



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

Avaliação das propriedades químicas, físicas e biológicas em solos de uma topossequência sob cobertura de eucalipto no *Campus* da UFRRJ.

**ALINE DAMASCENO DE AZEVEDO**

**ORIENTADOR:**

**MARCOS GERVASIO PEREIRA**

Seropédica, RJ  
Agosto, 2007.

**ALINE DAMASCENO DE AZEVEDO**

**Avaliação das propriedades químicas, físicas e biológicas em solos de uma topossequência sob cobertura de eucalipto no *Campus* da UFRRJ.**

**Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.**

*Sob a orientação do Professor*

**MARCOS GERVASIO PEREIRA**

Seropédica, RJ  
Agosto, 2007.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**Avaliação das propriedades químicas, físicas e biológicas em solos de uma topossequência sob cobertura de eucalipto no *Campus* da UFRRJ.**

Monografia aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**PROF. Marcos Gervasio Pereira**  
**ORIENTADOR**  
**DS/IA/UFRRJ**

---

**Dr<sup>a</sup>. Maria Elizabeth Fernandes Correia**  
**Membro Titular**  
**Embrapa Agrobiologia**

---

**PROF. Alexandre Ravelli Neto**  
**Membro Titular**  
**DS/IA/UFRRJ**

## RESUMO

A rápida expansão da atividade florestal para fins comerciais e a produção em larga escala pela crescente demanda da matéria-prima madeireira tornou necessário a realização de estudos que aprimorassem a grande produção e garantissem o suprimento de tal demanda. Um dos principais gêneros utilizados para o reflorestamento hoje no Brasil e no mundo é o eucalipto, principalmente por sua boa produtividade e capacidade de adaptação a diversas condições de ambiente. Entretanto, torna-se fundamental que se estabeleça a qualidade do ambiente nos plantios comerciais, que se conheçam as condições de desenvolvimento da cultura e sua relação com o ambiente em que está se desenvolvendo. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o comportamento dos principais indicadores que podem contribuir para se observar um padrão de qualidade em diferentes tipos de solos, sob uma cobertura florestal homogênea de *Eucalyptus urophylla*. Este trabalho foi realizado em uma topossequência com plantio de eucalipto, em três diferentes porções da paisagem e uma classe de solo diferente para cada terço desta paisagem: no Terço Superior, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO; Terço Médio, ARGISSOLO AMARELO e Terço Inferior, PLANOSSOLO HÁPLICO. Esperava-se que ocorresse diferença no comportamento entre os atributos físicos, químicos e biológicos de acordo com cada classe de solo. Na classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO estes atributos apresentaram comportamento diferente quando comparado às outras classes de solo devido à sua posição na paisagem e condição textural, o que lhe confere boas condições de drenagem, de estrutura e, conseqüentemente, maior proteção aos nutrientes e ao desenvolvimento dos microrganismos. Já pela análise conjunta das propriedades dos três atributos (químicos, físicos e biológicos) pode-se constatar que o solo mais indicado para o desenvolvimento da cultura, é o encontrado no terço superior da topossequência, ou seja, a classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, tendo em vista que culturas florestais como a do eucalipto apresentam um bom desenvolvimento e boa produtividade sob condições de relevo com boa drenagem e solo com boa estruturação, bem como sua relação com a oferta de nutrientes e a fundamental associação simbiótica com fungos micorrízicos.

## ABSTRACT

The fast expansion of the forest activity for commercial ends and the production in wide scale for the crescent disputes of the wood raw-material turned necessary the achieve of study the study that perfected the great production and it guaranteed the supply of such a demand. One of the main goods used for the reforestation today in Brazil and in the world is the Eucalyptus, mainly for its good productivity and adaptation capacity to the several environment conditions. However, it becomes fundamental that it settles down the quality of the environment in the commercial plantings, to know each other the conditions of development of the culture and its relationship with the environment where it is growing. This research was accomplished with the objective of evaluating the behavior of the main indicators that may contribute to observe a quality pattern in different types of soils, under a homogeneous forest covering of *Eucalyptus urophylla*. This work was accomplished in a following top with eucalyptus planting, with three different portion of the landscape and a class of different soil for each third of this landscape: in the superior third, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO; medium third, ARGISSOLO AMARELO and inferior third, PLANOSSOLO HÁPLICO. The expected is that happens a difference in the behavior among the attributes physical, chemical and biological in agreement with each class of soil. In the class of soil ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO the physical properties, chemistries and biological they present different behavior when compared to the other classes of soil due to its composition in the landscape and condition textural, which checks it good drainage conditions, structure and larger protection to the nutrients and the development of the microorganisms. Already for the united analysis of the three attributes (chemical, physical and biological) it can be verified that the most indicated soil for the development of the culture, it is found in the superior third in the following top, in other words, the soil class ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, knowing that the forest cultures as the one of the eucalyptus present a good development and good productivity under relief conditions with good drainage and soil with good structuring, as well as its relationship with the offer of nutrients and the fundamental symbiotic association with mycorrhizal fungi.

## **Dedicatória**

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, se não tivesse amor eu nada seria”.

“E ainda que distribuísse tudo o que tenho para sustento dos pobres, e ainda que entregasse o meu corpo para ser queimado, e não tivesse amor, nada disso me aproveitaria” .

1ºCoríntios 13: 1 e 3

É com orgulho que dedico esta monografia ao amor dos meus queridos pais, Ivo e Heloisa, à amizade e cumplicidade dos meus irmãos Cris, José Roberto e Michele e a todos os amigos que acreditaram na capacidade do meu esforço.

## Agradecimentos

Agradeço a Deus, pelo sustento espiritual e por ter me dado coragem e força para não desistir;

Aos meus pais Ivo e Heloisa, por terem compreendido minha escolha pela Rural e por terem confiado em mim;

A minha irmã Michele, por ter me cedido o seu computador durante muitos finais de semana;

Ao ilustre e admirável orientador Marcos Gervasio Pereira pela competência, paciência nas minhas correções e pelo seu amor naquilo que faz e acredita, muito obrigada!!!

Ao meu amigo Padre Montenegro, no qual seus quase 80 anos me ensinaram a ter os pés no chão e sua firmeza, lucidez, alegria e exemplo de espiritualidade, me levaram mais pra perto de Deus;

Aos amigos da “Família São José” que me ajudaram e me apoiaram nos momentos em que a realidade quase me fez desistir deste sonho;

A todos os amigos do Rio, por terem suportado a minha ausência e ao primo Levi pela ajuda;

As amigas de quarto, Giselle Carrara e Libia Marquione, pelo tempo de convivência, união e amizade e por terem aturado minhas crises de TPM;

Aos amigos Aline Nahanna, Ademir, Arcângelo Loss e Nathalia Zatorre, pela ajuda nas coletas e análises e pela paciência por todas as vezes que eu tentei “explodir” o laboratório;

Ao professor Alexandre Ravelli pelo carinho e amizade;

Ao professor Ricardo Berbara, por ter sido o pioneiro em despertar-me a paixão pela ciência do solo;

Ao professor Jorge Maêda, por estar sempre disposto a me ajudar e por me salvar nas estatísticas;

A toda minha família que, do Rio Grande do Norte ao Rio de Janeiro, torceram por mim e esperaram ansiosos por esta vitória;

A todos os professores e funcionários que contribuíram à minha formação acadêmica;

A Universidade Rural, por ter me acolhido e me tornado profissional, sentirei saudades...

**"O solo não é uma herança que recebemos de nossos pais,  
mas sim um patrimônio que tomamos emprestado de nossos filhos".**

*Lester Brown*

## Índice geral

1. Introdução.....	1
2. Material e Métodos.....	5
2.1. Caracterização da Área de Estudo.....	5
2.2. Histórico do Plantio e Época de Corte.....	8
2.3. Procedimento de campo.....	11
2.4. Métodos para Avaliação dos Atributos Físicos e Químicos.....	12
2.4.1. Avaliação da estabilidade dos agregados.....	12
2.4.2. Avaliação da densidade do solo.....	12
2.4.3. Avaliação do percentual granulométrico das frações minerais do solo.....	12
2.4.4. Avaliação do carbono orgânico total do solo.....	13
2.4.5. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica.....	13
2.4.6. Análise de fertilidade.....	13
2.5. Metodologia para Avaliação dos Atributos Biológicos.....	14
2.5.1. Avaliação da biomassa microbiana do solo.....	14
2.5.2. Avaliação da respiração basal do solo.....	15
2.5.3. Avaliação do quociente metabólico.....	15
2.5.4. Avaliação do aporte de serrapilheira.....	15
2.5.5. Avaliação da densidade de esporos de fungos micorrízicos.....	15
2.6. Análise dos Resultados.....	16
3. Resultados e Discussão.....	17
3.1. Granulometria, Fertilidade e Densidade do solo.....	17



3.2. Aporte e Carbono de Serrapilheira e o Carbono do Solo.....	19
3.3. A Estabilidade dos Agregados.....	19
3.4. Avaliações Microbiológicas do Solo.....	21
4. Conclusão.....	25
5. Referências Bibliográficas.....	26
6. Anexo.....	30

## Índice de figuras

Figura 1 – Inter-relação entre os microrganismos, matéria orgânica e agregação e a interferência do manejo do solo.....	4
Figura 2 – Esquema representativo do perfil topográfico da área de estudo, onde se observa três diferentes sítios, sob vegetação única de <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	6
Figura 3 – Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.....	7
Figura 4 – Perfil de ARGISSOLO AMARELO.....	7
Figura 5 – Perfil de PLANOSSOLO HÁPLICO.....	8
Figura 6 – Área plantada no terço superior da toposseqüência.....	9
Figura 7 – Área plantada no terço médio da toposseqüência.....	9
Figura 8 – Área plantada no terço inferior da toposseqüência.....	10
Figura 9 – Área do talhão estudado após o corte.....	10
Figura 10 – Croquí esquemático do talhão estudado, <i>campus</i> UFRRJ.....	11
Figura 11 – Biomassa microbiana nas três diferentes classes de solo da toposseqüência.....	23
Figura 12 – Quociente metabólico nas três diferentes classes de solo da toposseqüência.....	24

## Índice de tabelas

Tabela 1 – Caracterização granulométrica e densidade nas diferentes classes de solo encontradas na topossequência (camada 0-10 cm).....	18
Tabela 2 – Fertilidade das diferentes classes de solos encontradas na topossequência (camada 0-10 cm).....	18
Tabela 3 – Matriz de correlação das variáveis apresentadas nas Tabelas 1 e 2.....	19
Tabela 4 – Quantidade de serrapilheira aportada nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).....	20
Tabela 5 – Carbono de cada fração (areia e argila+silte) do solo, carbono orgânico (total) do solo e carbono de serrapilheira nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).....	21
Tabela 6 – Matriz de correlação das variáveis carbono orgânico, quantidade de serrapilheira e percentual de agregados maiores de 2 mm.....	21
Tabela 7 – Percentual de agregados maiores que 2 mm nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).....	21
Tabela 8 – Biomassa microbiana do solo, Respiração basal do solo, quociente metabólico e densidade de esporos nas diferentes classes de solo.....	22
Tabela 9 – Matriz de correlação das variáveis apresentadas na Tabela 8.....	22
<b>Anexo:</b>	
Quadro 1 – Valores correlacionados a fertilidade, Ds e texturas.....	30
Quadro 2 – Valores correlacionados a % de agregados > 2 mm, matéria orgânica e aporte de serrapilheira.....	30
Quadro 3 – Valores correlacionados a BMS, qCO <sub>2</sub> e aporte de serrapilheira.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da humanidade está intimamente relacionado ao uso das florestas. Até pouco tempo, a necessidade de madeira era suprida quase que exclusivamente por meio das florestas nativas, cuja destruição tem provocado, muitas vezes, danos irreversíveis a alguns ecossistemas.

Os recursos florestais são fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de um país, pela importância na produção madeireira e não madeireira fortemente demandada pela sociedade como: celulose, papel, energia, mobiliário, construção civil e naval e, dentre outros, como os componentes das indústrias alimentícia e farmacêutica.

Neste contexto, as plantações florestais do Brasil apresentam um papel de destaque nos cenários nacional e internacional. Por essa razão suas espécies ocupam, na atualidade, posição de destaque nos programas mundiais de florestamento e reflorestamento. Como consequência dessa situação, a produção de madeira industrial passa a ser o principal objetivo do manejo de povoamentos constituídos por espécies econômicas do gênero *Eucalyptus*.

Isto ocorre também graças à junção de alguns fatores favoráveis à silvicultura no país, como as condições de solo e clima tropical, o desenvolvimento de tecnologia, além da disponibilidade de áreas para plantio e mão-de-obra.

Essas florestas plantadas visam a garantia do suprimento de matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha, serrados, compensados e lâminas e, painéis reconstituídos (aglomerados, chapas de fibras e MDF). Além dos benefícios diretos dessas utilizações específicas, não se pode, evidentemente, menosprezar a importância indireta dessas plantações florestais, representada pelo papel vital que as plantações de eucalipto estão desempenhando em aliviar a pressão sobre os remanescentes das florestas naturais do país (Lima, 1996).

A importância sócio-econômica do eucalipto, somente para a produção de celulose e papel, no Brasil, é de suma importância não só pelo faturamento e impostos arrecadados, mas também pela oferta de empregos diretos e pela considerável colocação deste subsetor florestal sendo o de maior peso nas exportações. Segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006), o valor total da produção do setor de base florestal em 2005 foi de US\$27,8 bilhões, ou seja, 3,5% do PIB nacional. Em termos de contribuição econômica e social, a indústria de base florestal recolheu impostos da ordem de US\$4,2 bilhões. Estima-se que este setor emprega direta e indiretamente 6,5 milhões de pessoas em todos os segmentos.

A função ecológica desta espécie e sua contribuição ao meio ambiente pode ser vista na eficiência quanto ao sequestro de carbono pelo seu rápido crescimento, o que é de fundamental importância para a diminuição das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

O eucalipto é uma planta originária da Austrália, onde existem mais de 600 espécies. A partir do início do século XX, teve seu plantio intensificado no Brasil, sendo usado durante algum tempo nas ferrovias, como dormentes e lenha para as marfumaças e mais tarde como poste para eletrificação das linhas.

No final dos anos 20, as siderúrgicas mineiras começaram a aproveitar a madeira do eucalipto, transformando-o em carvão vegetal utilizado no processo de fabricação de ferro-gusa. A partir daí, novas aplicações foram desenvolvidas e devido a sua grande capacidade de

adaptação, é encontrado hoje nos mais diversos tipos de solos, ou seja, em solos extremamente pobres, em solos ricos, secos e alagados.

Atualmente, do eucalipto, tudo se aproveita. Das folhas, extraem-se óleos essenciais empregados em produtos de limpeza e alimentícios, em perfumes e até em remédios. A casca oferece tanino, usado no curtimento do couro. O tronco fornece madeira para sarrafos, lambris, ripas, vigas, postes, varas, esteios para minas, mastros para barco, tábuas para embalagens e móveis. Sua fibra é utilizada como matéria-prima para a fabricação de papel e celulose.

Dentre as espécies de eucaliptos plantadas no Brasil, o *Eucalyptus urophylla* além de ser uma das mais comuns (Ferreira, 1999), é a que apresenta maior potencial para expansão devido a sua tolerância ao fungo causador do cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*), a sua boa produtividade e ao seu potencial de utilização para diversos fins como fabricação de celulose e papel, chapas duras, serraria e produção de carvão e outros.

A rápida expansão da atividade de reflorestamento para fins comerciais, tornou o eucalipto a espécie de maior importância para o setor florestal brasileiro e para o mundo atualmente, em virtude de seu rápido crescimento, produtividade, grande capacidade de adaptação e por ter inúmeras aplicações em diferentes setores.

Essa rápida expansão leva à necessidade de estudos que permitam avaliar a qualidade do ambiente nos plantios comerciais. Segundo Correa Neto (2004), pela plasticidade da cultura do eucalipto e também devido à grande diversidade de sítios onde são realizados seus plantios, é de suma importância o entendimento da influência das propriedades edáficas no crescimento e desenvolvimento desta cultura.

A silvicultura com o cultivo do eucalipto de fato está se expandindo e o plantio vai desde as partes mais baixas da paisagem às áreas mais declivosas, que são ocupadas com pastagens degradadas, devido ao limitado valor agropecuário destas topografias e sua maior aptidão florestal. Tais áreas estão naturalmente mais sujeitas à erosão hídrica, a qual reduz a produtividade florestal e impacta os cursos da água. Desta forma, os métodos de preparo de solo devem ser criteriosamente definidos para possibilitar o adequado crescimento inicial das florestas concomitantemente à conservação do solo.

Sabe-se que o solo, quando submetido ao cultivo florestal ou a qualquer forma de cultivo, tende a sofrer alterações nas características de suas propriedades químicas, físicas e biológicas e pode sofrer degradação em seus atributos de tal maneira que suas características iniciais não são mais mantidas, podendo requerer modificações no manejo e nas recomendações de adubação e calagem. De acordo com Paladini & Mielniczuk (1991), a magnitude com que ocorrem alterações depende do tipo de solo e dos sistemas de manejo utilizados. Dessa forma, diferentes sistemas de manejo resultarão, conseqüentemente, em diferentes condições de equilíbrio físico do solo que poderão ser desfavoráveis à conservação do solo e à produtividade das culturas (Silva & Mielniczuk, 1998).

Segundo Doran & Parkin (1994), a relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Portanto, a partir da observação deste comportamento, podem-se considerar estas propriedades como indicadoras de qualidade do solo.

Para que um indicador seja considerado eficiente ele deve ser sensível às variações do manejo, bem correlacionado com as funções desempenhadas pelo solo, capaz de elucidar os processos do ecossistema, compreensível e útil para o agricultor e, de mensuração fácil e barata.

Preferencialmente, devem ser mensurados a campo ou em condições que reflitam a real função que desempenham no ecossistema (Doran & Parkin, 1996).

Esses indicadores podem ser de natureza física, química e biológica e dentre os diversos indicadores existentes destacam-se a estabilidade dos agregados, o carbono e a biomassa microbiana. Estes atributos encontram-se interligados nos processos ecológicos do solo e esta ação em conjunto confere sustentabilidade aos compartimentos ambientais, destacando os indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade do solo, como condição indispensável para a manutenção do sistema de cultivo (Figura 1). De acordo com Silva & Mielniczuk (1997), a complexidade do solo está na dinâmica com que os fatores de natureza física, química e biológica interagem de forma contínua e simultânea.

Para focar as características físicas do solo, destaca-se que os mecanismos de formação dos agregados são influenciados pela matéria orgânica, cuja quantidade irá permitir maior ou menor agregação, resultando em maior ou menor perda do solo (Castro Filho & Logan, 1991) em decorrência da maior resistência à desagregação e dispersão (Wischmeier & Smith, 1965). Além da matéria orgânica, a resistência à desagregação e dispersão também é influenciada pela composição textural do solo (Wischmeier & Mannering, 1969; El-Swaify & Dangler, 1977). A importância da presença de agregados reside, principalmente, na melhoria da distribuição da porosidade do solo que conseqüentemente facilita uma boa circulação de água, melhorando a drenagem e a aeração (Grohmann, 1960).

Tisdall & Oades (1982) mostraram que a matéria orgânica exerce papel importante na formação e estabilização dos agregados do solo, pelas ligações de polímeros orgânicos com superfície inorgânica por meio de cátions polivalentes.

A incorporação da matéria orgânica com o solo é bastante eficaz. Há o favorecimento no desenvolvimento de microorganismos do solo e uma melhor penetração das raízes, o que integra as partículas do solo não permitindo o desagregamento das mesmas.

Os atributos do solo que determinam a estabilidade estrutural estão ligados à textura, à mineralogia das argilas, à matéria orgânica, ao material inorgânico não-cristalino, à composição de fluidos do meio poroso, às plantas e organismos do solo e à profundidade do perfil do solo (Kay & Angers, 1999).

É importante destacar também que a microbiota do solo, principalmente fungos e bactérias, dentre inúmeras funções, exercem papel fundamental na agregação do solo por quantificarem grande parte da biomassa microbiana. Os fungos, além de transportar água e nutrientes, induzem a formação dos agregados por processo físico, dado através do enovelamento das hifas em simbiose com a rizosfera ou, segundo Berbara, et al. (2006) sugere, o fungo pode contribuir para a formação dos agregados do solo através da Glomalina, uma molécula protéica de carga negativa.

A biomassa microbiana pode ser utilizada como um indicador biológico ou como índice de adequação de sustentabilidade de sistemas de produção (Anderson & Domsch, 1993) e, geralmente, apresenta forte correlação com o conteúdo de matéria orgânica do solo, ou seja, refletindo as mudanças nos seus teores no solo. Porém, o uso desses parâmetros como indicadores de qualidade do solo pode ser comprometido, uma vez que a abundância e atividade dos microrganismos são muito suscetíveis às variações sazonais, principalmente temperatura e umidade.

Em virtude da relação da cultura com as possíveis modificações sob os atributos físicos, químicos e biológicos e as condições edáficas na qual se encontra, é necessário avaliar a

capacidade produtiva do sítio florestal, quantificar a produção e o crescimento por unidade de área e fazer previsões para o futuro (Machado & Figueiredo Filho, 2003).

A determinação da classe de produtividade dos plantios de Eucalipto (através de parâmetros como volume de casca, DAP e outros) relacionada aos atributos dos solos é muito importante. Ela permite conhecer o potencial da produção florestal de uma determinada localidade e, com isto, possibilita a tomada de decisões sob vários aspectos, tanto no sentido da componente biológica como o da produção econômica (Hosokawa et al., 1998).

Correa Neto (2004), em estudo na mesma área, avaliou a relação entre atributos edafoambientais e parâmetros dendrométricos, onde observou diferenças significativas entre os terços nas diversas posições da encosta. A autora obteve resultados positivos de produtividade nos terços superior (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO) e inferior (PLANOSSOLO) da encosta, observados através da influência dos atributos edafoambientais sobre os parâmetros dendrométricos. No PLANOSSOLO tem-se uma maior quantidade de falhas, porém os valores de diâmetro modal mostram árvores mais grossas neste terço provavelmente devido às condições de maior disponibilidade hídrica. Já no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO os parâmetros dendrométricos mostram-se favoráveis pelo maior nível de fertilidade natural e oferta de nutrientes que os demais terços, ainda que a sua posição topográfica favoreça maior infiltração e menor disponibilidade de água no solo nos períodos secos. O potencial de produtividade inferior foi observado no terço médio da encosta (ARGISSOLO AMARELO) por consequência de sua posição topográfica e natureza do material de origem mais intemperizado e com baixa fertilidade natural, o que contribui para maior intensidade de perdas de água e nutrientes.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento das propriedades do solo, através dos principais indicadores que podem contribuir para a observação um padrão de qualidade em diferentes tipos de solos, sob uma cobertura florestal homogênea de *Eucalyptus urophylla* no campus principal da UFRRJ.

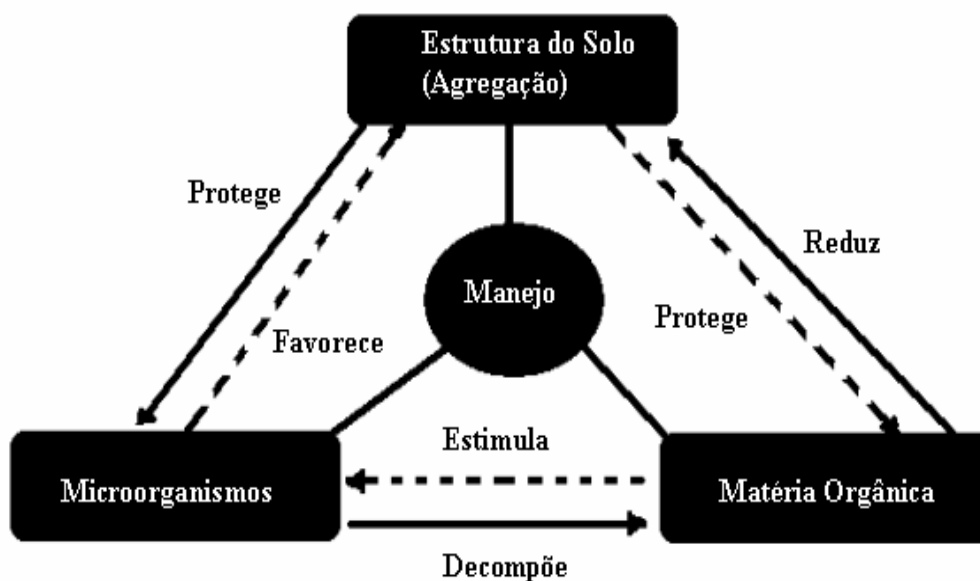


Figura 1 – Inter-relação entre os microrganismos, matéria orgânica e agregação e a interferência do manejo do solo. Fonte: (Moreira & Siqueira, 2002).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no *campus* principal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, situada nos limites do município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Localiza-se a uma latitude 22°44'38" sul e a uma longitude 43°42'27" oeste, estando a uma altitude de 26 metros.

Embora este município esteja inserido, politicamente, no conceito de Grande Rio da região metropolitana do Rio de Janeiro (CIDE, 1999/2000), geograficamente está situado em uma área da planície costeira fluminense denominada Baixada de Sepetiba (Marques, 1976). Sua população estimada em 2006 era de 76.788 habitantes. Até 1997, Seropédica fazia parte do município de Itaguaí, do qual se emancipou. Além deste, tem como outros municípios limítrofes Japeri, Nova Iguaçu, Paracambi, Piraí, Queimados e o Rio de Janeiro.

Segundo a classificação de Köpen, o clima é tropical com verão chuvoso e inverno seco, classificado como Aw. Dados da PESAGRO informam que a média mensal em 2003 de temperaturas máxima e mínima é de 29 e 20°C, respectivamente, e média mensal de precipitação de 117 mm.

Na área experimental foi selecionada uma topossequência de solos, com três terços em diferentes posições topográficas e sob a mesma cobertura vegetal, a saber, *Eucalyptus urophylla*, na condição de plantio comercial (Figuras 2). Correa Neto (2004) identificou três classes de solos ao longo desta topossequência: na parte mais alta da paisagem, onde está situado o terço superior da encosta, foi classificado o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (Figura 3); no terço médio da encosta o solo foi classificado como ARGISSOLO AMARELO (Figura 4); e na parte mais baixa da paisagem, no terço inferior da encosta, PLANOSSOLO HÁPLICO (Figura 5).

A seleção da topossequência foi feita em agosto de 2005.



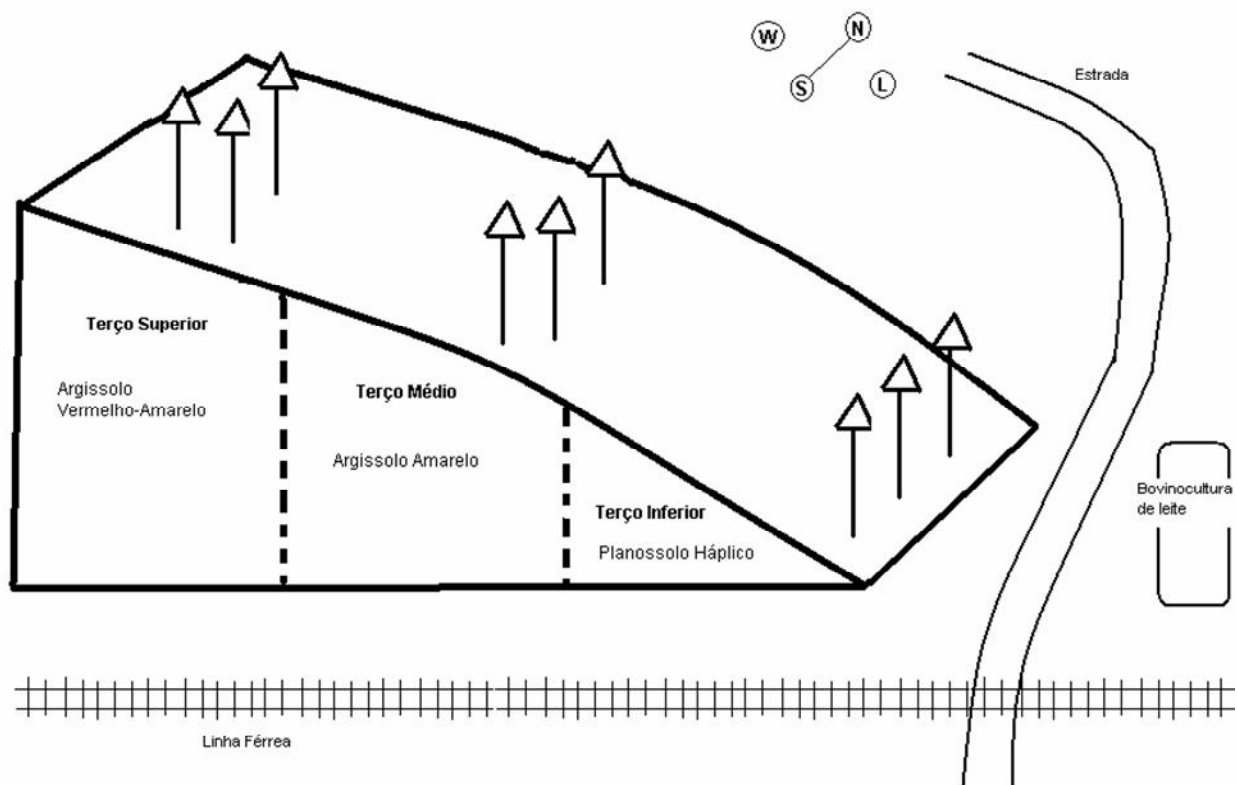


Figura 2 - Esquema representativo do perfil topográfico da área de estudo, onde se observa três diferentes sítios sob vegetação única de *Eucalyptus urophylla*.



Figura 3 - Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).

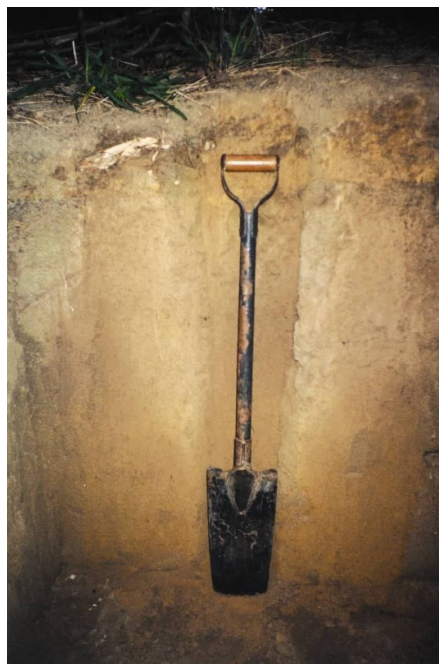


Figura 4 - Perfil de ARGISSOLO AMARELO.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).



Figura 5 - Perfil de PLANOSSOLO HÁPLICO.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).

## 2.2. Histórico do Plantio e Época de Corte

Atualmente as terras são utilizadas pela empresa Saint Gobain Canalização, para plantio homogêneo de *Eucalyptus urophylla* (Figuras 6, 7, 8), com o objetivo de produzir matéria-prima para carvão. O plantio do eucalipto possui uma única época de implantação que foi no período de dezembro de 2001 a janeiro de 2002 e o corte do talhão foi realizado entre março e abril de 2007 (Figura 9).

Este talhão possui uma área total em torno de 12 hectares (Figura 10) medidos com recurso de sistema de georreferenciamento (GPS) e o espaçamento de plantio utilizado foi o de 5x2 m, resultando em cerca de 1000 árvores por hectare. Segundo Correa Neto, 2004, o talhão faz parte do Projeto Pró-Floresta III, sendo parte da área de usufruto da Saint-Gobain e outra destinada a UFRRJ.

Toda amostragem foi realizada antes do corte do talhão.



Figura 6 - Área plantada no terço superior da toposseqüência.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).



Figura 7 - Área plantada no terço médio da toposseqüência.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).



Figura 8 - Área plantada no terço inferior da topossequência.  
Fonte: (Correa Neto, 2004).



Figura 9 – Área do talhão estudado após o corte.

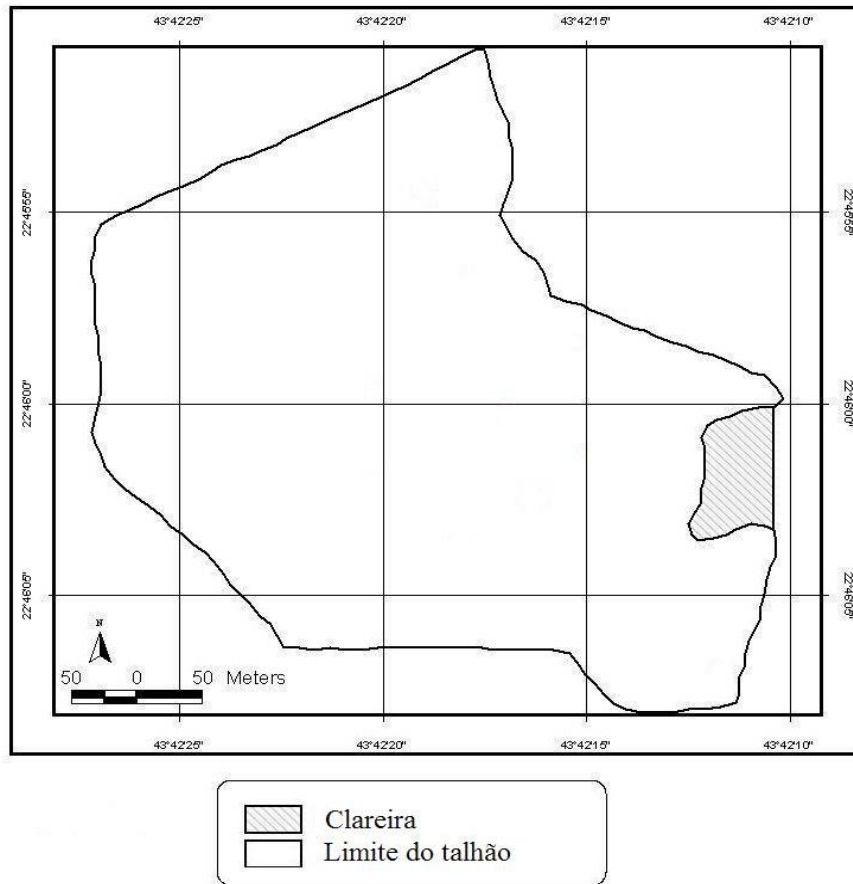


Figura 10 – Croquí esquemático do talhão estudado, *campus* UFRRJ.

### 2.3. Procedimento de campo

Em cada classe de solo foi selecionada uma área de dimensão 10x10 m, e nesta foram coletadas aleatoriamente cinco amostras deformadas e cinco indeformadas representativas dos 10 primeiros centímetros do solo. Foram coletadas também duas amostras em anel volumétrico nas profundidades de 0 a 5 e de 5 a 10 cm. Foram coletadas aleatoriamente para cada classe de solo cinco amostras simples de serrapilheira em quadrado de madeira de dimensão 1x1 m. Em seguida, as amostras de solo foram embaladas em caixas plásticas e transportadas para o laboratório de Física de Solo e Biologia do Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foram secas ao ar até atingir peso constante. As amostras de serrapilheira foram embaladas da mesma forma e encaminhadas para o mesmo local, sendo colocadas diretamente em estufa, onde foram secas a 60°C por 24h.

Para a mensuração total do talhão o percurso foi feito a pé, acompanhando seus limites com o aparelho de GPS, em agosto de 2006.

Parte das coletas e amostragem foi realizada em julho de 2006, sendo outra parte realizada em março de 2007.

## **2.4. Metodologia para Avaliação dos Atributos Físicos e Químicos**

A caracterização analítica de parte das amostras de terra foi feita para avaliar os atributos físicos e químicos, segundo métodos da EMBRAPA (1997). As seguintes análises foram realizadas:

- Estabilidade de Agregados;
- Densidade do Solo;
- Análise Granulométrica: textura e argila dispersa em água;
- Carbono Orgânico Total;
- Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica;
- Análise de Fertilidade.

### **2.4.1. Avaliação da estabilidade dos agregados**

Para as amostras indeformadas, os agregados foram individualizados cuidadosamente com as mãos e passados em peneiras, utilizando-se para isso duas peneiras acopladas com diâmetros de 8 e 4 mm, respectivamente. O material retido na peneira de 4 mm foi utilizado para a determinação da estabilidade dos agregados. Utilizaram-se vinte e cinco gramas da amostra retida na peneira de malha 4 mm. O método usado foi adaptado por Yooder que consta de um jogo de cinco tamises (2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,10 mm). Procedeu-se o tamisamento mecânico em água no aparelho de Yooder por 15 minutos e em seguida retiraram-se os agregados restantes de cada tamis com ajuda de jatos de água. Transferiu-se a amostra de cada peneira para placas de Petri previamente pesadas, levando-se para secar em estufa durante 24 horas a 105°C. Com os dados foi calculado o percentual de agregados retidos em cada tamis. Utilizou-se para este trabalho o percentual de agregados retidos no primeiro tamis, ou seja, os agregados maiores que 2 mm.

### **2.4.2. Avaliação da densidade do solo**

Determinou-se também, com as amostras indeformadas, a densidade do solo (Ds) em cada classe de solo. Para esta análise a coleta foi realizada com Anel de Kopeck de volume conhecido. Este volume de solo foi pesado e levado à estufa por 24h a 105°C em cadinho previamente tarado para se obter o peso seco. O valor de Ds foi verificado através do cálculo da razão entre a massa do solo seca e o volume total, representado pelo volume do Anel.

### **2.4.3. Avaliação do percentual granulométrico das frações minerais do solo**

Ainda para cada classe do solo, porém com as amostras deformadas, foi determinada a textura de cada fração do solo. Foram pesadas 10g de amostras de TFSA em recipientes, onde foram adicionados 10 mL do dispersante NaOH, 1 mol L<sup>-1</sup>, e 250 mL de água destilada. Procedeu-se a agitação das amostras durante uma noite e em seguida o material foi transferido do recipiente para provetas de 1000 mL com o auxílio de funil e jatos de água, completando seus volumes com água destilada e agitando, com agitador manual, pelo tempo de 1 minuto. Anotou-se o valor da temperatura para o cálculo do tempo de sedimentação segundo a Lei de Stokes. Decorrido o tempo de sedimentação, pipetou-se uma alíquota de 10 mL em 5 cm de

profundidade, que foi transferida ao Becker previamente tarado e levado à estufa por 24h a 105°C para a quantificação da argila. Para quantificar a areia, o material da proveta foi passado em peneira de 0,053 mm, lavado em água corrente e transferido para placas de Petri previamente pesadas, levando-se para secar em estufa durante 24 horas a 105°C. A quantificação do silte foi feito pela diferença entre a argila e a areia. Com os dados foram calculados os percentuais de argila, areia e silte.

#### **2.4.4. Avaliação do carbono orgânico total do solo**

O teor de carbono orgânico total de cada classe de solo foi determinado a partir da média entre cinco repetições das amostras deformadas coletadas em cada terço. Estas amostras foram pesadas em 1g, maceradas e passadas na peneira de 0,083 mm. Do material que passou pela peneira, foi pesado 0,5g em erlenmeyer de 250 ml e acrescentado 10 ml de dicromato de potássio a 0,2 mol L<sup>-1</sup> para o posterior aquecimento até a fervura. A titulação foi feita adicionando-se 80 mL de água e 1 mL de ácido(orto)fosfórico nas amostras e sulfato ferroso amoniacal como titulante. Utilizou-se como indicador 3 gotas de difenilamina. Paralelamente, um ensaio em branco foi conduzido, onde se seguiu o mesmo procedimento prático, porém com a ausência da amostra de solo.

#### **2.4.5. Fracionamento granulométrico da matéria orgânica**

A matéria orgânica presente em cada fração do solo (areia e silte + argila), foi quantificada através do fracionamento granulométrico da matéria orgânica. A metodologia utilizada para este fracionamento foi a descrita por Feller et al. (1991) e Gavinelli et al. (1995) e adaptada às condições do laboratório. A fração orgânica associada à areia (com diâmetro superior a 53µm) foi obtida por peneiramento úmido e as frações associadas a silte (2 – 53µm) e argila (0 – 2µm), foram obtidas por cálculo de diferença a partir da fração areia. Para cada classe de solo utilizou-se a combinação de três repetições das amostras coletadas e 20g de TFSA. Em todas as amostras adicionou-se 0,5g de hexametáfosfato (HMF), deixando-se agitar por uma noite, para promover a dispersão química e física das amostras. Posteriormente, conduziu-se o peneiramento úmido das amostras, utilizando-se peneira de 53µ, de modo a obter as frações orgânicas associadas a areia. Transferiu-se a amostra de cada peneira para placas de Petri previamente pesadas, levando-se para secar em estufa durante 24 horas a 60°C. Depois de secas, as amostras foram pesadas e moídas para posterior determinação do carbono, segundo o método descrito acima para o carbono orgânico total do solo.

#### **2.4.6. Análise de fertilidade**

Para esta análise foi coletado aproximadamente 100g de amostra deformada em cinco repetições para cada classe de solo. A solução extratora utilizada foi o KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. Os cátions deslocados para a solução do solo foram quantificados por complexometria. Os teores de K, Na e P foram extraídos com solução de Carolina do Norte e determinados por fotometria de chama e colorimetria, respectivamente. O valor S foi quantificado através da soma entre as bases trocáveis do solo e o valor V pela razão entre o valor S e a CTC do solo, representada pelo valor T.



## 2.5. Metodologia para Avaliação dos Atributos Biológicos

A caracterização analítica da outra parte das amostras de terra deformada foi feita para avaliar os atributos biológicos, de acordo com diferentes métodos:

- Biomassa Microbiana do Solo (BMS): fumigação-extração, de acordo com o método proposto por Vance et al. (1987) e descrito em De-Polli & Guerra (1999);
- Respiração Basal do Solo (RBS), relacionada à atividade microbiana: determinação pela captura de CO<sub>2</sub> em solução de NaOH 1mol.L<sup>-1</sup> durante 5 dias de incubação, de acordo com o método descrito por Stotzky (1965);
- Quociente Metabólico (qCO<sub>2</sub>), pela razão entre a RBS por unidade de BMS e tempo descrito por (Anderson & Domsch, 1993);
- Carbono e Percentual de Serrapilheira;
- Densidade de Esporos de Fungos Micorrízicos (Gerdemann & Nicolson, 1963), em solução de Sacarose a 45%.

### 2.5.1. Avaliação da biomassa microbiana do solo

A quantificação da biomassa microbiana foi feita em três repetições com duplicata, visando-se com isso maior confiabilidade do resultado. Realizou-se a pesagem de 20 g de solo fresco em frasco de vidro de 100 mL. Dos seis frascos totais de cada amostra, três foram para fumigação e três para não fumigação.

As subamostras para fumigação receberam diretamente sobre o solo, 1 mL de clorofórmio puro e em seguida foram tampadas por 24h, para que seu vapor fizesse o efeito desejado: o rompimento da parede e a liberação do material celular.

Decorrido esse tempo as subamostras foram abertas e expostas ao vento por 30 minutos para a retirada do excesso de clorofórmio residual.

O material celular das subamostras não fumigadas e fumigadas foi disponibilizado quando receberam a solução extratora de sulfato de potássio (50 ml de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>) de modo a ser capturado para posterior quantificação. Foi feita a agitação das subamostras juntamente com a solução extratora à 220 rpm por 30 minutos. A seguir elas foram submetidas à decantação por mais 30 minutos, realizando-se ao seu final, a filtração em papel de filtração média. O material filtrado foi o extrato a ser utilizado para a determinação do C microbiano.

Foi feita então, a partir da mistura de 8 mL do extrato, 2 mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,066 mol L<sup>-1</sup>, 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado e 1 mL de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado, a solução a ser enfim utilizada para quantificação do C, e onde esse último tem a função de complexar o alumínio para facilitar a visualização da viragem. O C presente no extrato reage com parte do dicromato, sendo essa reação favorecida pelo calor, proporcionado pelo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Adicionou-se 80 mL de água destilada e esperou-se cerca de 20 minutos para que o material resfriasse. Adicionou-se então de 3 a 4 gotas de difenilamina (10 g/L em ácido sulfúrico concentrado) para realizar a titulação do dicromato excedente com (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> x 6 H<sub>2</sub>O 0,033 mol/L. Esperou-se a viragem no momento em que a cor da solução passou de azul para verde, ou seja, o dicromato em excesso, neutralizado pelo sulfato ferroso amoniacal.

Paralelamente, um ensaio em branco foi conduzido, onde ao invés de se colocar 8 mL do extrato, adicionou-se 8 mL da solução extratora, procedendo-se então o mesmo encaminhamento dado às amostras.

O cálculo da quantidade de C extraído de cada subamostra foi feito conforme a equação:

- **Equação:**  $C = ((B - A) \times N_{SFA} \times 0,003 \times 50 \times 10^6) / (V_a \times P_s)$

**Onde:** C = carbono extraído do solo; B (mL) volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação do ensaio em branco; A (mL) volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra;  $N_{SFA}$  = normalidade exata do  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ ;  $V_a$  = volume da alíquota (8 mL);  $P_s$  (g) = massa de solo seco.

Por sua vez, o cálculo da biomassa microbiana do solo é dado pela equação:

- **Equação:**  $BMS = (F - NF) / K_c$

**Onde:** BMS = biomassa de carbono microbiano do solo; F = carbono extraído da subamostra fumigada; NF = carbono extraído da subamostra não fumigada;  $K_c = 0,33$  (fator de correção).

### 2.5.2. Avaliação da respiração basal do solo

Consistiu na incubação das amostras de solo, juntamente com uma solução diluída de hidróxido de sódio (NaOH) no período de 5 dias. Durante este período de incubação, o  $CO_2$  liberado reage com a solução de NaOH e ao final tem-se uma solução composta de NaOH e carbonato de sódio. Esse carbonato é então precipitado pela adição de cloreto de bário, formando o carbonato de bário. Em seguida, a dosagem do hidróxido de sódio presente na solução, é realizada através da neutralização com ácido clorídrico, empregando-se como indicador a fenolftaleína. A quantidade de carbono liberado na forma de  $CO_2$  do solo é obtida a partir da diferença entre o resultado de um ensaio em branco e o resultado da solução de hidróxido de sódio incubada com o solo.

### 2.5.3. Avaliação do quociente metabólico

Este quociente é avaliado pela razão entre a RBS por unidade de BMS e tempo.

### 2.5.4. Avaliação do aporte de serrapilheira

Após secar em estufa a  $60^\circ C$  por 24h, a serrapilheira foi pesada e quantificada (em Kg/ha) por separação de material em diferentes estratos: folha, galho, fruto e outros (refugo) para o cálculo do seu percentual em cada classe de solo. Para a quantificação do carbono da serrapilheira, referente a cada classe de solo, os estratos foram homogeneizados, retirados em porções aleatórias, em três repetições, e separados para serem triturados. A partir do material macerado retirou-se 1g para análise do carbono, feita pelo mesmo método do carbono orgânico.

### 2.5.5. Avaliação da densidade de esporos de fungos micorrízicos

Esta metodologia foi realizada pesando-se 50g de amostra de solo, que foi transferido para um recipiente com água a fim de decantar as partículas maiores. Após alguns minutos o

sobrenadante da amostra foi passado por duas peneiras acopladas com diâmetros de 1 e 0,053 mm, respectivamente. O que ficou retido na peneira de 0,053 mm foi transferido para tubos de centrífuga de 40 mL com o auxílio de funil e de jatos de água e submetido à centrifugação por 4 minutos a 2500 rpm. Decorrido esse tempo, foi desprezado o sobrenadante e completou-se o volume do tubo com a solução extratora de sacarose a 45%, onde foi submetido mais uma vez à centrífuga por 2 minutos a 1500 rpm. Os esporos se encontram desta vez no sobrenadante, que foi transferido à peneira de 0,053 mm para a retirada da sacarose em água corrente. Este material foi transferido para placa canelada com a ajuda de jatos de água. A contagem dos esporos foi feita em toda a placa utilizando-se lupa.

## **2.6. Análise dos Resultados**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa SAEG para a avaliação dos dados dos atributos físicos, químicos e biológicos. Para testar a normalidade, foi utilizado o Teste de Lilliefors. Para os dados que apresentaram normalidade aplicou-se Análise de Variância, sendo as médias comparadas pelo Teste de Duncan ao nível de 5%. Quando não houve normalidade aplicou-se Análise Não-Paramétrica pelo Teste de Kruskal – Wallis, que fez o próprio contraste entre médias. Para a avaliação de correlação (coeficiente de Pearson) entre os atributos, foi utilizado o programa SAEG.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Granulometria, Fertilidade e Densidade do solo.

Os valores de granulometria são apresentados na Tabela 1. Os maiores valores de argila foram verificados na classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (27%), enquanto que para a fração areia este percentual foi maior para o PLANOSSOLO e ARGISSOLO AMARELO, diferenciando-se estatisticamente dos mesmos. No entanto, a presença da argila pode atribuir ao solo boas condições de porosidade, o que confere uma maior retenção de água, boas condições de drenagem, maior benefício ao desenvolvimento das raízes e dos microrganismos e maior mineralização da matéria orgânica. Já um solo considerado de textura mais leve, apresenta porosidade caracterizada somente na presença de macroporos, o que lhe confere rápido escoamento da água e, conseqüentemente, um desenvolvimento mais crítico da cultura, onde os microrganismos se encontram em condição maior de estresse e a matéria orgânica é mais facilmente perdida na forma de CO<sub>2</sub>.

A densidade do solo (Ds) apresentou-se, na topossequência, em valor crescente da parte mais alta da paisagem a mais baixa (Tabela 1), porém não houve diferença significativa entre as classes de solo. Esta densidade pode ser definida como a relação entre a massa de uma amostra de solo seca e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e poros. Quando o solo é submetido a um esforço constante, sob a pressão de máquinas e outras formas inadequadas de manejo, há redução no espaço poroso, aumentando sua densidade. Na parte mais alta da paisagem, onde se encontra a classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, devido sua textura mais argilosa, tem-se a presença de colóides minerais que irão contribuir para a união das partículas unitárias, o que pode favorecer a porosidade do solo, uma vez que a esta é inversamente proporcional a densidade do solo, ou seja, quanto maior a porosidade, menor é a densidade do solo e, conseqüentemente, menor a compactação do mesmo. A compactação é o aumento da densidade do solo em função dos arranjos das partículas primárias (argila, silte e areia). Devido ao desenvolvimento significativo da população de Braquiárias, caracterizando o sub-bosque da área estudada, sugere-se que o pisoteio animal pode ajudar na compactação dos primeiros centímetros do solo. Observa-se ainda que houve correlação negativa entre a densidade do solo e a textura argilosa (Tabela 3), provavelmente devido a presença de colóides minerais que irá contribuir para a união das partículas unitárias e a maior porosidade do solo. Para a textura areia observa-se um bom índice de correlação com a densidade do solo, pois segundo Brady (1989), áreas com maiores teores de areia propiciam o aumento da densidade do solo, fazendo com que essas partículas fiquem muito próximas entre si, e conseqüentemente reduzindo a porosidade.

Tabela 1 – Caracterização granulométrica e densidade nas diferentes classes de solo encontradas na topossequência (camada 0-10 cm).

<b>Classes de Solo</b>			
<b>Parâmetros</b>	<b>ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO</b>	<b>ARGISSOLO AMARELO</b>	<b>PLANOSSOLO</b>
Areia g kg-1	640 B	900 A	940 A
Silte g kg-1	90 A*	40 A	20 A
Argila g kg-1	270 A	60 B	40 B
<b>Densidade do Solo (Kg/m<sup>3</sup>)</b>			
(0-5 cm)	0,99 A*	1,25 A	1,43 A
(5-10 cm)	1,12 A*	1,47 A	1,55 A

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

\*Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Kruskal – Wallis a 5%.

Os resultados relacionados a fertilidade dos solos, conforme a Tabela 2, demonstram que há diferença significativa no teor de matéria orgânica e nutrientes nos três diferentes terços.

Correa Neto (2004) estudando os atributos edafoambientais nesta mesma área, encontrou comportamento similar ao obtido neste estudo. Segundo esta mesma autora, o maior teor de cálcio e magnésio no terço superior é justificado pela textura mais argilosa e pela influência maior do material de origem, a rocha matriz, enquanto os demais perfis são formados a partir de sedimentos já edafizados.

Tabela 2 – Fertilidade das diferentes classes de solos encontrada na topossequência (camada 0-10 cm).

<b>Classes de Solo</b>			
<b>Propriedades Químicas</b>	<b>ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO</b>	<b>ARGISSOLO AMARELO</b>	<b>PLANOSSOLO</b>
Ca+Mg (Cmolc /dm <sup>3</sup> )	2,2 A	1,6 B	1,33 B
K (Cmolc /dm <sup>3</sup> )	0,12*A	0,05 A	0,05 A
H+Al (Cmolc /dm <sup>3</sup> )	3,6 B	4,33 A	3,07 B
Valor S (Cmolc /dm <sup>3</sup> )	2,05 A	1,66 B	1,4 B
Valor T (Cmolc /dm <sup>3</sup> )	5,91 A	5,93 A	4,47 B
Valor V (%)	36 A	27 B	31,33 A

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

\*Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Kruskal – Wallis a 5%.

Os dados observados na Tabela 3 mostram que os valores relacionados à textura argilosa apresentaram correlação positiva com os valores de fertilidade e apresentaram correlação negativa, ou inversa, com os valores de densidade do solo. Já para a textura mais leve ocorreu o contrário. Isto explica a influência da composição textural do solo sobre a porosidade e a fertilidade do mesmo (quadro completo em anexo).

Tabela 3 – Matriz de correlação das variáveis apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Parâmetros	Argila	Areia	Fertilidade (T)	Ds (0-5)	Ds (5-10)
Argila	1	-0,87**	0,97**	-0,80**	-0,92**
Areia	-0,87**	1	-0,97**	0,62**	0,42**
Fertilidade (T)	0,97**	-0,97**	1	-0,80**	-0,63**
Ds (0-5 cm)	-0,92**	0,62**	-0,80**	1	0,97**
Ds (5-10 cm)	-0,81**	0,42**	-0,63**	0,97**	1

\*\* Pearson 5%

### 3.2. Aporte e Carbono de Serrapilheira e o Carbono do Solo

A quantidade de serrapilheira depende da biomassa produzida e aportada. O maior aporte de serrapilheira foi observada no terço superior da topossequência (Tabela 4) decorrente do maior número de indivíduos neste ponto da paisagem. Correa Neto (2004) em estudo na mesma área encontrou maior quantidade de falhas no terço inferior da topossequência e melhor desenvolvimento da cultura no terço superior da mesma, o que explica o maior aporte de serrapilheira.

Na Tabela 5 observa-se que os maiores valores de carbono de cada fração do solo e de carbono orgânico (total) foram observados na parte mais elevada da topossequência, ou seja, na classe ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, exceto para o carbono de serrapilheira que não apresentou diferença significativa, motivo provável pelo qual a área está estabelecida em sistema de monocultivo, apresentando uma única espécie de Eucalipto, o que não favorece diferenças entre o teor de carbono na serrapilheira nas diferentes classes de solo.

Os maiores valores de carbono total, bem como para o carbono de cada fração do solo, nesta área, são decorrentes do aporte de serrapilheira promovido pela cultura do Eucalipto, ou seja, existe uma correlação positiva, observada na Tabela 6, entre o aporte de serrapilheira e o teor de carbono orgânico do solo ( $r = 0,94$ ).

### 3.3. A Estabilidade dos Agregados

Foi verificada correlação positiva (Tabela 6) entre o teor de carbono orgânico e o percentual de agregados maiores que 2 mm, ( $r = 0,96$ ), isto sugere que a maior concentração do carbono orgânico está atuando diretamente na formação e estabilização de agregados maiores que 2 mm. A matéria orgânica age como condicionador do solo mediante sua estrutura complexa e

longas cadeias de carbono, agregando partículas minerais. Sabe-se que a maior parte da fração orgânica no solo é estável e chamada de fração húmica (Fassbender, 1980), que irá formar agregados estáveis e persistentes no solo (Tisdal & Oades, 1982).

Na Tabela 7 observa-se que o alto percentual de agregados estáveis maiores que 2 mm se apresentam na área mais elevada da topossequência, na classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, na qual apresenta maiores teores de argila, demonstrando que a formação dos agregados parece estar mais intimamente relacionada com a textura do solo. Nesta porção da paisagem, devido sua textura mais argilosa, tem-se a presença de colóides minerais que irão contribuir para a união das partículas unitárias, o que pode favorecer a formação e estabilização da agregação do solo.

Os menores valores de percentual de agregados maiores que 2 mm foram verificados nas Classes PLANOSSOLO e ARGISSOLO AMARELO, solos esses que apresentam as texturas mais leves. Estes resultados estão de acordo com o que é comumente encontrado na literatura. Das três classes de partículas primárias do solo, a argila é o fator mais importante para a estabilidade de agregados (Russel, 1973). Segundo Dufranc (2004), a fração argila exerce domínio sobre o comportamento do solo em virtude de sua pequena dimensão, o que aumenta de maneira significativa sua superfície específica, e da presença de cargas negativas permanentes.

A vegetação também é um fator importante de formação de agregados não só pela oferta de material decíduo que está em correlação com o carbono orgânico como já visto acima, mas também, segundo Kiehl (1979), mediante a ação mecânica das raízes ou pela excreção de substâncias com ação cimentante, e isto, indiretamente, fornece nutrientes à fauna do solo.

No entanto, a formação e a estabilização dos agregados do solo ocorrem simultaneamente na atuação de processos físicos, químicos e biológicos. Esses processos atuam por mecanismos próprios, em que são envolvidos por substâncias que agem na agregação e na estabilização. Entre essas, as principais são: argila, sílica coloidal, compostos orgânicos, metais polivalentes, carbonato de cálcio, óxido e hidróxidos de ferro e alumínio (Silva & Mielniczuk, 1997).

Em estudo na Índia, Singh e Banerjee (1980) avaliaram as condições para a macroagregação no solo sob três diferentes tipos de cobertura florestal, em comparação com culturas agrícolas, tendo observado que a agregação do solo era melhor sob as plantações florestais do que sob a cultura agrícola. Para agregados com diâmetro superior a 2 mm, por exemplo, os autores encontraram uma concentração maior sob eucalipto, em comparação com *Pinus* e *Acácia*. A melhor condição, todavia, foi verificada sob floresta natural.

Tabela 4 – Quantidade de serrapilheira aportada nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).

Parâmetro	Classe de Solo		
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	ARGISSOLO AMARELO	PLANOSSOLO
Serrapilheira (kg / ha)	229,03 A	171,01 B	129,10 B

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

Tabela 5 – Carbono de cada fração (areia e argila+silte) do solo, carbono orgânico (total) do solo e carbono de serrapilheira nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).

Carbono (g/kg)	Classes de Solo		
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	ARGISSOLO AMARELO	PLANOSSOLO
Parâmetros			
Areia	4,88 A*	1,03 AB	0,62 B
Argila + Silte	11,08 A	4,72 B	3,56 B
Orgânico	16,90 A*	5,98 AB	4,76 B
Serrapilheira	343,8 A	416 A	409,6 A

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

\*Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Kruskal – Wallis a 5%.

Tabela 6 – Matriz de correlação das variáveis carbono orgânico, quantidade de serrapilheira e percentual de agregados maiores de 2 mm.

Parâmetros	C - Org	Serrapilheira	% Agregados > 2m
C - Org	1	0,94**	0,96**
Serrapilheira	0,94**	1	0,81**
% Agregados > 2 mm	0,96**	0,81**	1

\*\* Pearson 5%

Tabela 7 – Percentual de agregados maiores que 2 mm nas diferentes classes de solo (camada 0-10 cm).

Parâmetro	Classe de Solo		
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	ARGISSOLO AMARELO	PLANOSSOLO
% Agregados > 2 mm	46,3 A	16,2 B	22,5 B

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

### 3.4. Avaliações Microbiológicas do Solo

Na Tabela 8 são apresentados os dados de Biomassa Microbiana do Solo (BMS), Respiração Basal do Solo (RBS), Quociente Metabólico ( $qCO_2$ ) e densidade de esporos de fungos micorrízicos. Para BMS não foram verificadas diferenças significativas entre os solos ARGISSOLO AMARELO ( $159,47 \mu g/g^{-1}$  de solo) e ARGISSOLO VERMELHO AMARELO ( $152,82 \mu g/g^{-1}$  de solo), no entanto estes valores foram superiores e diferiram estatisticamente do PLANOSSOLO ( $88,50 \mu g/g^{-1}$  de solo).

Os valores de RBS não diferiram estatisticamente entre os três tipos de solo analisados, que apresentaram  $0,87 \mu g C-CO_2/g$  no PLANOSSOLO,  $0,79 \mu g C-CO_2/g$  no ARGISSOLO



AMARELO e 0,77  $\mu\text{g C-CO}_2/\text{g solo}$  no ARGISSOLO VERMELHO AMARELO. As medidas de respiração do solo caracterizam-se por serem rapidamente responsivas a alterações no ambiente.

O quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ) no PLANOSSOLO (10,17  $\eta\text{g C-CO}_2/\eta\text{g de Cmic x h}$ ) foi significativamente maior quando comparado ao ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (5,27  $\eta\text{g C-CO}_2/\eta\text{g de Cmic x h}$ ) e ao ARGISSOLO AMARELO (5,03  $\eta\text{g C-CO}_2/\eta\text{g de Cmic x h}$ ), não sendo observadas diferenças estatísticas entre os dois últimos.

Os dados de quociente metabólico apresentaram correlação inversa aos valores de biomassa microbiana (Tabela 9) e carbono orgânico, assim como a BMS apresentou correlação positiva com os valores de C. Org e serrapilheira, o que sugere, de acordo com Insam et al. (1991), maiores teores de C, quando há aumento da BMS (Figura 11) e redução da atividade metabólica (Figura 12).

Tabela 8 – Biomassa microbiana do solo, Respiração basal do solo, quociente metabólico e densidade de esporos nas diferentes classes de solo.

Parâmetros	Classes de Solo		
	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	ARGISSOLO AMARELO	PLANOSSOLO
BMS (mgC/Kg solo)	152,82 A	159,47 A	88,21 B
RBS (mgC-CO <sub>2</sub> /Kg solo.h)	0,79 A*	0,81 A	0,84 A
Quociente Metabólico (mgC-CO <sub>2</sub> /gC <sub>BMS</sub> .h)	5,83 B*	5,1 B	11,54 A
Densidade de Esporos	1551 A	917 B	823 B

Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste Duncan a 5%.

\*Letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Kruskal – Wallis a 5%.

Tabela 9 – Matriz de correlação das variáveis apresentadas na Tabela 8.

Parâmetros	BMS	$q\text{CO}_2$	C.ORG	Serrapilheira
BMS	1	-0,99**	0,51**	0,77**
$Q\text{CO}_2$	-0,99**	1	-0,49**	-0,75**
C.ORG	0,51**	-0,49**	1	0,94**
Serrapilheira	0,77**	-0,75**	0,94**	1

\*\* Pearson 5%

Quanto menor o quociente metabólico ( $q\text{CO}_2$ ), maior é a eficiência dos microrganismos. Os menores valores de quociente metabólico, verificados para os solos ARGISSOLO AMARELO E ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, devem-se a textura mais argilosa do horizonte superficial (A) destes solos quando comparado ao PLANOSSOLO. Os maiores teores de argila favorecem maior retenção de água e nutrientes, propiciando um meio mais favorável ao desenvolvimento dos microrganismos. O  $q\text{CO}_2$  diminui com a proximidade do estado de

equilíbrio do ambiente solo, podendo ser usado para definir e quantificar mais claramente a atividade microbiana (Insam & Domsch, 1988) e para caracterizar os riscos de empobrecimento dos solos quanto ao conteúdo de matéria orgânica. Assim, à medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos C é perdido na forma de CO<sub>2</sub> pela respiração e uma fração significativa é incorporada ao tecido microbiano. Dessa forma, uma biomassa microbiana “eficiente” teria menor taxa de respiração em relação a uma biomassa “ineficiente” e, de um modo geral, solos com qCO<sub>2</sub> baixo (qCO<sub>2</sub> = 4 mgC-CO<sub>2</sub>/gC<sub>BMS</sub>.h para ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, por exemplo) estão próximos do estado de equilíbrio (Gama-Rodrigues & De-Polli, 2000). O qCO<sub>2</sub> oferece uma possibilidade de interpretação do atual estado do uso de substrato pela BMS e eventual prognóstico sobre o destino da conservação do solo.

A biomassa microbiana do solo, com sua atividade avaliada pela evolução de CO<sub>2</sub> in situ ou em laboratório, também tem sido utilizada como indicativo da condição ambiental (De-Polli & Guerra, 1997). A razão entre o CO<sub>2</sub> evoluído e o “pool” de carbono da biomassa microbiana fornece o quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), que indica o estado metabólico dos microrganismos e pode ser utilizado como indicador de estresse/perturbação ou estabilidade do ecossistema (De-Polli & Guerra, 1997). Por meio dessa abordagem, tem sido demonstrado que a biomassa microbiana responde de maneira diferenciada aos manejos agrícolas adotados em cada agroecossistema (Cattelan & Vidor, 1990; Moreira & Siqueira, 2002).

Bezerra (2001) estudando essa relação em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, na região centro-sul do Brasil, em condição de equilíbrio e em processo inicial de degradação, sob cobertura de floresta nativa ou solo agrícola com manejo orgânico, propõe valores de qCO<sub>2</sub> = 4 mgC-CO<sub>2</sub>/gC<sub>BMS</sub>.h, para uma situação considerada sustentável, e qCO<sub>2</sub> = 20 mgC-CO<sub>2</sub>/gC<sub>BMS</sub>.h, para uma situação de solo em início de degradação.

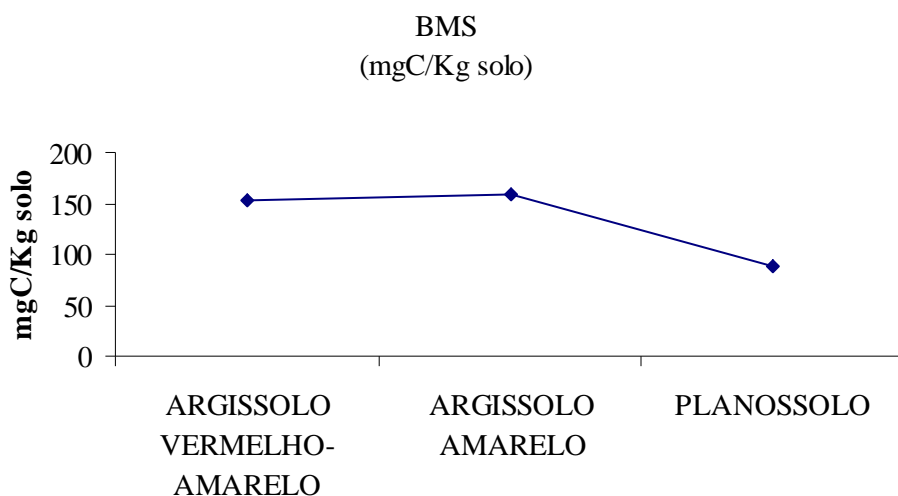


Figura 11 – Biomassa microbiana nas três diferentes classes de solo da topossequência.

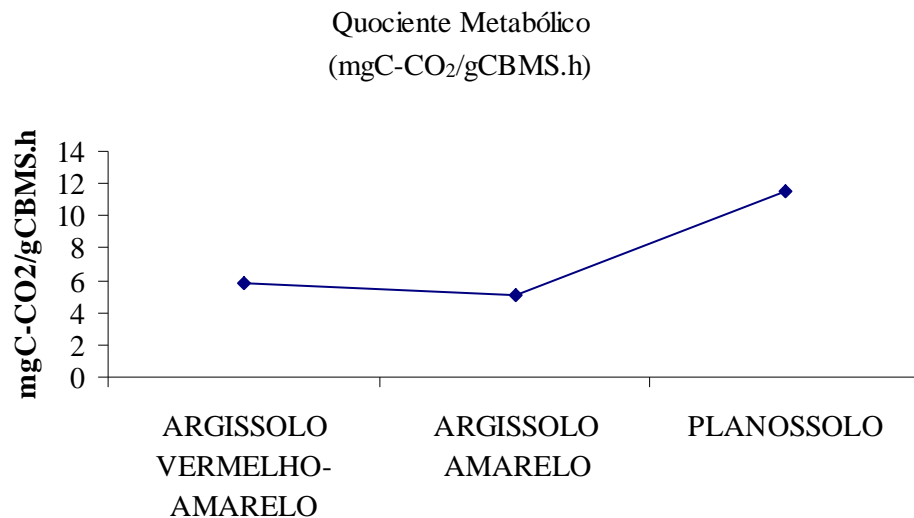


Figura 12 – Quociente metabólico nas três diferentes classes de solo da topossequência.

Em solos com adição de resíduo vegetal de baixa qualidade nutricional, os microrganismos encontram-se sob estresse, tornando-se incapazes de utilizar totalmente os nutrientes, principalmente o C orgânico. Como a biomassa microbiana apresenta uma rápida velocidade na ciclagem de nutrientes, este compartimento reflete mudanças conforme os fatores abióticos. Percebe-se ainda que a biomassa microbiana apresentou uma correlação positiva com o conteúdo de matéria orgânica do solo, ao ser observado também diferenças significativas para a mesma entre as diferentes ordens de solo.

A determinação do carbono da biomassa microbiana (C<sub>mic</sub>), representado pela BMS, possibilita avaliações do nível de degradação ou perda da capacidade produtiva de um determinado solo, pois esta possui função catalisadora das transformações bioquímicas do solo e representa um compartimento lábil de muitos nutrientes que são reciclados rapidamente, com tempo de resistência bastante reduzido. Pode-se considerar também que através de estudos sobre a biomassa microbiana poder-se-ia estimar a quantidade de nutrientes imobilizados pelos microrganismos, podendo estes funcionar como potenciais fornecedores de nutrientes para cultura do eucalipto.

A biomassa microbiana pode ser utilizada como um indicador biológico ou como índice de adequação de sustentabilidade de sistemas de produção (Anderson & Domsch, 1993) e, geralmente, apresenta forte correlação com o conteúdo de matéria orgânica do solo, ou seja, refletindo as mudanças nos seus teores no solo. A quantificação da porcentagem de carbono microbiano em relação ao carbono orgânico permite acompanhar, de forma mais rápida, as perturbações promovidas pelo desequilíbrio ecológico e variações no conteúdo de matéria orgânica, ocasionadas pelo manejo do solo, pois esta apresenta maior sensibilidade a mudanças quando comparado aos parâmetros físicos e químicos (Catelan & Vidor, 1992). Portanto, neste caso, tanto os valores absolutos de BMS, RBS e qCO<sub>2</sub> seriam potenciais indicadores da qualidade do solo.

Ainda na Tabela 8, avaliou-se o desenvolvimento de fungos micorrízicos pela densidade de esporos ao longo da topossequência, onde o maior número de esporos foi verificado na classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, solo este com textura mais argilosa e maior oferta de material decíduo. Sugere-se então que o maior desenvolvimento dos microrganismos está ligado a estas características.

#### 4. CONCLUSÃO

Foram verificadas diferenças nos valores de percentuais dos agregados estáveis maiores que 2 mm entre as classes de solo, onde se observa que os maiores valores do percentual desses agregados estão na área do terço superior, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO. Este comportamento pode ser atribuído à textura mais argilosa da camada superficial, ao maior aporte de serrapilheira e à maior biomassa microbiana verificada nesta área.

Os maiores valores de carbono orgânico e carbono de cada fração (areia e silte+argila) foram verificados na classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, onde se observa textura mais argilosa em superfície o que oferece maior proteção quanto à decomposição da matéria orgânica.

A maior atividade dos microrganismos foi constatada pelos valores de biomassa microbiana na área do ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, o que sugere existir correlação positiva entre este atributo biológica e o conteúdo de carbono orgânico.

Os menores valores de quociente metabólico (maior eficiência) foram verificados para os solos ARGISSOLO AMARELO E ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO que apresentam a textura da camada superficial com maior percentual de argila, o que sugere que o maior desenvolvimento dos microrganismos está ligado a esta característica.

Através da análise conjunta dos indicadores de qualidade de solo, associada às características da paisagem, constata-se que a área do terço superior de encosta, onde ocorre a classe de solo ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, apresenta melhores condições para o desenvolvimento da cultura, sendo o referencial de qualidade para a mesma.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.P.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.25, p.393-395, 1993.
- AZEVEDO, A D; RODRIGUES, A N C; PEREIRA, Marcos Gervasio; RAVELLI NETO, A. Estabilidade de agregados e conteúdo de matéria orgânica em uma toposseqüência na UFRRJ (RJ). In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2006, Aracaju SE. XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2006.
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.
- BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F.A. & FONSECA, H.M.A.C. Fungos Micorrízicos Arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M.S. *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap.III, pag.53-88.
- BEZERRA, F. E. A.; OLIVEIRA, N. G.de; SILVA, L. C.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Biomassa e respiração microbiana de um argissolo vermelho-amarelo com cobertura viva de leguminosas. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2001, Londrina/PR. XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Londrina/PR : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p. 71.
- CASTRO FILHO, C.; LOGAN, T.J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. *Soil Sci Soc Am J*, v.55, p.1407-1413, 1991.
- CATTELAN, A. J. & VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, p.133-142, 1990.
- CATTELAN, A.J. & VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.14, n.2, p. 125-132, 1992.
- CORREA-NETO, T.A. Atributos edafoambientais condicionadores da capacidade produtiva de plantas de Eucalipto no Campus da UFRRJ. Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2004.
- CORREA-NETO, T.A.; ANJOS, L.H.C.dos; PEREIRA, M.G.; AMORIM, H.B. & JACCOUD, C.F.S. Atributos edafoambientais e parâmetros dendrométricos de plantios de eucalipto em uma toposseqüência no campus da UFRRJ, seropédica (RJ). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 43-51, jan-mar, 2007.

DE-POLLI, H & GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: Santos, G. A. & Camargo, F. A. O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 389-411.

Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Serop%C3A9dica>>. Acesso em: 14 jul. 2007.

Disponível em: <<http://www.cide.rj.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2007.

Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br>>. Acesso em: 14 jul. 2007.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D.C., BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-21. (Special publication, 35).

EL-SWAIFY, S.A. & DANGLER, E.W. Erodibilities of selected tropical soils in relation to structural and hydrologic parameters. In: Soil erosion prediction and control. Ankeny, Soil Conservation Society of America, 1977. p.105-114 (Special publication, 21).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo, EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 398 p.

FELLER, C.; BURTIN, G.; GERARD, B.; BALESSENT, J. Utilisation des résines sodiques et des ultrasons dans le fractionnement granulométrique de la matière organique des sols, intérêt et limites. *Science du Sol*, Paris, v.29, n.2, p.77-93, 1991.

FERREIRA, M. Melhoramento genético de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, direcionado para a formação de populações base tipo casca lisa (“gum”) Piracicaba FAPESP, 106p.1999.

GAMA-RODRIGUES, E.F. da; DE-POLLI, H.C. Biomassa na ciclagem de nutrientes. In: FERTIBIO 2000, Santa Maria. Anais... Santa Maria, 2000, CDROM.

GAVINELLI, E.; FELLER, C.; LARRÉ-LARROUY, M. C.; BACYE, B.; DJEGUI, N. A routine method to study soil organic matter by particle size fractionation: examples for tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.26, n.11/12, p.1749-1760, 1995.

DUFRANC, G., Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no Estado de São Paulo. Rev. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, vol.28, no.3, May/June 2004.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Translation British Mycology Society*, v.46, p.235-244, 1963.

- GROHMANN, F. Análise de agregados do solo. *Bragantia*, v.19, n.13, p.201-214, 1960.
- HOSOKAWA, R.T. Introdução ao manejo e economia de florestas. Curitiba: Ed. UFPR, 1998. 162p.
- INSAM, H. & DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, v. 47, p.177-188, 1988.
- INSAM, H.; MITCHELL, C.C.; DORMAAR, J.F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols. *Soil Biology & Biochemistry*, v.23, p.459-464, 1991.
- KAY, B.D. & ANGERS, D.A. Soil structure. In: SUMNER, M.E., ed. *Handbook of soil science*. Washington, CRC Press, 1999. p. 229-276.
- KIEHL, E.K. Manual de edafologia: relações solo-planta. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- LIMA, W.P. Impacto Ambiental do Eucalipto. São Paulo, Universidade Estadual de São Paulo, 1996. 301p.
- MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. Dendrometria, Ed. UFPR, Curitiba, PR. 2003. 309p.
- MARQUES, J.S. Comparações quantitativas entre as Baixadas de Jacarepaguá e Sepetiba. UFRJ, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1976. 183 p. (Dissertação de Mestrado).
- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.
- PALADINI, F.L.S. & MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho-Escuro afetado por sistema de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15: p.135-140, 1991.
- RUSSEL, E.W. Soil conditions and plant growth. 10.ed. London: Longman, 1973.
- SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.113-117, 1997.
- SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação de solo afetado pelo uso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21: 313-319, 1997.
- SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.22, n.2, p.311-317, abr./jun. 1998.

SINGH, K. & BANERJEE, S.P. "State of Soil Aggregation under Plantation Forests Agriculture in Alluvial Soil of Doon Valley". *Van Vigyan*, 18: 31-38, 1980.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. *Fatos e Números do Brasil Florestal*. Novembro de 2006.

SPURR, S. H. AND B. V. BARNES. 1980. *Forest Ecology*. John Wiley and Sons, Inc. 687 pp.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. (Ed). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. cap.11. p.1551-1572.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J. Soil Sci.*, 33:141-163, 1982.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.19, p.703-707, 1987.

WISCHMEIER, W.H.; MANNERING, J.V. Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.33, n.1, p.131-137, Jan./Fev. 1969.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the rocky mountains: guide for selection of practices for soil and water conservation. Washington, Agricultural Research Service, 1965. 47p. (*Agriculture Handbook*, 282).



## ANEXO:

### Correlações de Pearson

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
Valor T	Ds (0-5 cm)	3	-0.8020	-1.3427	0.2038
Valor T	Ds (5-10 cm)	3	-0.6346	-0.8211	0.2812
Valor T	ARGILA	3	0.9692	3.9344	0.0792
Valor T	AREIA	3	-0.9667	-3.7760	0.0824
Ds (0-5 cm)	Ds (5-10 cm)	3	0.9706	4.0305	0.0774
Ds (0-5 cm)	ARGILA	3	-0.9244	-2.4242	0.1245
Ds (0-5 cm)	AREIA	3	0.6224	0.7951	0.2862
Ds (5-10 cm)	Ds (0-5 cm)	3	0.9706	4.0305	0.0774
Ds (5-10 cm)	ARGILA	3	-0.8054	-1.3588	0.2019
Ds (5-10 cm)	AREIA	3	0.4156	0.4569	0.3636
ARGILA	Ds (0-5 cm)	3	-0.9244	-2.4242	0.1245
ARGILA	Ds (5-10 cm)	3	-0.8054	-1.3588	0.2019
ARGILA	AREIA	3	-0.8738	-1.7971	0.1616
AREIA	Ds (0-5 cm)	3	0.6224	0.7951	0.2862
AREIA	Ds (5-10 cm)	3	0.4156	0.4569	0.3636
AREIA	ARGILA	3	-0.8738	-1.7971	0.1616

Quadro 1 – Valores correlacionados a fertilidade, Ds e texturas.

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
% AGREGADOS > 2 mm	% AGREGADOS > 2 mm	3	1.0000	*****	0.0000
% AGREGADOS > 2 mm	CARB.ORG	3	0.9584	3.3573	0.0921
% AGREGADOS > 2 mm	SERRAPILHEIRA	3	0.8087	1.3747	0.2002
CARB.ORG	% AGREGADOS > 2 mm	3	0.9584	3.3573	0.0921
CARB.ORG	CARB.ORG	3	1.0000	*****	0.0000
CARB.ORG	SERRAPILHEIRA	3	0.9430	2.8323	0.1080
SERRAPILHEIRA	% AGREGADOS > 2 mm	3	0.8087	1.3747	0.2002
SERRAPILHEIRA	CARB.ORG	3	0.9430	2.8323	0.1080
SERRAPILHEIRA	SERRAPILHEIRA	3	1.0000	*****	0.0000

Quadro 2 – Valores correlacionados a % de agregados > 2 mm, matéria orgânica e aporte de serrapilheira.

Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
BMS	BMS	3	1.0000	*****	0.0000
BMS	QCO <sub>2</sub>	3	-0.9998	*****	0.0000
BMS	CARB.ORG	3	0.5059	0.5865	0.3312
BMS	SERRAPILHEIRA	3	0.7642	1.1849	0.2231
QCO <sub>2</sub>	BMS	3	-0.9998	*****	0.0000
QCO <sub>2</sub>	QCO <sub>2</sub>	3	1.0000	*****	0.0000
QCO <sub>2</sub>	CARB.ORG	3	-0.4893	-0.5610	0.3373
QCO <sub>2</sub>	SERRAPILHEIRA	3	-0.7517	-1.1399	0.2292
CARB.ORG	BMS	3	0.5059	0.5865	0.3312
CARB.ORG	QCO <sub>2</sub>	3	-0.4893	-0.5610	0.3373
CARB.ORG	CARB.ORG	3	1.0000	*****	0.0000
CARB.ORG	SERRAPILHEIRA	3	0.9430	2.8323	0.1080
SERRAPILHEIRA	BMS	3	0.7642	1.1849	0.2231
SERRAPILHEIRA	QCO <sub>2</sub>	3	-0.7517	-1.1399	0.2292
SERRAPILHEIRA	CARB.ORG	3	0.9430	2.8323	0.1080
SERRAPILHEIRA	SERRAPILHEIRA	3	1.0000	*****	0.0000

Quadro 3 – Valores correlacionados a BMS, qCO<sub>2</sub> e aporte de serrapilheira.