

### 4.2.3. Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo

Os resultados obtidos para FLL na profundidade de 0-10 cm apresentaram diferença significativa entre as áreas apenas no ambiente de núcleo, em que as áreas com agricultura no entorno apresentaram valores superiores ( $29,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) quando comparados com entorno de pecuária ( $20,3 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Figura 14, a).

No entanto, na profundidade de 10-20 cm não foram identificadas diferenças significativas entre as áreas (Figura 14, b). Alguns estudos destacam que as principais alterações observadas nesse compartimento da matéria orgânica são verificadas na camada superficial do solo (FARIA et al., 2008; PINHEIRO, 2007; FREIXO et al., 2002).

Apesar de esta variável apresentar correlação com folha decomposta em 0-10 cm ( $r=0,61$ ;  $p=0,0072$ ) (Tabela 4) e em 10-20 cm ( $r=0,47$ ;  $p=0,0487$ ) (Tabela 5), ela se mostrou mais sensível as alterações ambientais do que folha decomposta.



**Figura 16:** Fração leve livre (FLL) da matéria orgânica do solo, nas profundidades de 0-10 cm (a) e de 10-20 cm (b) nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

### 4.2.4. Sistema radicular

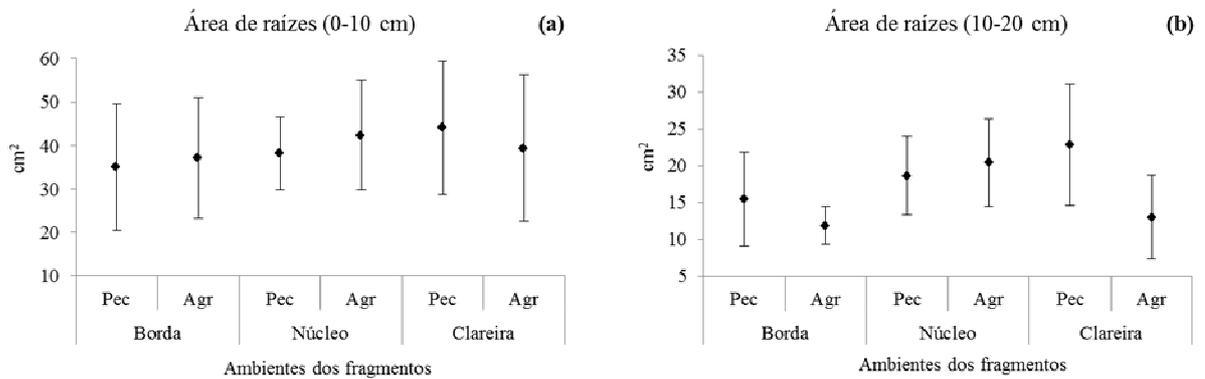
A área de distribuição do sistema radicular, na profundidade de 0-10 cm não apresentou diferença estatística entre os fragmentos com diferentes usos do solo no entorno em nenhum dos ambientes (Figura 15, a). Entretanto, na profundidade de 10-20 cm, no ambiente de clareira observa-se que os fragmentos com entorno de pecuária apresentaram maior média de área de distribuição de raízes ( $22,9 \text{ cm}^2$ ) em relação aos fragmentos com entorno de agricultura ( $13,0 \text{ cm}^2$ ). Na borda ocorre uma tendência de repetição deste mesmo padrão (Figura 15, b).

Ambientes de borda e clareira são tipicamente representados por uma maior abundância de espécies pioneiras. Entretanto, ambientes que foram submetidos a um menor impacto apresentam indivíduos de maior área basal e maior presença de espécies secundárias tardias. Observando a Tabela 6 é possível notar que os ambientes de clareira das áreas com pecuária apresentam maior área basal e densidade relativa de secundárias tardias, podendo conferir maior área de distribuição de sistema radicular.

O tipo de uso do solo no entorno dos fragmentos muitas vezes determina a intensidade que os efeitos de área, distância e de borda irão se pronunciar (GASCON et al., 1999). Em estudo realizado por Uzêda et al. (2011) na mesma paisagem, observaram uma correlação

negativa entre perímetro limítrofe com uso de agricultura e indivíduos de espécies secundárias tardias. Alguns estudos em relação à biomassa de raízes finas relatam que a quantidade de raízes finas pode variar de acordo com a composição de espécies vegetais (LEUSCHNER et al., 2007; FINÉR et al., 2007; FINÉR et al., 2011). O que permite inferir que as áreas de vegetação nativa com uso extensivo no seu entorno, por possuir uma composição florística com predominância de espécies em estágio sucessional mais avançado, possuem maior área de distribuição de sistema radicular em 10-20 cm.

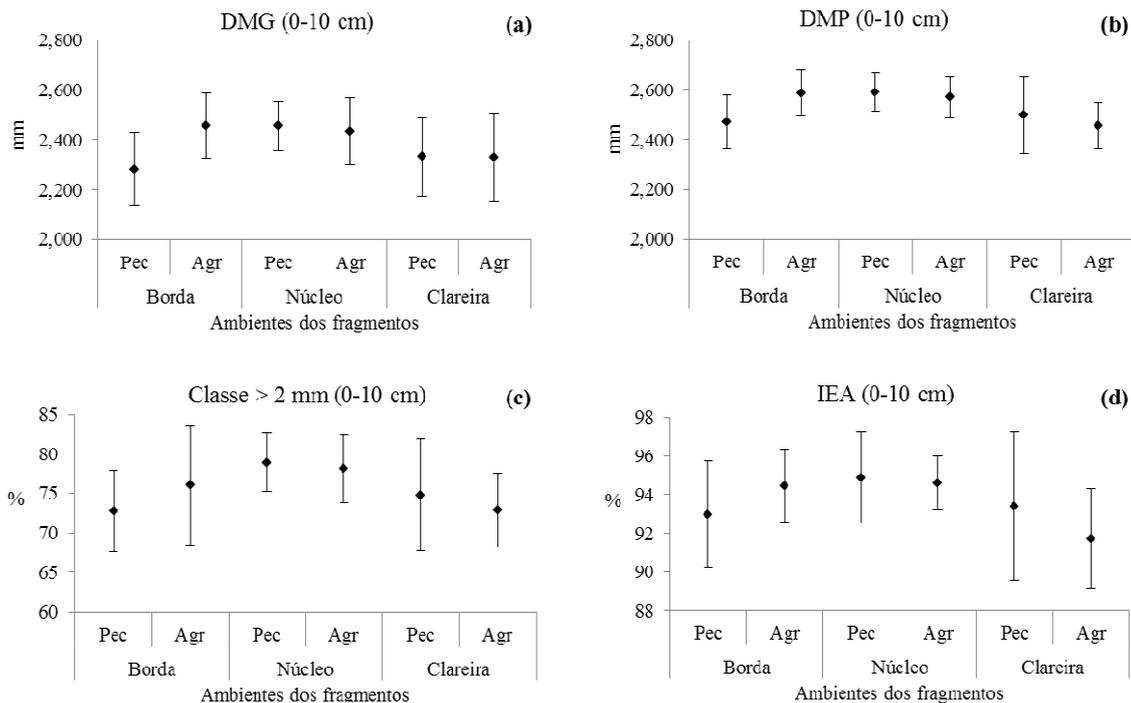
Possivelmente em áreas de mata vizinhas a usos do solo com agricultura intensiva pode ocorrer deriva de fertilizantes para os fragmentos vizinhos (CHABRERIE et al., 2013). Consequentemente com maior fertilidade ocorre uma menor quantidade de biomassa de raízes finas (VOGT et al., 1996; FINÉR et al., 2007). Desta forma pode-se inferir que a deriva de fertilizantes para o fragmento de mata irá aumentar a fertilidade do solo, que por sua vez poderá interferir na distribuição de raízes ao longo do perfil do solo nestas áreas. Com isso áreas de mata vizinhas a uso agrícola intensivo do solo podem limitar o desenvolvimento de raízes na profundidade de 10-20 cm.



**Figura 17:** Área de sistema radicular nas profundidades de 0-10 cm (a) e de 10-20 cm (b) nos ambiente de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

#### 4.2.5. Agregação no solo

A estabilidade dos agregados do solo na profundidade de 0-10 cm apresentou diferença significativa quanto a DMG e DMP no ambiente de borda, onde os fragmentos com entorno de uso agrícola apresentaram maior média (2,457 mm e 2,588 mm, respectivamente) do que os com entorno de pecuária (2,284 e 2,472, respectivamente) (Figura 16, a e b). A menor estabilidade dos agregados na borda das áreas com pastagem no entorno, pode ter ocorrido em virtude da entrada de gado na borda do fragmento, o que pode esta compactando o solo deste ambiente, desfazendo agregados maiores em agregados menores, conferindo menor estabilidade dos agregados. Ferreira et al. (2010) ressaltam que o pisoteio animal pode promover drásticas alterações nos atributos físicos do solo, promovendo a compactação.



**Figura 18:** Índices de estabilidade de agregados: DMG - diâmetro médio geométrico (a); DMP - diâmetro médio ponderado (b); Classe > 2 mm (c); IEA - índice de estabilidade de agregados (d). Na profundidade de 0-10 cm, nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

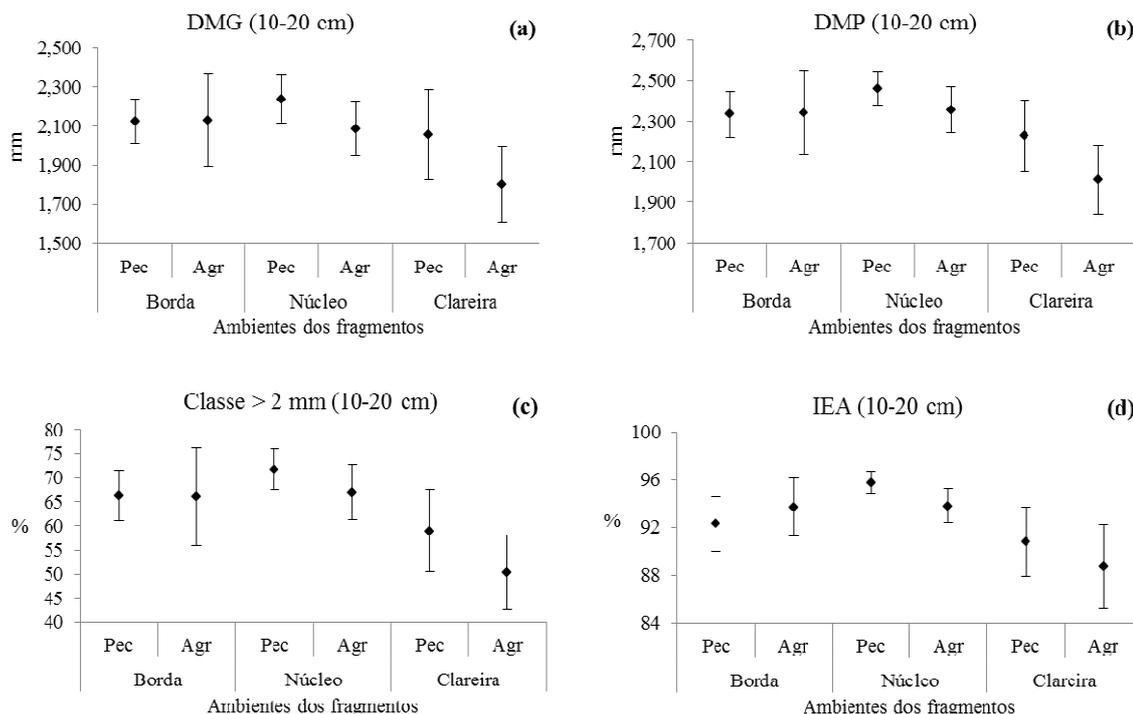
Quanto à profundidade de 10-20 cm, os resultados apontaram diferenças estatísticas nos ambientes de núcleo e de clareira. No núcleo foram observadas diferenças em relação à DMG e IEA, onde as áreas de mata com entorno de pecuária apresentaram médias superiores (2,237 mm e 95,76 %) as áreas com entorno de uso agrícola (2,086 mm e 93,78 %) (Figura 17, a e d). No ambiente de clareira as diferenças foram em relação à DMG, DMP e classe > 2 mm, onde as áreas de mata com entorno de pecuária confirmaram o padrão encontrado para o núcleo e apresentaram maiores médias (2,057 mm, 2,230 mm e 58,95 %) em comparação as áreas com entorno de uso agrícola (1,803 mm, 2,013 mm e 50,31 %) (Figura 17, a, b e c).

A formação e estabilização dos agregados ocorrem mediante a interação contínua de processos físicos, químicos e biológicos (WOHLENBERG et al., 2004; ALVARO-FUENTES et al., 2008). Com isso através das modificações na sucessão de espécies, como ocorre em razão do efeito de borda (MURCIA, 1995; GASCON et al., 2000) e que pode se acentuar dependendo da intensidade de uso do solo no entorno dos fragmentos (CHABRERIE et al., 2013), podem acarretar alterações na quantidade de raízes finas (FINÉR et al., 2007; FINÉR et al., 2011) e na diversidade de grupos da macrofauna (SILVA et al., 2006; VELÁSQUEZ et al., 2007), que são importantes fatores de formação e estabilização de macroagregados (EDWARDS & BREMNER, 1967; TISDALL & OADES, 1982; SIX et al., 2004; BRAIDA et al., 2011).

As alterações na composição de espécies podem se tornar mais intensas em fragmentos florestais com usos mais intensivos do solo no entorno (GASCON et al., 1999; DONALD & EVANS, 2006; CHABRERIE et al., 2013). Assim provavelmente as diferenças na florística,

observada na Tabela 2, pode ter interferido na interface solo-planta, que por sua vez pode alterar alguns processos relacionados com a formação e estabilização dos agregados.

O resultado encontrado no ambiente de clareira corrobora com o de área de distribuição de raízes. As pesquisas evidenciam a grande influência do sistema radicular sobre a formação e estabilização dos agregados, através da aproximação das partículas, aporte de matéria orgânica e exsudação de substâncias orgânicas (TISDALL & OADES, 1982; SIX et al., 2004; LEÓN-GONZÁLEZ et al., 2007). Além disso, o crescimento de raízes e o aporte de resíduos frescos de planta intensificam a atividade microbiana e aumentam a estabilidade de macroagregados (DENEFF & SIX, 2005).



**Figura 19:** Índices de estabilidade de agregados: DMG - diâmetro médio geométrico (a); DMP - diâmetro médio ponderado (b); Classe > 2 mm (c); IEA - índice de estabilidade de agregados (d). Na profundidade de 10-20 cm, nos ambientes de borda, núcleo e clareira em fragmentos florestais na bacia Guapi-Macacu (RJ), com dois usos do solo no entorno (Agr: agricultura; Pec: pecuária).

Entretanto, a grande variabilidade dos valores relacionados a área de distribuição de sistema radicular não permite uma explicação mais robusta quanto aos resultados encontrados para estabilidade de agregados, embora eles confirmem a hipótese, que o uso intensivo no entorno reduz a capacidade das áreas de mata quanto a manutenção da agregação do solo na profundidade de 10-20 cm.

As diferenças na estabilidade dos agregados se tornam mais claras nos ambiente de núcleo e clareira, uma vez que as áreas de borda apresentam um viés quanto ao uso do solo no entorno, ligado ao pisoteio animal neste ambiente.

### 4.3. Análise Sistêmica dos Dados

Através da análise de correlação de Pearson foi realizada uma avaliação das variáveis duas a duas visando o entendimento mais acurado dos processos estudados. Devido a amostragem de textura, FLL, distribuição de sistema radicular e estabilidade dos agregados terem ocorrido em duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm), foram realizadas duas análises de correlação, a primeira com os dados das variáveis citadas na profundidade de 0-10 cm (Tabela 4) e a segunda com os dados de 10-20 cm (Tabela 5).

É importante ressaltar que na profundidade de 0-10 cm a argila não apresentou correlação com nenhum dos índices de agregação avaliados (Tabela 4) e em 10-20 cm só apresentou correlação com IEA ( $r= 0,44$ ;  $p= 0,0678$ ) (Tabela 5). Sendo um forte indicativo que a argila não interferiu nos resultados apresentados de estabilidade de agregados.

Observa-se que a fração folha decomposta no final da estação seca apresenta correlação significativa e positiva com FLL na profundidade de 0-10 cm ( $r= 0,61$ ;  $p= 0,0072$ ) (Tabela 4) e de 10-20 cm ( $r= 0,47$ ;  $p= 0,0487$ ) (Tabela 5). Como já foi relatado esta fração mostra-se sensível ao apote de serapilheira (FREIXO et al., 2000; PINHEIRO, 2007). Possivelmente a fração folha decomposta do estoque de serapilheira tem maior contribuição neste compartimento da MOS.

Os índices de agregação avaliados apresentaram na profundidade de 0-10 cm uma correlação significativa e positiva com área de distribuição de raízes, sendo DMP ( $r= 0,4$ ;  $p= 0,0977$ ), DMG ( $r= 0,44$ ;  $p= 0,0692$ ) e classe  $> 2$  mm ( $r= 0,54$ ;  $p= 0,0197$ ) (Tabela 4), indicando que nesta profundidade as raízes tiveram forte influencia no processo de agregação do solo. A grande impotência que as raízes exercem sobre a agregação do solo é relatada nas pesquisa, a partir de características como a exsudação de substâncias orgânicas, decomposição de raízes mortas e envolvimento físico de microagregados do solo por raízes (SILVA & MIELNICZUK, 1997; SIX et al., 2004; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011).

A área de distribuição de sistema radicular na profundidade de 10-20 cm apresentou correlação positiva com densidade relativa de secundárias tardias (DrSt) ( $r=0,51$ ;  $p= 0,0313$ ), área basal de secundárias tardias (ABSt) ( $r= 0,66$ ;  $p= 0,0028$ ) e dominância de secundárias tardias (DomSt) ( $r= 0,59$ ;  $p= 0,0106$ ) e apresentou correlação negativa com dominância de pioneira (DomPi) ( $r= -0,42$ ;  $p= 0,0856$ ) (Tabela 5). Confirmando inferências anteriores quanto às espécies secundárias tardias apresentarem maior contribuição de sistema radicular na profundidade de 10-20 cm. Sendo possível afirmar que fragmentos florestais com estágios mais avançados de sucessão possuem maior área de sistema radicular em subsuperfície, o que pode favorecer os processos de formação e estabilização dos agregados do solo (TISDALL & OADES, 1982; SIX et al., 2004), aumentam a atividade microbiana e a estabilidade de macroagregados (DENEFF & SIX, 2005) conferindo maior proteção do solo contra erosão (NEVES et al., 2006; MATOS et al., 2008).

É importante salientar, entretanto, que nessa profundidade (10-20 cm) não foi encontrado uma correlação significativa entre distribuição de raízes e os índices de estabilidade de agregados, o que pode evidenciar a existência de outros vetores envolvidos na agregação, que podem esta sendo mais determinante.

**Tabela 4:** Análise de correlação de Pearson para profundidade de 0-10 cm, entre as variáveis: DMP - diâmetro médio ponderado; DMG - diâmetro médio geométrico; Clas2 - classe > 2 mm; FLL - fração leve livre; Raiz; (Estoque de serapilheira na estação chuvosa - 1 e na estação seca - 2 em: TotFra - total das frações, FI - percentual de folha inteira, FD - percentual de folha decomposta, ER - estrutura reprodutiva, G - galho); Dr - Densidade relativa, AB - área basal, Dom - dominância relativa e VI - valor de importância das categorias sucessionais pioneira (Pi), secundária inicial (Si) e secundária tardia (St).

	DMP	DMG	Clas2	IEA	FLL	Raiz	TotFra1	FI1	FD1	ER1	G1	TotFra2	FI2	FD2	ER2	G2	DrPi	ABPi	DomPi	DrSi	ABSi	DomSi	DrSt	ABSt	DomSt	Areia	Argila
DMG	0,91**																										
Clas2	0,93**	0,83**																									
IEA	0,73**	0,43*	0,68**																								
FLL	-0,18	0,10	-0,10	-0,34																							
Raiz	0,40*	0,44*	0,54**	0,18	0,12																						
TotFra1	-0,27	-0,23	-0,23	-0,18	0,24	-0,11																					
FI1	-0,08	-0,03	-0,19	0,08	0,31	-0,43*	-0,01																				
FD1	-0,16	-0,12	-0,12	0,08	0,25	-0,18	-0,22	0,25																			
ER1	0,12	0,16	-0,12	0,03	-0,17	-0,21	-0,07	0,39	-0,19																		
G1	0,11	0,06	0,18	-0,09	-0,21	0,30	0,23	-0,5**	-0,9**	-0,23																	
TotFra2	-0,28	-0,23	-0,22	-0,19	0,17	0,03	0,62**	0,20	-0,31	0,14	0,22																
FI2	0,01	-0,04	0,01	0,20	-0,01	0,17	-0,02	0,03	-0,10	0,29	-0,02	0,33															
FD2	-0,12	0,06	-0,13	-0,15	0,61**	-0,08	0,11	0,17	0,65**	-0,02	-0,63**	-0,27	-0,24														
ER2	-0,01	-0,09	-0,09	0,23	-0,11	0,10	0,18	0,20	0,08	0,41*	-0,25	0,48**	0,33	-0,19													
G2	0,12	0,00	0,17	-0,01	-0,52**	0,00	-0,20	-0,27	-0,65**	-0,23	0,73**	-0,03	-0,08	-0,83**	-0,38												
DrPi	-0,02	-0,09	-0,10	0,12	-0,19	-0,41*	0,15	-0,14	0,21	0,23	-0,27	0,06	0,27	0,21	0,09	-0,29											
ABPi	0,03	-0,11	0,03	0,15	-0,43*	-0,24	0,06	-0,4*	0,17	0,18	-0,18	-0,11	0,08	0,18	0,01	-0,19	0,83**										
DomPi	0,10	0,11	0,01	0,04	-0,12	-0,37	0,07	-0,29	0,20	0,14	-0,21	-0,21	0,05	0,36	-0,18	-0,26	0,91**	0,82**									
DrSi	-0,20	0,01	-0,15	-0,29	0,67**	0,14	-0,04	0,17	0,20	-0,13	-0,16	0,01	-0,13	0,34	0,04	-0,33	-0,44*	-0,52**	-0,35								
ABSi	-0,32	-0,42*	-0,26	-0,06	-0,06	-0,07	-0,44	0,27	0,17	-0,10	-0,16	-0,03	-0,14	-0,23	0,17	0,15	-0,51**	-0,39	-0,63**	0,44*							
DomSi	-0,32	-0,19	-0,25	-0,27	0,49**	0,03	-0,28	0,22	0,30	-0,23	-0,22	-0,11	-0,15	0,22	-0,06	-0,15	-0,46*	-0,52**	-0,43*	0,9**	0,7**						
DrSt	0,12	0,00	0,16	0,11	-0,31	0,13	-0,04	0,07	-0,25	-0,25	0,33	-0,13	-0,30	-0,36	-0,27	0,52**	-0,50	-0,33	-0,48**	-0,49**	0,09	-0,32					
ABSt	0,23	0,08	0,24	0,31	-0,26	0,08	0,12	0,31	-0,13	0,06	0,06	0,06	-0,18	-0,21	0,07	0,19	-0,33	-0,15	-0,41*	-0,53**	0,03	-0,45*	0,85**				
DomSt	0,21	0,12	0,21	0,18	-0,09	0,11	0,32	0,25	-0,23	0,00	0,19	0,15	-0,25	-0,14	-0,06	0,20	-0,35	-0,24	-0,39	-0,45*	-0,15	-0,45*	0,82**	0,91**			
Areia	-0,10	-0,33	-0,16	0,05	-0,76**	-0,13	-0,03	-0,27	-0,44*	0,26	0,35	0,10	-0,07	-0,58**	0,25	0,44*	0,01	0,31	-0,10	-0,55**	0,23	-0,42*	0,37	0,40	0,25		
Argila	0,01	0,25	0,08	-0,12	0,78**	0,12	0,20	0,21	0,41*	-0,25	-0,33	0,02	0,09	0,6**	-0,12	-0,52**	0,09	-0,22	0,17	0,49**	-0,35	0,29	-0,42**	-0,41*	-0,24	-0,96**	
Sílte	0,23	0,32	0,23	0,17	0,25	0,05	-0,41	0,29	0,27	-0,16	-0,24	-0,31	0,00	0,19	-0,43*	0,04	-0,25	-0,35	-0,15	0,39	0,26	0,55**	-0,03	-0,15	-0,16	-0,53**	0,27

\* significativo a 10 % de probabilidade e \*\*significativo a 5 % de probabilidade

**Tabela 5:** Análise de correlação de Pearson para profundidade de 10-20 cm, entre as variáveis: DMP - diâmetro médio ponderado; DMG - diâmetro médio geométrico; Clas2 - classe > 2 mm; FLL - fração leve livre; Raiz – área de sistema radicular; (Estoque de serapilheira na estação chuvosa - 1 e na estação seca - 2 em: TotFra - total das frações, FI - percentual de folha inteira, FD - percentual de folha decomposta, ER - estrutura reprodutiva, G - galho); Dr - Densidade relativa, AB - área basal, Dom - dominância relativa e VI - valor de importância das categorias sucessionais pioneira (Pi), secundária inicial (Si) e secundária tardia (St).

	DMP	DMG	Clas2	IEA	FLL	Raiz	TotFra1	FI1	FD1	ER1	G1	TotFra2	FI2	FD2	ER2	G2	DrPi	ABPi	DomPi	DrSi	ABSi	DomSi	DrSt	ABSt	DomSt	Areia	Argila
DMG	0,95**																										
Clas2	0,98**	0,91**																									
IEA	0,63**	0,46*	0,69**																								
FLL	-0,11	-0,15	-0,06	0,22																							
Raiz	0,31	0,25	0,27	0,15	0,08																						
TotFra1	-0,01	0,05	0,04	-0,04	0,26	0,07																					
FI1	-0,47**	-0,48**	-0,44*	-0,17	0,3	0,06	-0,01																				
FD1	-0,26	-0,32	-0,23	0,32	0,22	-0,43*	-0,22	0,25																			
ER1	0,06	0,14	0,01	-0,11	-0,14	0,16	-0,07	0,39	-0,19																		
G1	0,28	0,31	0,27	-0,24	-0,19	0,34	0,23	-0,5**	-0,9**	-0,23																	
TotFra2	-0,22	-0,08	-0,24	-0,43*	0,34	0,26	0,62**	0,2	-0,31	0,14	0,22																
FI2	0,01	0,22	-0,14	-0,26	0,05	0,24	-0,02	0,03	-0,1	0,29	-0,02	0,33															
FD2	-0,12	-0,22	-0,03	0,47**	0,47**	-0,31	0,11	0,17	0,65**	-0,02	-0,63**	-0,27	-0,2														
ER2	0,1	0,19	0,06	0,05	-0,04	0,13	0,18	0,2	0,08	0,41*	-0,25	0,48**	0,33	-0,19													
G2	0,06	0,08	0,02	-0,44*	-0,44*	0,2	-0,2	-0,27	-0,65**	-0,23	0,73**	-0,03	-0,1	-0,83	-0,38**												
DrPi	0,23	0,37	0,2	-0,04	-0,19	-0,34	0,15	-0,14	0,21	0,23	-0,27	0,06	0,27	0,21	0,09	-0,29											
ABPi	0,39	0,41*	0,36	0,15	-0,33	-0,14	0,06	-0,4*	0,17	0,18	-0,18	-0,11	0,08	0,18	0,01	-0,19	0,83**										
DomPi	0,35	0,43*	0,35	0,16	-0,14	-0,42*	0,07	-0,29	0,2	0,14	-0,21	-0,21	0,05	0,36	-0,18	-0,26	0,91**	0,82**									
DrSi	-0,24	-0,29	-0,19	0,1	0,52**	-0,29	-0,04	0,17	0,2	-0,13	-0,16	0,01	-0,1	0,34	0,04	-0,33	-0,44*	-0,52**	-0,35								
ABSi	-0,41*	-0,5**	-0,41*	-0,3	-0,09	0	-0,44*	0,27	0,17	-0,1	-0,16	-0,03	-0,1	-0,23	0,17	0,15	-0,51**	-0,39	-0,63**	0,44*							
DomSi	-0,43*	-0,49**	-0,39	-0,1	0,31	-0,31	-0,28	0,22	0,3	-0,23	-0,22	-0,11	-0,2	0,22	-0,06	-0,15	-0,46*	-0,52**	-0,43*	0,9**	0,7**						
DrSt	-0,1	-0,2	-0,08	-0,08	-0,24	0,51**	-0,04	0,07	-0,25	-0,25	0,33	-0,13	-0,3	-0,36	-0,27	0,52	-0,5**	-0,33	-0,48**	-0,49**	0,09	-0,32					
ABSt	0,02	-0,08	0,04	0,08	-0,13	0,66**	0,12	0,31	-0,13	0,06	0,06	0,06	-0,2	-0,21	0,07	0,19	-0,33	-0,15	-0,41*	-0,53**	0,03	-0,45	0,85**				
DomSt	0	-0,07	0,05	0,06	0	0,59**	0,32	0,25	-0,23	0	0,19	0,15	-0,3	-0,14	-0,06	0,2	-0,35	-0,24	-0,39	-0,45*	-0,15	-0,45	0,82**	0,91**			
Areia	0,09	0,15	0,04	-0,51**	-0,6**	0,22	0,03	-0,14	-0,51**	0,3	0,39	0,2	0,04	-0,71**	0,26	0,54**	0,03	0,19	-0,11	-0,44*	0,27	-0,31	0,28	0,28	0,17		
Argila	-0,06	-0,06	-0,03	0,44*	0,63**	-0,27	0,01	0,15	0,49**	-0,21	-0,4*	-0,02	0,08	0,59**	-0,06	-0,54**	0,09	-0,12	0,17	0,44*	-0,29	0,27	-0,43*	-0,37	-0,3	-0,93**	
Silte	-0,15	-0,31	-0,08	0,27	0,1	0,06	-0,14	0,04	0,21	-0,3	-0,1	-0,49**	-0,3	0,48**	-0,56**	-0,12	-0,32	-0,24	-0,15	0,14	0,03	0,22	0,3	0,14	0,27	-0,43**	0,06

\* significativo a 10 % de probabilidade e \*\*significativo a 5 % de probabilidade

## 5. CONCLUSÕES

A avaliação voltada ao planejamento e gestão da sustentabilidade de uma paisagem multifuncional depende de uma abordagem envolvendo aspectos relacionados à conservação e a produção.

Tomando como base fragmentos de diferentes tamanhos com entorno de uso agrícola e de pecuária foi possível concluir que:

- i. Quando avaliado o tamanho do fragmento foi possível notar que remanescentes de maior tamanho apresentam maiores índices de agregação do solo em ambas as profundidades.
- ii. A estabilidade dos agregados do solo na profundidade de 0-10 cm foi determinada pela área de distribuição de sistema radicular.
- iii. Na profundidade de 10-20 cm ainda que detectada maior agregação, não foi possível explicar através das variáveis estudadas o processo determinante.
- iv. Quando considerados os usos do solo no entorno das áreas estudadas é possível notar que as maiores variações são na profundidade de 10-20 cm. Nesta profundidade os ambientes de núcleo e clareira das áreas com entorno de pecuária mostraram maior estabilidade de agregados.
- v. A participação do sistema radicular no processo de agregação foi clara apenas para o ambiente de clareira em 10-20 cm. A grande variabilidade encontrada foi limitante na confirmação de tendências observadas nos demais ambientes.
- vi. Na profundidade de 0-10 cm os fragmentos com entorno de pecuária apresentaram menor estabilidade dos agregados do solo na borda.
- vii. Os fragmentos menores e os com entorno de uso agrícola apresentaram maior quantidade de FLL em ambas as profundidades avaliadas.
- viii. Apesar das lacunas de informação existentes relacionadas aos processos de agregação, são claras as interferências geradas pela perda de habitat (redução do tamanho do fragmento) e pelos vetores de ampliação do efeito de borda oriundo do uso mais intensivo do solo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AN, S.; AXEL M.; MAYER H.; BLUM W. E.H. Soil microbial parameters and stability of soil aggregate fractions under different grassland communities on the Loess Plateau, China. **Catena**, Amsterdã, v. 81, p. 226–233, 2010.
- ALMEIDA, A.; BATISTA, J. L.; DAMASCENA, L. S.; ROCHA, W. J. S. A. F. Análise sobre a fragmentação dos remanescentes de Mata Atlântica na APA do Pratigi para identificar as áreas com maiores potenciais para a construção de corredores ecológicos baseados no método AHP. **Revista AGIR de Ambiente e Sustentabilidades**, Ibirapitanga, v. 2, n. 3, p. 31-43, 2010.
- ALVARO-FUENTES, J.; ARRUE, J.L.; CANTERO-MARTINEZ, C; LOPEZ, M.V. Aggregate breakdown during tillage in a Mediterranean loamy soil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 101, p. 62-68, 2008.
- BASSO, C. J.; REINERT, D. J. Variação da agregação induzida por plantas de cobertura de solo no inverno e plantio direto de milho em um solo Podzólico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n.4, p. 567- 571, 1998.
- BOCHNER, J.K.; FERNANDES, M.M.; PEREIRA, M.G.; BALIEIRO, F. de C.; SANTANA, I.K. da S. Matéria orgânica e agregação de um Planossolo sob diferentes coberturas florestais. **Cerne**, Lavras v. 14, p. 46-53, 2008.
- BORIE, F.; RUBIO, R.; MORALES, A. Arbuscular mycorrhizal fungi and soil aggregation. **Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal**, Temuco, v.8, n.2, p. 9-18, 2008.
- BURRI, K.; GRAF, F.; BÖLL, A. Revegetation measures improve soil aggregate stability: a case study of a landslide area in Central Switzerland. **Forest Snow and Landscape Research**, Birmensdorf, v. 82, n. 1, p. 45–60, 2009.
- BRAIDA, J. A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M. Matéria orgânica e seu efeito na física do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, vol. VII, 2011.
- CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.
- CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M. F.; FONSECA, I. C. B. 2002. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 65, p. 45-51, 2002.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 527–538, 1998.

\_\_\_\_\_. Centro de Informação da Baía de Guanabara. PDBG. Disponível em: <<http://www.cibg.rj.gov.br/pag.asp?pag=4>>. Acesso em maio de 2011.

CHABRERIE, O.; JAMONEAU, A.; GALLET-MORON, E.; DECOCQ, G. Maturation of forest edges is constrained by neighbouring agricultural land management. **Journal of Vegetation Science**, Berlim, v. 24, p. 58-69, 2013.

DANTAS, J. R. C.; ALMEIDA, J. R.; LINS, G. A. Impactos ambientais na bacia hidrográfica de Guapi/Macacu e suas consequências para o abastecimento de água nos municípios do leste da baía de Guanabara. Rio de Janeiro: CETEM, 2007. 16 p. (Série Gestão e Planejamento Ambiental, v. 10, n7).

DENEF, K.; SIX, J. Clay mineralogy determines the importance of biological versus abiotic processes for macroaggregate formation and stabilization. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 56, p. 469–479, 2005.

DIDHAM R. K. Altered leaf-litter decomposition rates in tropical forest fragments. **Oecologia**, Berlin, v. 116, p.397-406, 1998.

DONALD, P. F.; EVANS, A. D. Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environment schemes. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 43, p. 209-218, 2006.

Dossiê Mata Atlântica 2001: Projeto Monitoramento Participativo da Mata Atlântica. Disponível em: <[http://www.socioambiental.org/inst/pub/detalhe\\_down\\_html?codigo=54](http://www.socioambiental.org/inst/pub/detalhe_down_html?codigo=54)> . Acesso em maio de 2011.

DRIVER, JAMES D.; HOLBEN, WILLIAM E.; RILLIG, MATTHIAS C. Characterization of glomalin as a hyphal wall component of arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 37, p. 101–106. 2005.

DUFRANC, G.; DECHEN,S. C. F.; FREITAS, S. S.; CAMARGO,O. A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois Latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 505-517, 2004.

EDWARDS, A. P.; BREMNER, J. M. Microaggregates in soil. **Journal Soil Science**, New Brunswick, v. 18, p. 64-73, 1967.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p.

ESPIG, S. A.; FREIRE, F. J.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, M. B. G. S.; ESPIG, D. B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

FANTE JR. L.; REICHARDT K.; JORGE L. A. C.; BACCHI O. O. S. Distribuição do sistema radicular de uma cultura de aveia forrageira. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 1091-1100, 1999.

FARIA, G. E.; BARROS N. F.; NOVAIS R. F.; SILVA I. R.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico total e frações da matéria orgânica do solo em diferentes distâncias do tronco de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 265-277, 2008.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; MOURA, I. B.; GODOY, M. D. P. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu. **Documentos 105**.

FINÉRA, L.; OHASHI, M.; NOGUCHI, K.; HIRANO, Y. Factors causing variation in fine root biomass in forest ecosystems. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, p. 265-277, 2011.

FINÉR, L.; HELMISAARI, H. S.; LÖHMUS, K.; MAJDI, H.; BRUNNER, I.; BØRJA, I.; ELDHUSET, E.; GODBOLD, D.; GREBENC, T.; KONÓPKA, B.; KRAIGHER, H.; MÖTTÖNEN, M. R.; OHASHI, M.; OLEKSYN, J.; OSTONEN, I.; URI, V.; E. VANGUELOVA. Variation in fine root biomass of three European tree species: Beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). **Plant Biosystems**, Londres, v. 141, p. 394-405, 2007.

FISCHER & LINDENMAYER. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, Camberra, v. 16, p. 265-280, 2007.

FLORES, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2164-2172, 2008.

FRAZÃO L. A.; SANTANA I. K. S.; CAMPOS D. V. B.; FEIGL B. J.; CERRI C. C. Estoques de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.10, p.1198-1204, 2010

FREIXO A. A.; CANELLAS L. P.; MACHADO P. L. O. A. Propriedades espectrais da matéria orgânica leve-livre e leve intra-agregado de dois latossolos sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 445-453, 2002.

GALETTI, M., PARDINI, R., DUARTE, J.M.B., SILVA, V.M.F., ROSSI, A. & PERES, C.A. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, vol. 10, n. 4, p. 47-52, 2010.

GASCON, C.; LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD JR., R. O.; MALCOLM, J. R.; STOUFFER, P. C.; VASCONCELOS, H. L.; LAURANCE, W. F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 91, p. 223-229, 1999.

GASCON, C.; WILLIAMSON, G. B.; FONSECA, G. A. B. Receding Forest Edges and Vanishing Reserves. **Science**, New York, v. 288, n. 5470, p. 1356 – 1358, 2000.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; PEREIRA, G. H. A.; GONDIM, F. R.; SILVA, E. M. R. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

GUGGENBERGER, G.; ELLIOTT, E.T.; FREY, S.D.; SIX, J.; PAUSTIAN, K. Microbial contributions to the aggregation of a cultivated grassland soil amended with starch. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 31, p. 407-419, 1999.

HEID, D. M.; VITORINO, A. C. T.; TIRLONI, C.; HOFFMANN, N. T. K. Frações orgânicas e estabilidade dos agregados de um latossolo vermelho distroférico sob diferentes usos frações orgânicas e estabilidade dos agregados de um latossolo vermelho distroférico sob diferentes usos. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n. 51, p. 143-160, 2009.

HILL J. L.; CURRAN P. J. Area, Shape and Isolation of Tropical Forest Fragments: Effects on Tree Species Diversity and Implications for Conservation. **Journal of Biogeography**, Estocolmo, v. 30, p. 1391–1403, 2003.

JASTROW, J. D. & MILLER, R. M. Soil Aggregate Stabilization and Carbon Sequestration: Feedbacks through organomineral associations. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLLET, R. F.; STEWART, B. A., eds. **Soil Processes and the Carbon Cycle**. Boca Raton, CRC Press, 1998. p. 207-223.

KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo vermelho-amarelo do cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 732-738, 2010.

KUPFER, J. A.; MALANSON, G. P.; FRANKLIN, S. B. Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. **Global Ecology and Biogeography**, Camberra, v. 15, p. 8–20, 2006.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.; LAURANCE, S.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation**

**Biology**, New York, vol. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LAURANCE, W. F.; SALICRUP, D. P.; DELAMÔNICA, P.; FEARNSIDE, P.M.; D'ANGELO, S.; JEROZOLINSKI, A.; POHL, L.; LOVEJOY, T.E. Rain Forest fragmentation and structure on Amazonian liana communities. **Ecology**, Ithaca, n. 82, p. 105-116, 2001.

LAURANCE, W. F. & VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

LEÓN-GONZÁLEZ, DE F.; GUTIÉRREZ-CASTORENA, M. C.; GONZÁLEZ-CHÁVEZ, M. C. A.; CASTILLO-JUÁREZ, H. Root-aggregation in a pumiceous sandy soil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 142, p. 308–317, 2007.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

LEUSCHNER, C.; MOSER, G.; BERTSCH, C.; RÖDERSTEIN, M.; HERTEL, D. Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. **Basic and Applied Ecology**, Gottingen, v. 8, p. 219-230, 2007.

LIMA, A. M. N.; IVO R. S.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS R. F.; BARROS N. F.; MENDONÇA E. S.; DEMOLINARI, M. S. M.; LEITE, F. P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1053-1063, 2008.

LOSS, A. **Frações orgânicas e agregação do solo em diferentes sistemas de produção orgânico**. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

MADARI, B. E. 2004. FRACIONAMENTO DE AGREGADOS, Procedimento para uma Estimativa Compartimentada do Sequestro de Carbono no Solo. **Embrapa Comunicado técnico 22**. Rio de Janeiro, RJ. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, p. 1-10.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, L. C. C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1221-1230, 2008.

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 211-220, 2006.

MENEZES, C. E. G.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C.; PAULA, R. R.; SOUZA, M. E. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 439-452, 2010.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

MOREL, J. L.; HABIB, L.; PLANTUREUX, S. Influence of maize root mucilage on soil aggregate stability. **Plant and Soil**, New York, v. 136, p. 111-119, 1991.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v.10, p.58-62, 1995.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 183 – 192, 2006.

NEGREIROS, D. H.; ARAÚJO, F. P.; COREIXAS, M. A. “Nossos Rios”. **Instituto Baía de Guanabara**. Niterói, 2002.

NEVES C. S. V. J.; FELLER, C.; KOUAKOUA E. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1410-1415, 2006.

OADES, J. M; GILLMAN, G. P.; UEHARA, G. Interactions of soil matter and variable-change clays. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu, University of Hawaii, NifTAL Project, p. 5-32, 1989.

PARDINI, R.; BUENO, A. A.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **Plos One**, San Francisco, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; ABREU, M. B. Mapeamento do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14, 2009, Natal. Anais. Natal: INPE, 2009, p. 2111-2118.

PINHEIRO, E. F. M. **Frações Orgânicas e Agregação em Latossolo em Função de Sistemas de Preparo do Solo de Oleráceas em Paty do Alferes, RJ**. 2002. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

PINHEIRO, E. F. M. **Fracionamento físico e caracterização da matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais**. 2007. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.

PORTELA, R. C. Q.; SANTOS, F. A. M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.2, p.271-280, 2007.

PROJETO MACACU. Coordenadoria de Recursos hídricos. Disponível em:

www.uff.br/projetomacacu/relatorios/volume\_1\_crh.pd. Acesso em: 15 de abril de 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011. Disponível em: URL <http://www.r-project.org/>.

REID, J. B.; GOSS, M. J. Interactions between soil drying due to plant water use and decreases in aggregate stability caused by maize roots. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.33, n.1, p.47-53, 1982.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 142, p. 1144-1156, 2009.

RILLIG, M. C. & MUMMEY D. L. Mycorrhizas and soil structure. **New Phytologist**, New York, v. 171, p. 41–53, 2006.

ROGALSKI, J. M.; BERKENBROCK, I. S.; REIS, A. M. S.; Sucessão e Manutenção da Diversidade Biológica e da Variabilidade Genética: Ferramentas Básicas para a Restauração Ambiental. In: **Anais Seminário Nacional de Degradação e Recuperação Ambiental**. Paraná/2003.

**Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007. 142p.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**, 3 ed, São Paulo-S.P. Editora Mc Graw – Hill, 2006.

SIDDIKY, M. R. K.; KOHLER J.; COSME, M.; RILLIG, M. C. Soil biota effects on soil structure: Interactions between arbuscular mycorrhizal fungal mycelium and collembolan. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 50, p. 33-39, 2012.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 113-117, 1997.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006.

SILVA, R. F.; BORGES, C. D.; GARIB, D. M.; MERCANTE, F. M. Atributos físicos e teor de matéria orgânica na camada superficial de um Argissolo Vermelho cultivado com mandioca sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2435-2441, 2008.

SILVA, V. V. **Médio Vale do Paraíba do Sul: fragmentação e vulnerabilidade dos remanescentes de Mata Atlântica**. 2002. 123 f. Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2002.

SIQUEIRA, L.P.; MATOS, D.M.S.; PORTELA, R.C.Q.; BRAZ, M.I.G.; SILVA-LIMA, L.;

MATOS, M. B. Using the variances of microclimate variables to determine edge effects in small forest Atlantic Rain Forest fragments, South-Eastern Brazil. **Ecotropica**, Hamburgo, v. 10, p. 59-64, 2004.

SIX, J.; BOSSUYT, H.; DEGRYSE, S.; DENEK, K. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 79, p. 7–31, 2004.

SIX, J.; JASTROW J.D. Soil Organic Matter Turnover. In R. Lal (Ed.). **Encyclopedia of Soil Science**, Marcel Dekker, NY. p. 936-942. 2002.

SOHI, S.; MAHIEU, N.; GAUNT, J. <sup>13</sup>C NMR to verify modelable soil organic matter fractions defined by physical location (CD-ROOM). In: **World Congress of Soil Science**, 16, Montpellier. Proceedings, 1998.

SOS Mata Atlântica, Instituto de Pesquisa Espaciais, 2013. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período de 2010 a 2011. Disponível em: <http://www.sosma.org.br/blog/sos-mata-atlantica-e-inpe-divulgam-novos-dados-sobre-a-situacao-da-mata-atlantica-minas-gerais-e-bahia-sao-campeoes-de-desmatamento>. Acesso em: 15 de janeiro de 2013.

TABARELLI, M; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 181-188, 2005.

TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Edge-effects Drive Tropical Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, New York, v. 40, n. 6, p. 657-661. 2008.

THENG, B.K.G.; TATE, K. R.; SOLLINS, P. Clay-humic interactions and soil aggregate stability. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M.; UEHARA, G. (eds.). **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu, University of Hawaii, NifTAL Project, p. 5-32, 1989.

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

UZÊDA, M. C.; FIDALGO, E. C. C.; IGUATEMY, M. A.; ALVES, R. C.; Explorando as relações entre estrutura da paisagem e atributos de qualidade de fragmentos em região de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa**. 31 p. 2011.

UZÊDA, M. C. Planejamento Participativo da Paisagem Agrícola da Bacia do Rio Macacu com Base em Práticas Agroecológicas de Cultivo. Embrapa Agrobiologia. Macroprograma 6. 2008.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. **Interciência**, Rio de Janeiro, 2000. 117 p.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE A. A.; PERECIN, D.; JORGE L. A. C.; LANDELL M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p. 849-858, 2003.

VELÁSQUEZ, E.; PELOSI, C.; BRUNET, D.; GRIMALDI, M.; MARTINS, M.; RENDEIRO, A. C.; BARRIOS, E.; LAVELLE, P. This ped is my ped: Visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates. **Pedobiologia**, Amsterdam, v. 51, p. 75-87, 2007.

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, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991, 124 p.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 213-223, 2011.

VIDAL M. M.; PIVELLO V. R.; MEIRELLES S. T.; METZGER J. P. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 521-532, 2007.

VOGT, K. A.; VOGT, D. J.; PALMIOTTO, P.A.; BOON, B.; O' HARA, J.; ASBJORNSEN, H. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. **Plant and Soil**, New York, v. 187, p. 159-219, 1996.

WRIGHT, S. F.; FRANKE-SNYDER, F. M.; MORTON, J. B.; UPADHYAYA A. Time-course study and partial characterization of a protein on arbuscular mycorrhizal hyphae during active colonization of roots. **Plant and Soil**, New York, v. 181, p. 193–203, 1996.

WILSON, G. W. T.; RICE, C. W.; RILLIG, M. C.; SPRINGER, A; HARTNETT, D. C. Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments. **Ecology Letters**, New York, v. 12, p. 452-461, 2009.

WOHLENBERG E. V.; REICHERT J. M.; REINERT D. J.; BLUME E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de cultura sem rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 891-900, 2004.

ZONTA, E.; BRASIL, F.; GOI, S.R. & ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M.S., ed. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 442 p.