

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**Dissertação**

**Fitossociologia, aporte de serapilheira, estoques de carbono e nitrogênio sob plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração natural e Floresta Estacional Semidecidual, Santa Teresa, ES**

**DANIEL COSTA DE CARVALHO**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**FITOSSOCIOLOGIA, APORTE DE SERAPILHEIRA, ESTOQUES DE  
CARBONO SOB PLANTIO DE *CORYMBIA CITRIODORA* COM  
REGENERAÇÃO NATURAL E FLORESTA ESTACIONAL  
SEMIDECIDUAL, SANTA TERESA, ES**

**DANIEL COSTA DE CARVALHO**

*Sob a orientação do Professor*

**Marcos Gervasio Pereira**

e

*Co-orientação do Professor*

**Luciano de Oliveira Toledo**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

**Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

634.956

C331f

T

Carvalho, Daniel Costa de, 1984-  
Fitossociologia, aporte de  
serapilheira, estoques de carbono  
sob plantio de *Corymbia Citriodora*  
com regeneração natural e floresta  
estacional semidecidual, Santa  
Teresa, ES / Daniel Costa de  
Carvalho - 2012.

144 f. : il.

Orientador: Marcos Gervasio  
Pereira.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Ciências Ambientais e  
Florestais.

Inclui bibliografia.

1. Reflorestamento - Teses. 2.  
Solos florestais - Fertilização -  
Teses. 3. Dinâmica do solo - Teses.  
4. Serapilheira - Teses. 5.  
Florestas - Teses. I. Pereira,  
Marcos Gervasio, 1965-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro. Curso de Pós-Graduação  
em Ciências Ambientais e  
Florestais. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DANIEL COSTA DE CARVALHO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 29/02/2012**

---

Marcos Gervasio Pereira. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Luiz Fernando Duarte de Moraes Dr. Embrapa Agrobiologia

---

Denise Monte Braz Prof. Dr UFRRJ

*A minha família e  
Amigos.  
**Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à quem ou o que deu origem a vida, pelo surgimento da natureza, por ter me proporcionado estudá-la e viver perto dela.

Aos meus pais Gloria Maria da Silva Costa e José Carlos Carneiro de Carvalho, pelo apoio aos estudos, exemplo de vida e amor aos filhos. Também agradeço ao meu irmão Leonardo Costa de Carvalho, que continuará junto à mim nesta vida por muito tempo.

À todo minha família - que é a parte mais importante da minha vida – que moldaram meu jeito de ser, dando exemplos de dignidade, responsabilidade e bondade com o próximo.

À Tatiana Dias Gaii pelo seu amor e compreensão por todos esses anos juntos. Também meus agradecimentos a Maria de Fátima Dias Gaii, Eduardo Nagib Gaii e Luís Eduardo Dias Gaii pelos momentos prazerosos nestes últimos anos.

Agradeço novamente meus pais, Daniela Fontes (madrinha) e Sérgio Costa (padrinho), meu tio Betinho e meus primos, Lia Wright e Rodrigo Rodrigues que me fizeram aproximar da natureza e, sem intenções, me influenciaram na escolha da minha profissão.

Ao meu orientador e amigo Marcos Gervasio Pereira pela confiança e exemplo de dedicação ao trabalho.

Ao meu casal de amigos e co-orientadores Luciano de Oliveira Toledo e Giordana Sperandio, pelos ensinamentos e momentos divertidos. Também agradeço a toda família Sperandio pela confiança e acolhimento.

Aos estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Santa Teresa (IFES-ST) e amigos Cátia Simon, Jonnhy Rodrigues e Rafael Sant'Ana pela ajuda de campo - sem vocês a realização desse trabalho não seria possível -.

A direção do IFES-ST pela permissão dos estudos no *campus*.

Também agradeço a todos os funcionários do IFES-ST e aos novos amigos de Santa Teresa – ES que de alguma forma colaboraram com esse trabalho.

Ao Gilberto Terra e sua esposa Luiza Avelar pela ajuda e estadia na VALE.

Ao técnico do herbário da VALE Geovani Siqueira, pela ajuda na identificação botânica.

Agradeço a Liga da Justiça – Aline Damasceno, Thaís Correa Neto e Guilherme Pereira – pelos momentos prazerosos que tivemos juntos. Estarei sempre com vocês.

À Maria Helena pelas análises de granulometria e pelas conversas nos finais de tarde.

Aos doutorandos Deivid Lopes Machado na ajuda do delineamento amostral dos *litter bags* e Anderson Ribeiro Diniz pela ajuda nas análises químicas e estatísticas da serapilheira.

Aos amigos Eduardo Neto e Júlio César nas análises químicas da serapilheira.

A Maria Amélia pela ajuda na triagem da serapilheira.

A Fernando Coutinho, Paula Fernanda pela ajuda nas análises de solo e da moto também.

Aos amigos do Laboratório de Gênese e Classificação do Solo: Arcângelo, Celeste, Itaynara, Rafael, Sidinei, André, Elias, Shirlei, Wanderlei, Vanessa e ao casal Edilene e Rafael.

Ao Programa em Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

Ao coordenador Dr. João Vicente Latorraca, ex-coordenador Dr. Roberto Carlos Costa Lelis e a secretária Patrícia do Programa em Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais pela dedicação e seriedade do trabalho.

À prof. Marisa Piccolo e ao laboratório do CENA-USP na rapidez das análises isotópicas do solo.

Ao meus primeiros orientadores Luiz Fernando Tavares Menezes e Marilena Conde de Menezes pelo incentivo aos estudos.

Ao casal de amigos Hiram Baylão e Juliana Torres e minha afilhada Ana Luiza, pelo acolhimento e momentos divertidos nesses dois anos de mestrado.

Ao meus amigos Zé Luis e Douglas pelos valiosos ensinamentos sobre motocicleta e velhas histórias sobre a UFRRJ.

Agradeço muito os bons momentos na solidão com Amon e Barú – amigos inseparáveis -.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

À todos que de alguma forma ajudaram no andamento dessa dissertação

Muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

Daniel Costa de Carvalho nasceu no dia 13 de Junho de 1984 na cidade de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, filho de José Carlos Carneiro de Carvalho e Glória Maria da Silva Costa. Em 2003 ingressou no curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, concluindo em dezembro de 2008. Em março de 2010 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.



## RESUMO GERAL

Carvalho, Daniel Costa de. **Fitossociologia, aporte de serapilheira, estoques de carbono sob plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração natural e floresta estacional semidecidual, Santa Teresa, ES.** 2012. 144p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

O presente estudo fundamenta-se na hipótese de que os atributos edáficos, a fertilidade do solo e matéria orgânica do solo alteram-se com a conversão de áreas naturais em monocultura de eucalipto. Para tanto, foram selecionadas duas áreas: eucaliptal (*Corymbia citriodora*) com regeneração de espécies nativas (ERN) e Fragmento Florestal Nativo (FFN), localizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES-ST), Santa Teresa, na porção centro-serrana do Estado do Espírito Santo. Foram delimitados quatro transectos nas duas áreas de estudo, sendo esses distribuídos nas posições de: topo, terço superior, terço médio e terço inferior de uma topossequência. No Capítulo I, os objetivos foram descrever a florística e a fitossociologia das duas áreas de estudo. No Capítulo II, os objetivos foram: quantificar e comparar a produção anual de serapilheira e o aporte de nutrientes das duas áreas de estudo; verificar a contribuição de cada fração no aporte total e estimar a taxa de decomposição do material foliar. No Capítulo III teve como objetivos comparar os níveis de fertilidade e os estoques de carbono e nitrogênio das duas áreas de estudo além de relacionar esses estoques com suas respectivas origens. No Capítulo I, os índices de diversidade e equabilidade foram respectivamente 3,23 e 0,81 para a área de ERN e 3,81 e 0,90 e para área de FFN. Estes índices indicam que as áreas possuem alta diversidade e espécies bem distribuídas. A regeneração nativa sob plantio de *C. citriodora* possui características de Florestas Estacionais Semidecíduais e foi classificada em estágio inicial de regeneração. O Fragmento Florestal Nativo foi classificado como Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana (FES) em estágio avançado de regeneração. No Capítulo II, a produção total anual de serapilheira, estimada pelo aporte, foi de 5,36 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na área de ERN e 5,39 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na área de FES. O aporte e deposição de nutrientes da fração foliar foram maiores na área FES > REG > EUC. A velocidade de retorno dos macronutrientes seguiu a ordem: N > K > P para FES; K > P > N para REG; e K > P > N para EUC. No Capítulo III, os estoques de COT e N do solo das áreas de ERN e FES apresentaram a seguinte sequência: topo > terço inferior > terço superior > terço médio. O sinal isotópico do  $\delta^{13}\text{C}$  indicou o predomínio de plantas do ciclo C<sub>3</sub> nas duas áreas de estudo. No geral, os valores de <sup>15</sup>N apresentaram um enriquecimento isotópico em profundidade do solo nas duas áreas de estudo. Na área de ERN as análises isotópicas do <sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N revelaram que a época associada à profundidade de 40 cm corresponde ao período onde houve a remoção da floresta para o plantio do eucalipto. Sugere-se que o plantio de *C. citriodora* não impediu a colonização do seu sub-bosque por espécies nativas. Essas espécies contribuíram para a conservação dos solos nesta área, fornecendo melhor cobertura e retorno de nutrientes para o solo.

**Palavras-chave:** restauração florestal, ciclagem de nutrientes e dinâmica da paisagem.

## GENERAL ABSTRACT

Carvalho, Daniel Costa de. **Phytosociology, litter production, carbon stocks in plantation of *Corymbia citriodora* with natural regeneration and semideciduous forest, Santa Teresa, ES.** 2012. 144p. Dissertation (Master's in Environmental and Forest Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

This study is based on the assumption that the soil attributes, soil fertility, soil organic matter change with the conversion of natural areas in eucalyptus monoculture. To this, were selected two areas: Eucalyptus (*Corymbia citriodora*) with regeneration of native species (ERN) and Semideciduous Forest (FES), located at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES-ST), Santa Teresa, in the central-mountain area of Espírito Santo. Four transects were delimited in the two study areas, these being distributed in positions: summit, shoulder, backslope and toeslope of a toposequence. At the Chapter I, the objectives were to describe the floristic and the phytosociology of the two study areas. In Chapter II, the objectives were: to quantify the annual litter production and nutrient input and verify the contribution of each fraction in the total contribution and estimate the rate of leaf decomposition. In Chapter III, aimed to assess the levels of fertility and the stocks of carbon and nitrogen of the two study areas; in addition to these inventories relate to their origin. In Chapter I, the diversity index and evenness were 3,23 and 0,81 respectively for the ERN area and 3,81 and 0,90 for the SF area. These results indicate that the areas have high species diversity and well distributed. Regeneration in planting native *Corymbia citriodora* has characteristics of semideciduous seasonal forests and was ranked in the initial stages of regeneration. The semideciduous forest sub-montane was classified as advanced stage of regeneration. In Chapter II, the total annual litter production, estimated by the litter devolution, was 5,36 Mg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in the ERN area and 5,39 Mg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in the SF area. The input and deposition of nutrients from leaf fraction were higher in the SF > ERN > EUC. The rate of return of macronutrients followed the order: N > K > P to FES, K > P > N for ERN, and K > P > N for EUC. In Chapter III, of TOC and N soil areas ERN and SF presented the following sequence: summit > toeslope > shoulder > backslope. The isotopic signal of the  $\delta^{13}\text{C}$  showed a predominance of C<sub>3</sub> plants cycle in the two study areas. In general, the values showed an isotopic enrichment of <sup>15</sup>N in soil depth in two areas of study. In the ERN area analysis of the <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N isotopic revealed that the time associated with depth of 40 cm corresponds to the period where there was the removal of the forest for the planting of eucalyptus. It is suggested that the planting *Corymbia citriodora* did not prevent the colonization of their understory native species. These species contribute to soil conservation in this area, providing better coverage and return nutrients to the soil.

**Keywords:** Forest restoration, nutrient cycling, dynamic of landscape.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista florística das espécies arbóreas presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	26
<b>Tabela 2.</b> Quadro comparativo de alguns estudos sobre regeneração natural em sub-bosque de eucalipto. ....	32
<b>Tabela 3.</b> Lista fitossociológica das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	34
<b>Tabela 4.</b> Valores da similaridade de Sorensen entre terços da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	35
<b>Tabela 5.</b> Valores da similaridade de Bray Curtis entre terços sobre a abundância de indivíduos presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	36
<b>Tabela 6.</b> Parâmetros fitossociológicos comparativos entre Eucalipto, Fabaceae e outras espécies nativas para todos os terços na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	37
<b>Tabela 7.</b> Lista florística das espécies arbóreas presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	40
<b>Tabela 8.</b> Lista fitossociológica das espécies presentes da área de Fragmento Florestal Nativo. ....	47
<b>Tabela 9.</b> Valores da similaridade de Sorensen entre terços das espécies presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	49
<b>Tabela 10.</b> Valores da similaridade de Bray Curtis entre terços sobre a abundância de indivíduos presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	50
<b>Tabela 11.</b> Parâmetros fitossociológicos comparativos entre Fabaceae e outras espécies nativas para todos os terços na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	51
<b>Tabela 12.</b> Produção mensal de serapilheira* (Mg ha <sup>-1</sup> ) nas áreas de eucalipto com regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual. ....	65
<b>Tabela 13.</b> Produção de serapilheira aportada (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) em diferentes tipologias florestais brasileiras. ....	67
<b>Tabela 14.</b> Conteúdos* de N P K (kg ha <sup>-1</sup> ) da serapilheira na fração folhas nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual. ....	73
<b>Tabela 15.</b> Conteúdo de macronutrientes aportados via serapilheira em algumas tipologias florestais ....	76

<b>Tabela 16.</b> Percentual* de massa remanescente da fração foliar nos intervalos de dias.....	79
<b>Tabela 17.</b> Valores da constante de decomposição (k), tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P). .....	80
<b>Tabela 18.</b> Valores da constante de decomposição (k), tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P). .....	82
<b>Tabela 19.</b> Classificação dos solos por terço nas duas áreas de estudo. ....	97
<b>Tabela 20.</b> Teores* de nutrientes nos diferentes terços nas duas áreas de estudo.....	102
<b>Tabela 21.</b> Estoques de carbono e nitrogênio nos terços da topossequência das duas áreas de estudo.....	107

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Remanescentes Florestais da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo no período de 2000 a 2005 (Fonte: FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2008). ..... 4
- Figura 2.** Localização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa e Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de Santa Teresa, ES. .... 9
- Figura 3.** Gráfico da variação das temperaturas máximas, mínimas e médias do município de Santa Teresa - ES no período de 1977-2003. (Fonte: Adaptado de NÓBREGA et al., 2010).. 10
- Figura 4.** Distribuição mensal média da precipitação do município de Santa Teresa, no período de 1977-2003. (Fonte: Adaptado por NÓBREGA et al., 2010). .... 10
- Figura 5.** Índice de radiação (Wh/m<sup>2</sup>) para mês de agosto das duas áreas de estudo, Santa Teresa, ES. **Legenda:** ERN- Eucalipto com regeneração nativa; FFN- Fragmento florestal nativo. .... 11
- Figura 6.** Vista panorâmica no interior do fragmento florestal nativo..... 11
- Figura 7.** Escarpas rochosas próximas à área de estudo. .... 11
- Figura 8.** Fotografia aérea (1988) das duas áreas de estudo no IFES-ST. **Legenda:** FFN- Fragmento floresta nativo; ERN- Eucalipto com regeneração nativa. .... 12
- Figura 9.** Fotografia interna da área de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração de espécies nativas, Santa Teresa, ES..... 12
- Figura 10.** Fotografia interna da área do Fragmento Florestal Nativo, Santa Teresa, ES. .... 12
- Figura 11.** Localização dos terços do levantamento fitossociológico nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa..... 22
- Figura 12.** Distribuição diamétrica das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. .... 24
- Figura 13.** Distribuição da altura das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. .... 25
- Figura 14.** Famílias botânicas mais representativas das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. .... 28
- Figura 15.** Gêneros mais representativos das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. .... 28
- Figura 16.** Curva de suficiência amostral das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. .... 29

<b>Figura 17.</b> Classificação sucessional das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	29
<b>Figura 18.</b> Classificação quanto à deciduidade das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	30
<b>Figura 19.</b> Síndrome de dispersão das espécies das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	31
<b>Figura 20.</b> Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Sørensen, entre os terços da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. <b>Legenda:</b> Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo. ....	36
<b>Figura 21.</b> Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Bray Curtis entre os terços de indivíduos presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. <b>Legenda:</b> Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo. ....	37
<b>Figura 22.</b> Densidade relativa para Eucalipto, Fabaceae e Nativas nas quatro topo-sequências na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. ....	38
<b>Figura 23.</b> Distribuição diamétrica das espécies na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	39
<b>Figura 24.</b> Distribuição da altura das espécies na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	39
<b>Figura 25.</b> Famílias botânicas mais representativas na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	43
<b>Figura 26.</b> Gêneros mais representativos na área de Fragmento Florestal Nativo. ....	44
<b>Figura 27.</b> Curva de suficiência amostral para a área de Fragmento Florestal Nativo. ....	44
<b>Figura 28.</b> Classificação sucessional das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo. ....	45
<b>Figura 29.</b> Classificação quanto a deciduidade das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo. ....	45
<b>Figura 30.</b> Síndrome de dispersão das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo. ....	46
<b>Figura 31.</b> Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Sørensen, entre os terços das espécies presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. <b>Legenda:</b> Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo. ....	49
<b>Figura 32.</b> Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Bray Curtis entre os terços de indivíduos presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. <b>Legenda:</b> Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo. ....	50

<b>Figura 33.</b> Densidade relativa para Eucalipto, Fabaceae e Nativas nas quatro topo-sequências na área de Fragmento Florestal Nativo.....	51
<b>Figura 34.</b> Coletor cônico utilizado para coleta da serapilheira nas duas áreas de estudo, Santa Teresa, ES. A - Vista frontal do coletor cônico e B – Coleta do material.....	62
<b>Figura 35.</b> Distribuição dos coletores nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo <i>campus</i> Santa Teresa.....	62
<b>Figura 36.</b> A- “ <i>Litter bag</i> ” . B- Instalação dos litter bags sobre o piso florestal para a avaliação da taxa de decomposição do material foliar. ....	63
<b>Figura 37.</b> Localização dos <i>litter bags</i> nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo <i>campus</i> Santa Teresa.....	64
<b>Figura 38.</b> Produção média total de serapilheira mensal na área de Floresta Estacional Semidecidual. Letras maiúsculas (comparação entre meses) diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey (P<0,10). ....	68
<b>Figura 39.</b> Produção média total de serapilheira mensal na área de eucalipto com regeneração nativa. Letras maiúsculas (comparação entre meses) diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey (P<0,10). ....	69
<b>Figura 40.</b> Valores percentuais das frações da serapilheira (folha, material reprodutivo, ramo e outros) em relação ao aporte total nas duas áreas de estudo. <b>Legenda:</b> FES - Floresta Estacional Semidecidual; ERN - Eucalipto com regeneração natural.....	70
<b>Figura 41.</b> Produção média anual de serapilheira na fração foliar. Letras maiúsculas diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey (P<0,10). <b>Legenda:</b> FES - Floresta Estacional Semidecidual; EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa .....	70
<b>Figura 42.</b> Produção média anual de serapilheira na fração foliar. <b>Legenda:</b> FES - Floresta Estacional Semidecidual; REG - Regeneração de espécies nativas. Para todas as figuras..tirar o ponto entre Mg ha <sup>-1</sup> .....	71
<b>Figura 43.</b> Produção média anual de serapilheira na fração foliar. <b>Legenda:</b> EUC - Eucalipto; REG - Regeneração de espécies nativas .....	72
<b>Figura 44.</b> Conteúdos de nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Fragmento Florestal Nativo. ....	77
<b>Figura 45.</b> Conteúdos de fósforo (kg ha <sup>-1</sup> ) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual. ....	77
<b>Figura 46.</b> Conteúdos de potássio (kg ha <sup>-1</sup> ) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual. ....	78
<b>Figura 47.</b> Relação do aporte de macronutrientes da fração foliar entre os picos de deposição e outros meses para a área de Floresta Estacional Semidecidual. ....	78

<b>Figura 48.</b> Relação do aporte de macronutrientes da fração foliar entre os picos de deposição e outros meses para a área de Eucalipto com Regeneração Nativa. ....	79
<b>Figura 49.</b> Curva de decomposição do material foliar. <b>Legenda:</b> EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa;FES - Floresta Estacional Semidecidual. ....	81
<b>Figura 50.</b> Curva de liberação do nitrogênio do material foliar. <b>Legenda:</b> EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa;FES - Floresta Estacional Semidecidual.....	83
<b>Figura 51.</b> Curva de liberação do fósforo do material foliar. <b>Legenda:</b> EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa;FES - Floresta Estacional Semidecidual.....	83
<b>Figura 52.</b> Curva de liberação do potássio do material foliar. <b>Legenda:</b> EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa;FES - Floresta Estacional Semidecidual.....	84
<b>Figura 53.</b> Localização das trincheiras abertas das duas áreas solos das áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo <i>campus</i> Santa Teresa. ....	94
<b>Figura 54.</b> Teores de argila nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	99
<b>Figura 55.</b> Densidade do solo nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	99
<b>Figura 56.</b> Teores de argila total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	100
<b>Figura 57.</b> Densidade total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	101
<b>Figura 58.</b> Teores de carbono orgânico total nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	103
<b>Figura 59.</b> Teores de nitrogênio total nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 % . ....	104



- Figura 60.** Teores de carbono orgânico total nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %. ..... 105
- Figura 61.** Teores de nitrogênio total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %. ..... 106
- Figura 62.** Variação dos valores de  $^{13}\text{C}$  (‰) nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições. .... 108
- Figura 63.** Variação dos valores de  $^{13}\text{C}$  (‰) no solo nos diferentes terços da topossequência da área de Floresta Estacional Semidecidual. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições. .... 109
- Figura 64.** Variação dos valores de  $^{15}\text{N}$  (‰) nos diferentes terços da topossequência da área de área de Eucalipto com regeneração nativa. As barras de erro indicam o erro padrão da média de 3 repetições. .... 110
- Figura 65.** Variação dos valores de  $^{15}\text{N}$  (‰) no solo nos diferentes terços da topossequência da área de Floresta Estacional Semidecidual. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições. .... 112

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Histórico de ocupação e uso das terras do Bioma Mata Atlântica no Brasil e no Estado do Espírito Santo .....	3
2.2. Florística e Fitosociologia.....	4
2.3. O gênero <i>Corymbia</i> .....	5
2.4. Regeneração espontânea sob plantios de <i>Eucalyptus</i> sp. ....	5
2.5. Aporte e decomposição da serapilheira .....	6
2.6. Estoque de Carbono e Nitrogênio.....	7
2.7. Técnicas isotópicas .....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	8
3.1. Localização.....	8
3.2. Clima .....	10
3.3. Relevo.....	11
3.4. Definição das áreas de estudo.....	12
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	13
<b>CAPITULO I: FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM PLANTIO DE <i>Corymbia citriodora</i> COM REGENERAÇÃO NATIVA E UM FRAGMENTO FLORESTAL NATIVO, SANTA TERESA, ES.....</b>	<b>18</b>
RESUMO .....	19
ABSTRACT .....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
2.1. Amostragem.....	22
2.2. Parâmetros fitossociológicos .....	23
2.3. Classificação da vegetação .....	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
3.1. Estrutura, florística e fitossociologia da regeneração sob povoamento de <i>C. citriodora</i> . ..	24
3.2. Estrutura, florística e fitossociologia do Fragmento Florestal Nativo.....	38
4. CONCLUSÕES .....	52
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
<b>CAPÍTULO II: APORTE, QUALIDADE E DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA DE UM PLANTIO DE <i>CORYMBIA CITRIODORA</i> COM REGENERAÇÃO NATIVA E UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, SANTA TERESA, ES .....</b>	<b>58</b>
RESUMO .....	59
ABSTRACT .....	60
1. INTRODUÇÃO.....	61

2. MATERIAL E MÉTODOS .....	62
2.1. Aporte de Serapilheira .....	62
2.2. Decomposição do Material Foliar .....	63
2.3. Análise dos Dados .....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	65
3.1. Aporte de serapilheira.....	65
3.2. Aporte de Nutrientes pela Serapilheira.....	72
3.3. Decomposição e liberação de macronutrientes do material foliar.....	79
4. CONCLUSÕES .....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
<b>CAPITULO III: ATRIBUTOS EDÁFICOS, ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO E AVALIAÇÃO DE SUAS ORIGENS EM ÁREAS DE PLANTIO DE CORYMBIA CITRIODORA COM REGENERAÇÃO NATIVA E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, SANTA TERESA, ES.....</b>	<b>90</b>
RESUMO .....	91
ABSTRACT .....	92
1. INTRODUÇÃO.....	93
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	94
2.1. Caracterização de perfis e coleta de amostras de terra .....	94
2.2. Caracterização química e física das amostras de terra .....	95
2.3. Estoque de carbono e nitrogênio do solo.....	95
2.4. Origem do Carbono (13C) e (15N) .....	95
2.5. Análise dos resultados .....	96
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	97
3.1. Classificação dos Solos .....	97
3.2. Atributos Físicos.....	98
3.3. Atributos Químicos.....	101
3.4. Valores de 13C e 15N do perfil do solo.....	108
4. CONCLUSÕES .....	113
5. CONCLUSÕES GERAIS .....	113
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
ANEXO 1 .....	118
ANEXO 2 .....	137

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Cerca de 7% da superfície terrestre é ocupada por florestas tropicais que possuem mais da metade da biodiversidade mundial. Nas últimas décadas, essas florestas vêm sendo submetidas a intensos processos de antropização, causados principalmente pela agricultura e pela expansão urbana. Tal fato acarretou num cenário atual de completa descaracterização e fragmentação dessas paisagens naturais, ameaçando cada vez mais a sobrevivência das espécies.

Inserida neste contexto, a Mata Atlântica tem sido considerada um bioma de grande complexidade biológica, apresentando uma das mais altas taxas de endemismo e biodiversidade em áreas tropicais. Originalmente, compreendia uma faixa contínua de vegetação litorânea do nordeste até o sul do Brasil, avançando para o interior em extensões variadas que cobriam cerca de 15% do território brasileiro (1.306.421 km<sup>2</sup>). Atualmente restam apenas 11,73% (16.377.472 ha) de sua área original (RIBEIRO et al., 2009). Por razões históricas a devastação deste bioma ocorreu de forma mais intensa nas zonas litorâneas, onde atualmente habita a maior parte da população brasileira. A degradação e fragmentação deste bioma, somada às altas taxas de endemismo e biodiversidade, confere ao mesmo uma posição de destaque entre as principais áreas para conservação no mundo, denominadas “*Hot Spots*” (MYERS et al., 2000).

Para reverter o atual processo de degradação e fragmentação do bioma Mata Atlântica várias iniciativas de restauração e/ou recuperação vêm sendo estudadas e aplicadas em áreas degradadas e antropizadas (RODRIGUES et al. 2011). Uma das técnicas estudadas na recuperação da biodiversidade de áreas antropizadas é a recolonização de espécies nativas em sub-bosque de plantios homogêneos (REZENDE et al., 1994).

Os reflorestamentos com espécies arbóreas conduzidos com práticas de manejo inapropriadas ou aqueles abandonados pelos proprietários apresentam significativa colonização do seu sub-bosque. Plantios homogêneos de eucalipto, em fase de exploração apresentam desenvolvimento do sub-bosque, sugerindo um processo de sucessão favorável à recuperação da biodiversidade. As razões desse recrutamento são as proximidades de bordas florestais nativas que possuem indivíduos dispersores associados às práticas de manejo inapropriadas ou até mesmo seu completo abandono.

Apesar de programas governamentais contemplarem plantios com espécies florestais nativas, na prática limitam-se a monocultura de eucalipto em virtude do próprio interesse do proprietário rural. Devido à resistência dos proprietários rurais ao plantio de espécies nativas para fins conservacionistas fica evidente a importância do estudo de regeneração natural como forma de viabilizar a recuperação da cobertura florestal nativa e de seus benefícios ao meio ambiente.

Embora vários estudos discorram sobre ciclagem de nutrientes, estoques de carbono, nitrogênio e nutrientes dos solos, poucos são aqueles que associam e comparam estes atributos a áreas de vegetação nativa ou floresta plantadas sendo mais raros os que utilizam as técnicas isotópicas nesta avaliação.

Ratificando essas assertivas, o presente estudo fundamenta-se na hipótese de que os atributos edáficos, a fertilidade do solo, matéria orgânica do solo alteram-se com a conversão de áreas naturais em monocultura de eucalipto. Apesar desta alteração não é restritivo que no decorrer do tempo os processos de colonização do sub-bosque por espécies nativas sejam estabelecidos. Tal fato sugere melhoria da qualidade ambiental fornecida pela cultura de eucalipto, que desta forma, participa efetivamente no processo de sucessão ecológica.

O estudo tem como objetivos: a) conhecer a florística e fitossociologia das espécies espontâneas sob plantio de *Corymbia citriodora* e do fragmento florestal nativo; b) classificar as espécies espontâneas sob plantio de *Corymbia citriodora* e do fragmento florestal nativo; c) avaliar o aporte e a decomposição da serapilheira e a devolução de nutrientes nas áreas de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e do fragmento florestal nativo; d) avaliar a fertilidade e estoques de carbono e nitrogênio do solo sob plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e do fragmento florestal nativo; e) analisar os estoques de carbono e nitrogênio das duas áreas relacionando suas respectivas origens numa cronossequência floresta-reflorestamento homogêneo; f) reunir informações que possam ser utilizados para a avaliar as modificações nas paisagens e orientar na recuperação de áreas descaracterizadas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico de ocupação e uso das terras do Bioma Mata Atlântica no Brasil e no Estado do Espírito Santo**

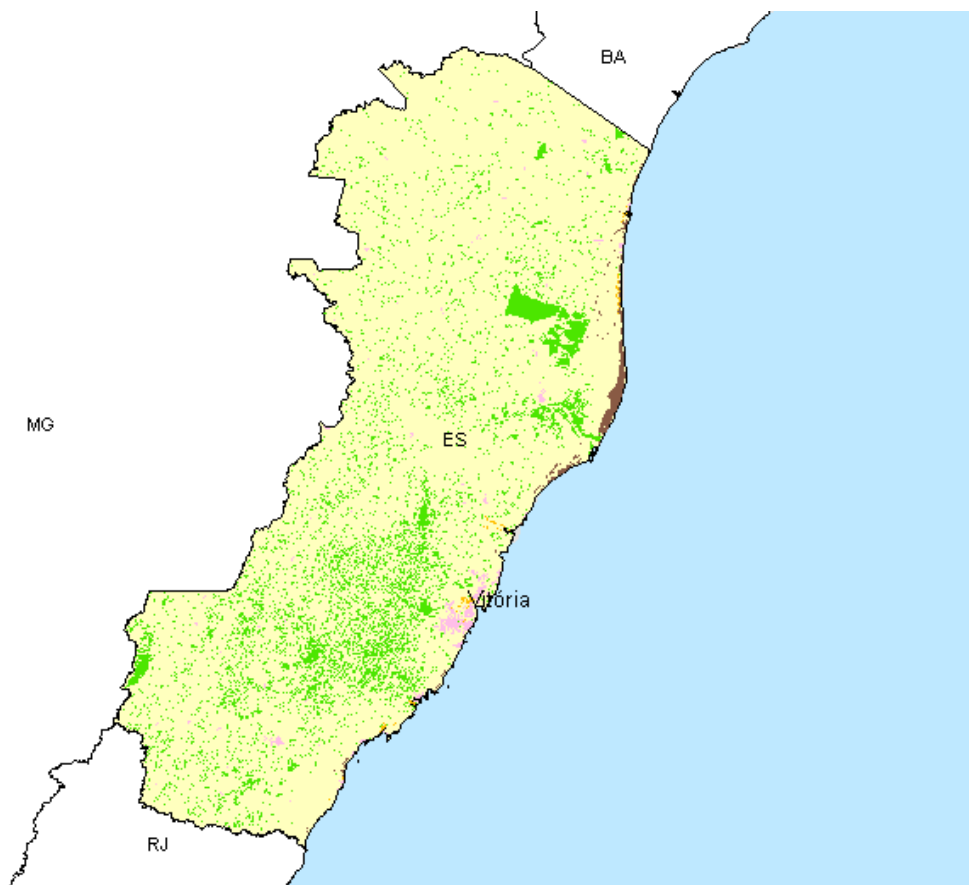
Na época do descobrimento do Brasil, o bioma Mata Atlântica cobria uma área de aproximadamente 1 milhão de km<sup>2</sup>, cobrindo cerca de 15% do território nacional e atualmente restando apenas cerca de 11,73% (16.377.472 ha) de sua área original (RIBEIRO et al., 2009). Esse bioma é formado por um complexo de tipos florestais ao longo da costa brasileira, abrangendo a maior parte dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, e parcialmente os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2008).

Essa extensa área é ocupada por mais de 67% da população brasileira, ou seja, mais de 120 milhões de habitantes em mais de 3.400 municípios, que correspondem a 61% dos existentes no Brasil. Destes, 2.528 municípios possuem a totalidade dos seus territórios no bioma, (IBGE, 2005).

Na região sudeste do Brasil os trechos desse bioma, mais preservados, encontram-se protegidos nas escarpas de difícil acesso. Graças à topografia íngreme, estas áreas tiveram seu uso restringido para a agricultura (RIBEIRO et al, 2009).

No estado do Espírito Santo em função da topografia acidentada, verifica-se ainda 11,03% da cobertura original da Floresta Atlântica (Figura 1) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2008), apesar de o estado ter sido submetido a um contínuo processo destrutivo de seus ambientes, decorrentes de atividades madeireiras e agrícolas, a partir do século XVI, e mais recentemente com a especulação imobiliária.

Seguindo esta perspectiva, o município de Santa Teresa (ES) também foi submetido a esse processo destrutivo da paisagem natural, restando atualmente apenas 21% da sua cobertura florestal original. Tal cobertura embora pequena, é expressiva quando comparada a outras cidades capixabas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2008). Após estes eventos, atualmente o município apresenta-se ocupado principalmente pela monocultura de café e reflorestamentos com eucalipto de várias espécies.



**Figura 1.** Remanescentes Florestais da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo no período de 2000 a 2005 (Fonte: FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2008).

## 2.2. Florística e Fitossociologia

Estudos florísticos são básicos para a atualização das floras regional e nacional, pesquisas dos potenciais diversos das plantas e para o entendimento de padrões de distribuição geográfica das espécies e de como esses padrões são influenciados pela latitude, longitude, altitude e por fatores ambientais como clima e solos (GUEDES-BRUNI et al., 1997).

Inventários quantitativos de caráter ecológico, por sua vez, estão entre as melhores ferramentas para caracterização e identificação dos estádios de desenvolvimento dos ecossistemas (PEIXOTO et al., 2004).

A fitossociologia é o estudo de métodos de reconhecimento e definição de comunidades vegetais no que se refere à origem, estrutura, classificação e relações com o meio, ou seja, o estudo da fitossociologia pressupõe a existência de comunidades de plantas (FELFILI & REZENDE, 2003).

De acordo com TABARELLI et al. (1993), a fitossociologia possibilita a identificação de parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal, definindo abundância, relação de dominância e importância relativa. Ela permite inferir sobre a distribuição espacial de cada espécie, explicitando possibilidades de associações intraespecíficas e sobre a agressividade, propagação vegetativa, ciclo de vida e dispersão. Nesse sentido, a fitossociologia procura estudar, descrever e compreender as relações quantitativas entre as espécies em uma comunidade vegetal (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

### 2.3. O gênero *Corymbia*

*Corymbia* é um gênero botânico pertencente à família Myrtaceae, que inclui cerca de 113 espécies. Estudos a nível molecular na década de 90 mostraram que essas espécies estão mais próximas do gênero *Angophora* que de *Eucalyptus* optando-se pela criação de um novo gênero. Contudo estes três gêneros, são muito próximos uns dos outros que lhe conferem a designação vulgar de "eucaliptos".

Introduzido no Brasil em 1825 para uso ornamental e quebra-vento, os eucaliptos adquiriram, com o passar dos anos, um cenário expansionista em escala comercial na produção de lenha e carvão. Em função do rápido crescimento, passou a ser utilizado na fabricação de cercas, moirões e matéria-prima para papel, celulose, chapa de fibras, aglomerados e móveis (WINK, 2009).

Segundo dados da Rede Internacional de investigadores do genoma do eucalipto (EUCAGEM, 2007), este é uma das essências florestais mais cultivadas no mundo. Existem cerca de 18 milhões de hectares em 90 países, cuja produção permite aliviar significativamente a pressão sobre a extensão e biodiversidade das florestas tropicais.

MARCHIORI & SOBRAL (1997) relatam o grande número de espécies e variedades tornando difícil uma descrição genérica que atenda a todas as espécies de eucaliptos. Contudo, para as espécies cultivadas no Brasil é possível encontrar características comuns: folhas geralmente coriáceas, cutinizadas e de filotaxia alterna nas plantas adultas, sendo comum encontrar glândulas oleíferas translúcidas.

### 2.4. Regeneração espontânea sob plantios de *Eucalyptus* sp.

Um dos primeiros estudos sobre a regeneração de espécies nativas em sub-bosque de eucalipto foi realizado por RAJVANSHI et al. (1983), com o objetivo de comparar a regeneração nativa entre o sub-bosque de uma floresta natural (Sal Forest) em Golatappar-Dehra Dun, Índia, e o sub-bosque de uma plantação de *Eucalyptus*. A exuberância do sub-bosque do eucalipto foi atribuída a condições edáficas favoráveis. Posteriormente, estudando essas mesmas formações, MATHUR & SONI (1983), observaram que o dossel mais aberto da plantação de eucalipto permite maior penetração de radiação e de água de chuva, explicando assim a maior diversidade e comunidade de plantas em seu sub-bosque.

Analisando a composição florística e estrutura fitossociológica do sub-bosque de dois talhões de *E. tereticornis*, no município de Rio Claro - SP, SCHLITTLER (1984) observou que as espécies amostradas no estrato herbáceo não apresentaram correspondência com os demais estratos. O autor constatou diferenças entre os dois povoamentos avaliados, indicando padrões diferenciados de desenvolvimento do sub-bosque em função da qualidade do solo e de aspectos microclimáticos. Ambos os povoamentos, comparados com florestas nativas típicas do estado de São Paulo, apresentaram índices de diversidade mais baixos que estas, indicando que a vegetação do sub-bosque não se assemelhou às fitocenoses eminentemente florestais, e sim a uma formação secundária (capoeirões).

CALEGÁRIO et al. (1993) realizaram levantamento fitossociológico em povoamentos de *E. grandis* e *E. paniculata* no Vale do Rio Doce - MG, estabelecidos em áreas compostas originalmente por Floresta Estacional Semidecidual. Após o abandono do eucalipto, ocorreu redução da densidade inicial de plantio devido à ocorrência de pragas, ventos e competição com indivíduos de espécies nativas. Por ocasião da amostragem, os indivíduos e as espécies florestais nativas predominavam sobre os indivíduos e as espécies de eucalipto.



Plantios homogêneos de eucalipto, financiados por programas de fomento florestal e em fase de exploração, apresentam desenvolvimento significativo do sub-bosque, sugerindo um processo de sucessão favorável à recuperação da biodiversidade. Esta situação indica possibilidades para a condução de povoamentos auxiliares com espécies florestais nativas, favorecendo a recuperação de áreas degradadas, controle de pragas, conservação do solo e manutenção da fauna. O sub-bosque de povoamentos homogêneos até então vistos como grande entrave por prejudicar o desenvolvimento das espécies de interesse econômico, aumentar o risco de incêndios, dificultar as operações de manejo, combate às formigas e exploração, começa a ser valorizado em seu aspecto de biodiversidade, concorrendo para a estabilidade ambiental (FAO, 1987; LIMA, 1993).

REZENDE et al., 1994 expõem que a suposta esterilização do solo em plantios de eucalipto parece estar associada à imagem de povoamentos com pouca vegetação rasteira. Diferentes fatores podem estar relacionados a esta escassez de vegetação, sendo a baixa luminosidade, efeitos alelopáticos, espessura da manta orgânica e a concorrência por água e nutrientes.

Fatores como densidade das copas (CALEGARIO et al., 1993); abertura do dossel e condições edáficas favoráveis (RAJVANSKI et al., 1983), e densidade do talhão (HARRINGTON e EWEL, 1997; CARNEIRO, 2002), tem sido apontados como importantes na promoção da regeneração natural do sub-bosque, além da proximidade a fontes de propágulos.

AUBERT & OLIVEIRA-FILHO (1994) e NERI (2005) constataram que o estabelecimento das espécies nativas no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus* sp. no Cerrado se dava a partir de diásporos advindos de vegetação autóctone vizinha aos plantios, do banco de sementes presentes no solo local ou de brotação de órgãos subterrâneos gemíferos. Adicionalmente CAMARGO (1998) relatou que em muitas plantações de *Eucalyptus* spp. em todo o Brasil tem sido observada e considerada comum a formação de um denso sub-bosque de espécies nativas a partir de regeneração natural.

Além disso, diversos autores constataram que a diversidade vegetal em sub-bosque de plantações de eucalipto promove também, um aumento gradual da diversidade animal (DIETZ, 1975; ALMEIDA, 1979; SILVA 2002; SILVEIRA, 2005), sendo esta última responsável pela dispersão das espécies vegetais presentes na área.

## **2.5. Aporte e decomposição da serapilheira**

A serapilheira é um importante componente do ecossistema florestal e compreende o material depositado no solo pela biota. Este material inclui principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais (DIAS & OLIVEIRA-FILHO, 1997).

Esta camada sobre o solo produz sombra e retém umidade, criando condições microclimáticas que influenciam na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas (ARAÚJO, 2002; SANTOS & VÁLIO, 2002).

Já ODUM (1988) cita a camada de serapilheira como a que representa o componente de detritos e pode ser considerado um tipo de subsistema ecológico, no qual os microorganismos trabalham em conjunto com pequenos artrópodes para decompor a matéria orgânica. Por isso é ela a principal via de transferência de nutrientes para a sustentação de uma floresta, visto que, pequenas quantidades de nutrientes são adicionadas através da chuva ou do intemperismo do solo, especialmente em solos de clima tropical (KÖNIG et al., 2002).

A importância de se avaliar a produção de serrapilheira está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes, nestes ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da decomposição dos resíduos vegetais (PAGANO & DURIGAN, 2000; SOUZA & DAVIDE, 2001).

O processo de decomposição é um dos mais importantes da ciclagem de nutrientes MONTAGNINI & JORDAN (2002). MASON (1980) define a decomposição como a desintegração gradual do material orgânico que chega ao piso florestal até que sua estrutura não possa mais ser reconhecida e moléculas orgânicas complexas sejam fragmentadas em dióxido de carbono, água e componentes minerais.

De acordo com HEAL et al., (1997) a decomposição é um processo dinâmico em que ocorre, simultaneamente, a fragmentação física das suas estruturas, a transformação química, a síntese de novos compostos e o transporte destes produtos para horizontes mais profundos do solo. Segundo WHITTAKER (1975) o equilíbrio é atingido quando a quantidade de material adicionado é igual à quantidade decomposta.

A produção e decomposição da serrapilheira são utilizadas como indicadores de restauração em projetos de recuperação de áreas degradadas (MARTINS & RODRIGUES, 1999). No entanto, poucos estudos têm abordado a sua produção em áreas submetidas a distúrbios, apesar de ser importante entender a relação desse compartimento com o processo regenerativo da vegetação (GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002; MACHADO, 2011; GODINHO et al., 2009).

Desta forma, fica compreendida a importância em conhecer a dinâmica do aporte de serrapilheira e retorno de nutrientes em remanescentes florestais, a fim de estabelecer estratégias de manejo e recuperação em áreas degradadas, garantindo a manutenção destes processos ecológicos. A utilização desses conhecimentos no estabelecimento de indicadores ambientais também é capaz de diagnosticar e/ou evidenciar níveis de degradação ou estágio de conservação de ecossistemas florestais.

## **2.6. Estoque de Carbono e Nitrogênio**

Segundo MEURER (2000) cita que o solo é o maior reservatório de carbono na superfície terrestre, através da matéria orgânica, fundamental no equilíbrio do seu ciclo na terra. Este incremento de carbono no solo tem efeitos sobre a qualidade do solo e provavelmente sobre a capacidade de regulação deste compartimento, que são bases estratégicas do manejo sustentável (LAL et al., 1998). Este elemento é submetido a modificações no solo devido às alterações de uso da terra, como o desmatamento para uso agrícola ou pastagem (LOSS et al., 2009), indicando que o mínimo revolvimento do solo, além de conservar as características físicas, recupera os estoques de carbono no solo (MIELNICZUK et al., 2003).

Além do carbono outro elemento relevante nos estudos de matéria orgânica do solo é o nitrogênio. Sua maior parte está na fração orgânica (mais de 90%), que é um imenso reservatório de formas mais prontamente disponíveis, como a nítrica e a amoniacal. Estas formas minerais, apesar de responderem por pequena parcela do N total, são de extrema importância do ponto de vista nutricional, já que são elas as absorvidas pelos vegetais e microrganismos STEVENSON (1986).

STEVENSON (1994) salienta ainda que ao ser estocado no solo, o nitrogênio é controlado especialmente pelas condições climáticas e pela vegetação, e que em solos sob clima tropical, a concentração de N total pode variar entre 0,02 e 0,4 %, podendo, em casos extremos de solos orgânicos, chegar a até 2 %.

Com a quantificação destes nutrientes estocados em solos de diferentes fisionomias florestais, pode-se ter uma estimativa da quantidade existente destes compostos estocados no ambiente natural e sob o plantio comercial. Estes resultados poderão indicar a importância da manutenção das áreas, uma vez que com a retirada desta vegetação haveria a oxidação deste material e grande parte destes estoques provavelmente se degradariam e retornariam para a atmosfera (LOSS et al., 2009).

## **2.7. Técnicas isotópicas**

Em ecossistemas naturais, a fonte de carbono orgânico do solo tem origem nos resíduos orgânicos oriundos da vegetação nativa enquanto nos agrossistemas a maior parte do carbono do solo é oriunda da vegetação original e a outra oriunda dos resíduos vegetais das culturas introduzidas na área BERNOX et al. (1999).

Os estudos de CERRI et al. (1985) mostraram que é possível a quantificação destas duas fontes de matéria orgânica nos solos cultivados com o emprego de técnicas isotópicas baseadas na abundância natural em  $^{13}\text{C}$ .

A maioria dos vegetais das florestas tropicais possui um ciclo fotossintético do tipo  $\text{C}_3$  e como a matéria orgânica do solo é derivada da cobertura vegetal, o seu delta  $^{13}\text{C}$  é aproximadamente igual ao da vegetação que a originou. Já as gramíneas de regiões tropicais possuem um ciclo fotossintético do tipo  $\text{C}_4$ , e assim, quando a floresta é desmatada e a terra utilizada como pastagem, os resíduos da cultura são incorporados ao solo e modificam a relação isotópica inicial. Esta diferença é utilizada para quantificar as perdas de matéria orgânica nativa e os ganhos devido à implantação da nova cultura (BERNOX et al. 1998).

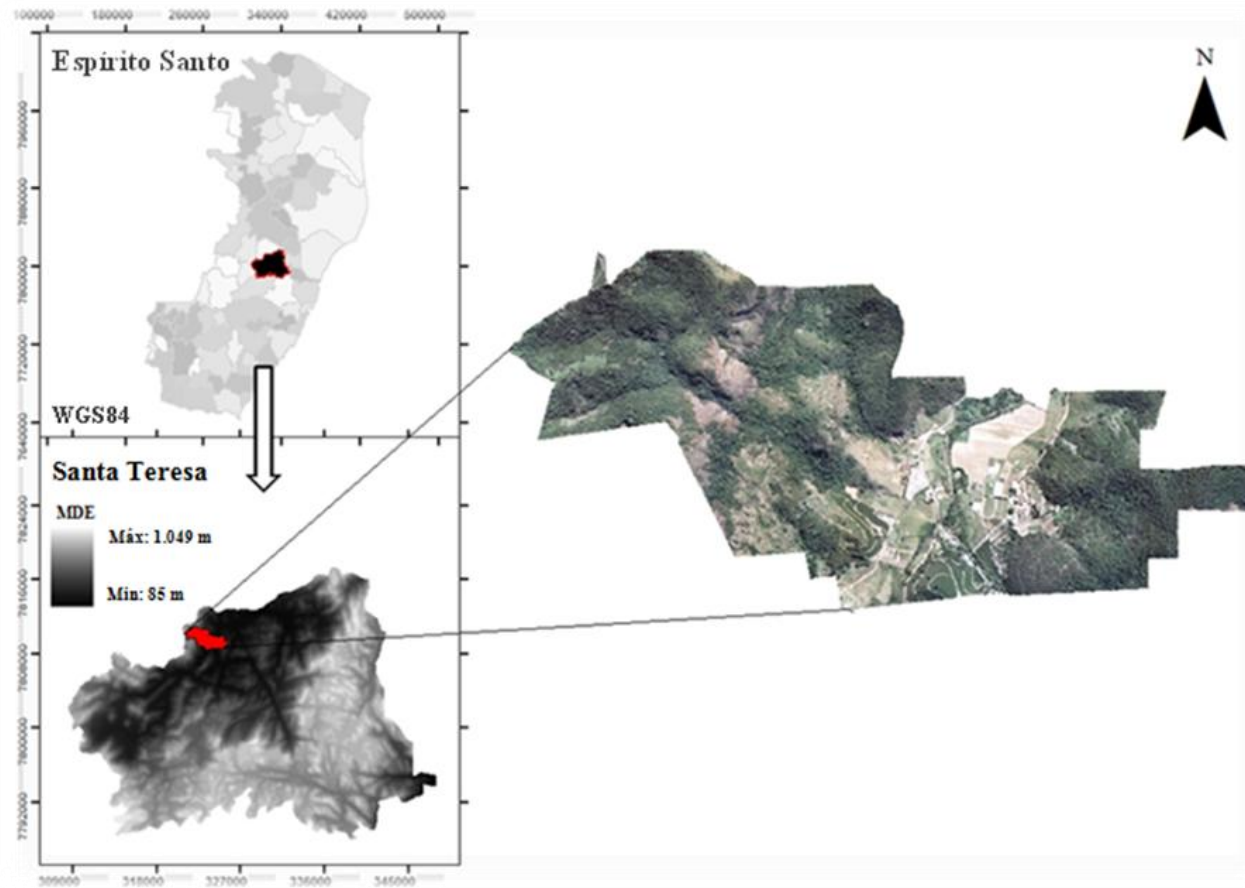
Considerando que a matéria orgânica do solo sob floresta pode ser separada em dois compartimentos, um biodegradável e outro estável, torna-se possível estimar a quantidade de carbono biodegradável e estável da floresta, nas diferentes situações de uso, para fins agrícolas do solo (CERRI et al., 1985).

A partir do exposto AMARAL et al. (2011) e PESSENDA et al. (2010) consideram que a utilização das análises isotópicas dos compartimentos de carbono e nitrogênio do solo são primordiais na reconstituição da paisagem em tempos pretéritos.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Localização**

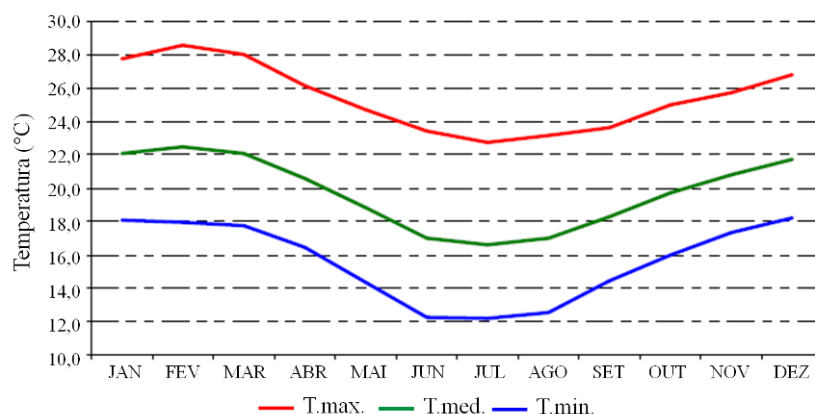
O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES-ST), no município de Santa Teresa, na porção centro-serrana do Estado do Espírito Santo, entre as coordenadas geográficas de  $19^{\circ}56'10''\text{S}$  e  $40^{\circ}36'06''\text{W}$ , com média de 700 metros de altitude (Figura 2). O IFES-ST está localizado na porção noroeste do município, numa região denominada Vale do Canaã com altitude média de aproximadamente 100 metros (Figura 2).



**Figura 2.** Localização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa e Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de Santa Teresa, ES.

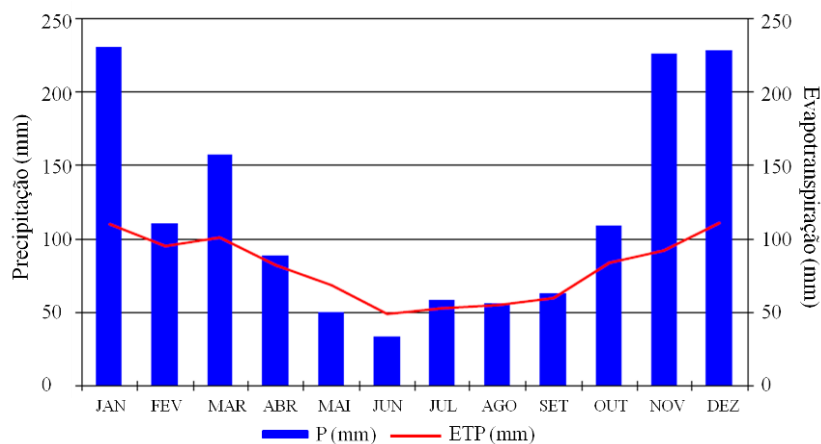
### 3.2. Clima

Segundo a classificação climática de THORNTHWAITE & MATHER (1955), a equação climática para o município de Santa Teresa é B4TB'3a', ou seja, clima úmido, com pequena ou nenhuma deficiência hídrica, mesotérmico, com concentração de evapotranspiração no verão de aproximadamente 34%. Segundo a classificação climática proposta por KÖPPEN (1948), a classificação climática é Cwb, ou seja, clima temperado, com período com temperaturas médias inferiores a 18°C, porém nunca inferior a 10°C, que são climas encontrados na região tropical em áreas montanhosas (Figura 3).



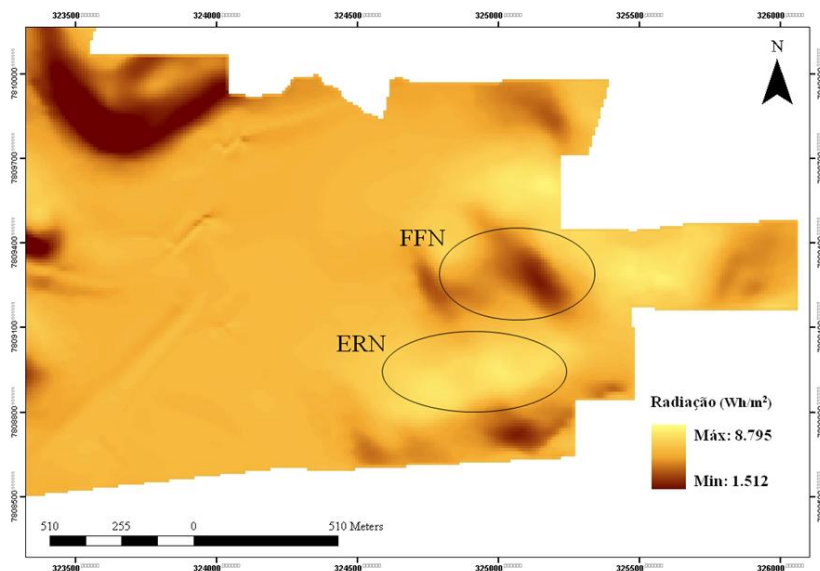
**Figura 3.** Gráfico da variação das temperaturas máximas, mínimas e médias do município de Santa Teresa - ES no período de 1977-2003. (Fonte: Adaptado de NÓBREGA et al., 2008).

Na Figura 4 é apresentada a distribuição média anual da precipitação e da evapotranspiração potencial, onde se destacam claramente dois períodos distintos: um chuvoso e um seco, com uma precipitação média anual de 1408 mm, com um período de maior precipitação entre os meses de outubro a abril, concentrando mais de 70% da chuva anual nestes meses.



**Figura 4.** Distribuição mensal média da precipitação do município de Santa Teresa, no período de 1977-2003. (Fonte: Adaptado por NÓBREGA et al., 2008).

Na Figura 5 são apresentados os índices de radiação para o mês de agosto nas áreas de plantio de eucalipto (*Corymbia citriodora*) com regeneração nativa (ERN) e fragmento florestal nativo (FFN). Nota-se que a área de FFN está voltada para o sentido sul/sudoeste, recebendo cerca de 1.600 Wh/m<sup>2</sup> de radiação solar. Enquanto que a área de ERN recebe cerca de 8.700 Wh/m<sup>2</sup> de radiação solar, devido a sua face de exposição estar voltada para norte/noroeste.



**Figura 5.** Índice de radiação (Wh/m<sup>2</sup>) para mês de agosto das duas áreas de estudo, Santa Teresa, ES. **Legenda:** ERN- Eucalipto com regeneração nativa; FFN- Fragmento florestal nativo.

### 3.3. Relevo

O município de Santa Teresa apresenta várias formas de relevo com distintos graus de dissecação. É uma região montanhosa e ondulada, dada à altitude e ao relevo acidentado, com declividade acima de 45% em mais da metade de área, fato que contribui para os inúmeros pontos panorâmicos (TENETE et al., 2009)

A altitude varia desde 100 m nas várzeas do Vale do Canaã até 1.143 m de altura na divisa com o Município de Ibirajú. Na área de abrangência do IFES-ST o relevo se apresenta como ondulado (Figuras 6 e 7).



**Figura 6.** Vista panorâmica no interior do fragmento florestal nativo.



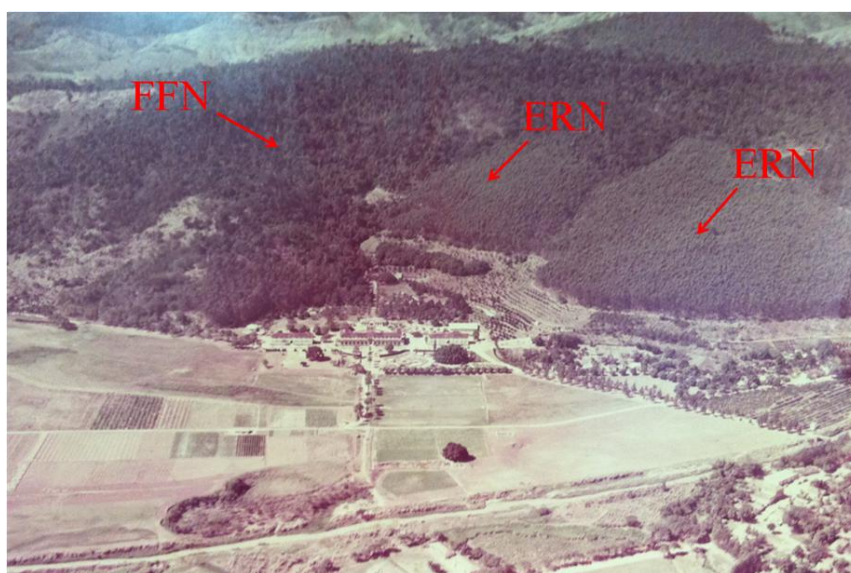
**Figura 7.** Escarpas rochosas próximas à área de estudo.

### 3.4. Definição das áreas de estudo

Para o estudo foram selecionadas duas áreas, localizadas no IFES-ST, *campus* Santa Teresa: uma área com povoamento de eucalipto *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L. A. S. Johnson) (MYRTACEAE) com regeneração de espécies nativas em seu sub-bosque (ERN) (Figuras 8 e 9) e outra de Fragmento Florestal Nativo (FFN) (Figuras 8 e 10).

O plantio de eucalipto possui uma área de aproximadamente de 55 ha e 32 anos de idade e sem manejo há aproximadamente há 15 anos. Apresenta seu dossel formado por indivíduos arbóreos de *Corymbia citriodora* com cerca de 20 m de altura. Possui sub-bosque dominado por espécies nativas, além da presença de indivíduos arbustivos, ervas e lianas (Figura 9). Num passado recente (32 anos), essa área era semelhante ao fragmento florestal vizinho.

O fragmento florestal nativo possui uma área de aproximadamente 86 ha. Apresenta indivíduos arbóreos com altura variando entre 5 a 20 m, com árvores emergentes de até 30 metros. Possui sub-bosque bem desenvolvido com indivíduos arbustivos e arbóreos regenerantes, com altura variando de 1 a 5 m (Figura 10).



**Figura 8.** Fotografia aérea (1988) das duas áreas de estudo no IFES-ST. **Legenda:** FFN- Fragmento floresta nativo; ERN- Eucalipto com regeneração nativa.



**Figura 9.** Fotografia interna da área de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração de espécies nativas, Santa Teresa, ES.



**Figura 10.** Fotografia interna da área do Fragmento Florestal Nativo, Santa Teresa, ES.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. F. Influência do tipo de vegetação nas populações de aves em uma floresta implantada de *Pinus* spp, na região de Agudos-SP. **Scientia Forestalis**, São Paulo, n. 18, jun., 1979.
- AUBERT, E. & OLIVEIRA FILHO, A. T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n.3, p. 194-214, 1994.
- ARAÚJO, R. S. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.** 2002. 92p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2002.
- CALEGARIO, N.; SOUZA, A.L.; MARAGON, L.C.; SILVA, A.F. Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 1, p.16-29, 1993.
- CAMARGO, S. L. **Composição e estrutura fitossociológica da vegetação natural sob plantio de *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex Maiden no município de Dionísio-MG.** 1998. 68p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.
- CARNEIRO, P. H. M. **Caracterização florística, estrutura e da dinâmica de regeneração de espécies nativas em um povoamento comercial de *Eucalyptus grandis* em Itatinga, SP.** 2002. 131p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C.; VOLKOFF, B. & JOLIVET, C. Bulk densities of Brazilian Amazon soil related to other soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 62, p. 743-749, 1998.
- CERRI, C. C.; VOLKOFF, B.; EDUARDO, B. P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 1-4, 1985.
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, p. 11-26. 1997.
- DIETZ, J. M.; COUTO, E. A.; ALFENAS, A. C.; FACCINI, A.; SILVA, G. F. Efeito de duas pequenas plantações de florestas homogêneas sobre populações de mamíferos pequenos. **Brasil Florestal**, v. 6, n. 23, p. 54-57, 1975.
- EUCAGEM. 2007. **Genoma do eucalipto.** Disponível em: <[http://www.raiziifp.pt/PressRelease\\_Jul07.pdf](http://www.raiziifp.pt/PressRelease_Jul07.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2011.
- FAO. **Efectos ecológicos de los eucaliptos.** Roma. 1987. 106p.



FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília. 2003. 64p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 1995-2000**. São Paulo. 2008. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br>> e <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 11 de julho de 2011.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.

GUEDES-BRUNI, R. R., PESSOA S. V. A. **Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima**. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p.127-145, 1997.

HARRINGTON, R. A.; EWEL, J. J. Invasibility of tree plantations by native and non-indigenous plant species in Hawaii. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 99, p. 153-162, 1997.

HEAL, O. W.; ANDERSON J. M.; SWIFT, M. J. **Plant litter quality and decomposition: an historical overview**. P 3-30. In: CADISH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). *Driven by Nature: plant litter quality and decomposition*. Walingford: CAB International, 1997. 409p.

KÖNIG, F. G.; BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V. & JONAS, L. Devolução de Nutrientes via serapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual no município de Santa Maria, RS. **Brasil Florestal**, v. 74, p. 45-52, 2002.

LAL, R.; KIMBLE, J.; FOLLETT, R.F. & STEWART, B. A. **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton. CRC Press. 1998. 609p.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EDUSP. 1993. 301p.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. **Ciência Rural**, Seropédica, v. 39, p. 78-83, 2009.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas – Myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM. 1997. 304 p.

MARTINS, S. V. & RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira Botânica**, v. 22, n. 3, p. 405-412. 1999.

MASON, C. F. **Decomposição**. Trad. CAMARGO, O.A. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

MATHUR, H. N.; SONI, P. Comparative account of undergrowth under Eucalyptus and Sal in three different localities of Doon Valley. **Indian Forest**, v. 102, p. 219- 226, 1983.

- MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Editora Genesis. 2000. 174 p.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; LOVATO, T.; FERNANDES, F. F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S. S. & ALVAREZ V. V. H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3. p.209-248. 2003.
- MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p. 167-191.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSAECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NERI, A. V.; CAMPOS, E. P.; DUARTE, T. G.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. & VALENTE, G. E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n. 2. p.369-376, 2005.
- NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F.; POSSE, S. C. P. & RAMOS, H. E. A. 2008. **Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico para a Região Produtora de Uva do Município de Santa Teresa – ES**. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória, 2008.
- IBGE. **Malha municipal**. IBGE. Rio de Janeiro. 2005.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1988.
- PAGANO, S. N.; DURIGAN, G. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, p. 109-123. 2004.
- PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F. & SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, p.151-160. 2004.
- PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S.; OLIVEIRA, P. E.; ARAVENA, R. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 297, p. 597-608, 2010.
- RAJVANSHI, A.; SONI, S.; KUKRET, U.D.; SRIVATAVA, M.M. A comparative study of undergrowth of sal forest and Eucalyptus plantation at Golatappar Dehra Dun during rainy season. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v. 6, p. 117-119, 1983.

- REZENDE, M. L.; VALE, A. B.; REIS, M. G. F.; SILVA, A. F. & NEVES, J. C. L. 1994. **Regeneração natural de espécies florestais nativas em sub-bosque de *Eucalyptus grandis* e em mata secundária no Município de Viçosa, Zona da Mata, MG, Brasil.** p. 409-418. In: Anais do I Simpósio Sul- Americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. Foz do Iguaçu, 1994.
- 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**, Barking, v. 142, p. 1141-1153. 2009.
- RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares.** In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, p. 235-247. 2004.
- SANTOS, S. L. & VÁLIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 89-92, 2002.
- SCHLITTLER, F. H. M. **Composição florística e estrutura fitossociológica do subosque de uma plantação de *Eucalyptus tereticornis* Sm. no município de Rio Claro, SP.** 1984. 142p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Rio Claro, SP, 1984.
- SILVA, C. R. **Riqueza e diversidade de mamíferos não-voadores em um mosaico formado por plantios de *Eucalyptus saligna* e remanescentes de floresta atlântica no município de Pilar do Sul.** 2002. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.
- SILVEIRA, P. B. **Mamíferos de médio e grande porte em florestas de *Eucalyptus* spp. com diferentes densidades de sub-bosque no município de Itatinga, SP.** 2005. 74p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2005.
- SOUZA, J. A. de; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p.101-114, 2001.
- STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry: genesis, composition, reactions.** 2. ed. New York: John Wiley. 1994. 496 p.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J. P. & MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundária no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista Instituto Florestal**, v. 5, p. 101-114, 1993.
- TENTE A. C. **Geologia da Região de Santa Teresa – ES.** 2009. 91p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance.** Publications in Climatology. New Jersey, Drexel Inst. of Technology. 1955. 104p.
- KOPPEN, W. **Climatología.** Fondo de cultura econômica, Mexico. 1948.
- WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems.** London, Coller-Macmillan. 1975.

WINK, C. **Estoque de carbono em plantações de Eucalyptus sp. implantados em campo nativo.** 2009. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2009.

## **CAPITULO I**

**Florística e Fitossociologia de um plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e um Fragmento Florestal Nativo, Santa Teresa, ES**

## RESUMO

Estudos florísticos e fitossociológicos podem ser considerado o primeiro passo para o conhecimento, conservação e potencial de utilização sustentável dos recursos disponíveis. Neste contexto, a crescente demanda por produtos florestais tem aumentado a pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa. Sendo assim, o presente estudo fundamenta-se na hipótese que mesmo com a conversão de áreas naturais pelo plantio de espécies comerciais não é restritivo que no decorrer do tempo, haja colonização do sub-bosque por espécies nativas. Este capítulo teve como objetivo identificar a florística e fitossociologia das áreas de eucalipto com regeneração de espécies nativas (ERN) e Fragmento Florestal Nativo (FFN). Foram instalados quatro transectos nas duas áreas de estudo, sendo esses distribuídos nas posições de: topo, terço superior, terço médio e terço inferior. Os transectos foram divididos em sub-parcelas de 10 m x 5m (50 m<sup>2</sup>) considerando essas no processamento dos dados. Nas parcelas foram marcados e identificados todos os indivíduos com CAP  $\geq$  15 cm. Foram relacionadas 54 e 85 espécies arbóreas para a área de ERN e FFN respectivamente. A família com maior riqueza foi Fabaceae, apresentando 19 e 22 espécies respectivamente para ERN e FFN. As espécies presentes em cada área não denotaram similaridade florística (41%). O índice de diversidade e equabilidade foram respectivamente 3,23 e 0,81 para área de ERN e 3,81 e 0,90 e para área de FFN. Estes índices indicam que as áreas possuem alta diversidade e espécies bem distribuídas. A regeneração nativa sob plantio de *C. citriodora* possui características de Florestas Estacionais Semidecíduais e foi classificada em estágio inicial de regeneração. O Fragmento Florestal Nativo foi classificado como Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana em estágio avançado de regeneração. Sugere-se que o plantio de *C. citriodora* não impediu a colonização do seu sub bosque por espécies nativas.

**Palavras-chave:** Fitossociologia, Regeneração nativa, Eucalipto, Floresta Estacional Semidecidual.

## ABSTRACT

Floristic and phytosociological studies can be considered the first step to knowledge, conservation and potential for sustainable use of available resources. In this context, the growing demand for forest products has increased pressure on remaining native vegetation. Thus, the present study is based on the assumption that even with the conversion of natural areas by the planting of commercial species that is not restrictive over time, there is colonization of understory native species. This chapter aims to identify the floristic and phytosociology of the areas of eucalypt regeneration of native species (ERN) and Native Forest Fragment (FFN). Four transects were installed in two areas of study, being distributed in these positions: summit, shoulder, backslope and toeslope of a toposequence. The transects were divided into sub-plots of 10 m x 5 m (50 m<sup>2</sup>) in considering these data processing. The plots were marked and identified all patients with CAP  $\geq$  15 cm. 54 and 85 were related to tree species for the area of ERN and FFN respectively. The richest family was Fabaceae, with 19 and 22 to ERN species, respectively, and FFN. The species presents in each area is denoted floristic similarity (41%). The diversity and equitability index were respectively 3,23 and 0,81 for area ERN and 3,81 and 0,90 for FFN area. These results indicate that the areas have high species diversity and well distributed. The regeneration of native planting in *C. citriodora* possess characteristics of semideciduous seasonal forests and was ranked in the initial stages of regeneration. The Native Forest Fragment was classified as semideciduous seasonal forest sub-montane in an advanced stage of regeneration. It is suggested that the planting *C. citriodora* did not prevent its colonization by native forest sub.

**Keywords:** Phytosociology, native regeneration, Eucalyptus, Semideciduous Seasonal Forest.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos florísticos e fitossociológicos podem ser considerados o primeiro passo, do ponto de vista da pesquisa científica, para o conhecimento e a conservação das florestas tropicais (GUEDES-BRUNI et al., 1997). Somente a partir dos inventários florísticos e fitossociológicos será possível identificar o potencial de utilização sustentável dos recursos florestais disponíveis, bem como elaborar estratégias de conservação e avaliar a intensidade de um processo de degradação e a capacidade de recuperação de áreas degradadas (LEITÃO-FILHO, 1994; BAWA & SEIDLER, 1998; SCARANO et al., 1998).

A análise de parâmetros fitossociológicos das espécies em uma comunidade permite caracterizar a sua distribuição espacial natural, contribuindo para o planejamento e distribuição das mudas num determinado reflorestamento (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000; FELFILI & REZENDE, 2003).

Ainda assim a escassez de informações sobre a ecologia das espécies é um fator que dificulta a recuperação florestal (RODRIGUES et al., 2011). Em vista disso, várias iniciativas vêm sendo estudadas na recuperação florestal em áreas antropizadas, sendo uma delas a recolonização de espécies espontâneas em sub-bosque de plantios homogêneos (RESENDE et al., 1994). Por este motivo SCHLITTLER (1984) sugere que sejam realizados estudos florísticos de matas nativas próximas ao plantio para melhor compreensão das espécies a serem utilizadas nesta técnica.

Neste contexto, a crescente demanda por produtos florestais tem aumentado a pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa. Neste cenário de difícil reversão, os programas de fomento florestal representam importante alternativa para o setor. Adotando concepção ambiental mais adequada, esses programas incorporam pequenos e médios produtores rurais ao sistema produtivo podendo, desta forma, desempenhar função estratégica na reformulação do cenário florestal e recuperação da biodiversidade (RESENDE et al., 1994).

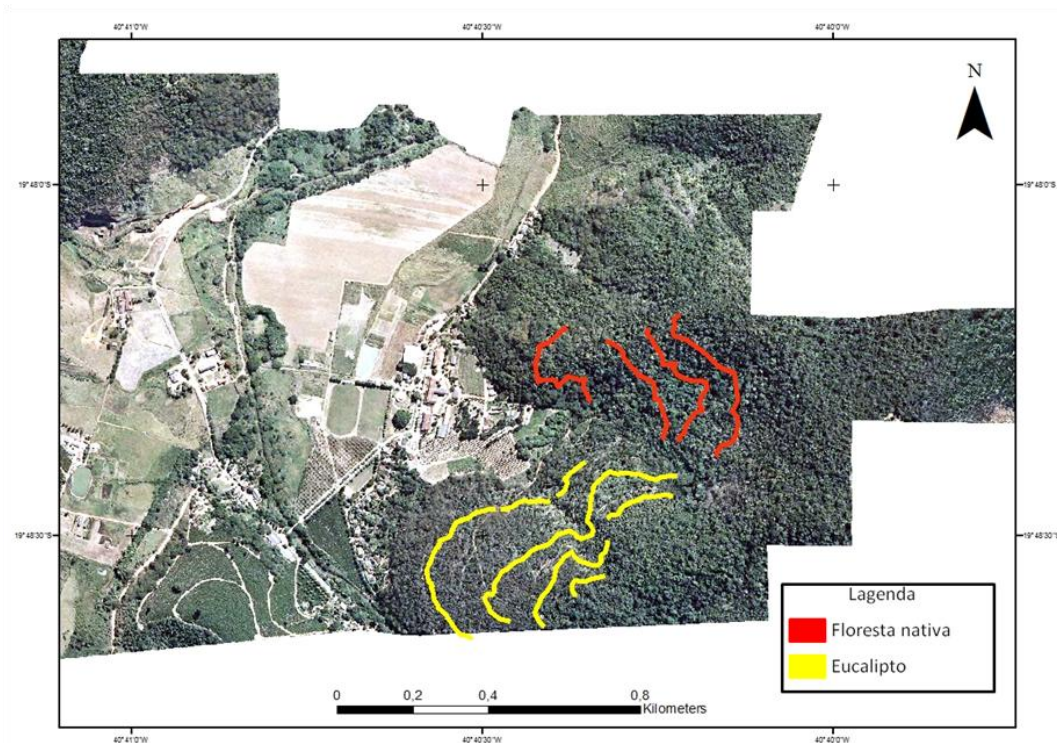
A partir do exposto, este capítulo tem como objetivos: a) identificar a florística e fitossociologia das espécies espontâneas sob plantio de *Corymbia citriodora* e do fragmento florestal nativo; b) classificar as espécies espontâneas sob plantio de *Corymbia citriodora* e do Fragmento Florestal Nativo baseado no sistema universal proposto por VELOSO et al. (1991).



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Amostragem

Foram estabelecidos quatro transectos em curva em de nível nas duas áreas de estudo, sendo esses distribuídos nas posições de: topo, terço superior, terço médio e terço inferior de um topossequência (Figura 11). Os transectos foram divididos em sub-parcelas de 10 m x 5m (50 m<sup>2</sup>). No processamento dos dados considerou-se cada sub-parcela como sendo uma parcela (unidade amostral) de 10 m x 5 m. Os transectos foram marcados esticando-se uma linha de polietileno no centro das parcelas. O limite lateral das parcelas foi marcado com auxílio de vara graduada de 2,5 metros de comprimento. Nas parcelas foram marcados e identificados todos os indivíduos com CAP  $\geq$  15 cm. A altura das árvores foi estimada com auxílio de tesoura de poda alta com cabo telescópico graduado.



**Figura 11.** Localização dos terços do levantamento fitossociológico nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa.

## 2.2. Parâmetros fitossociológicos

Após a coleta dos dados no campo, foram calculados os parâmetros fitossociológicos segundo MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974): frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) valor de importância (VI), valor de cobertura (VC), índices de Shannon (H') (PIELOU, 1975) e de Pielou (J') (PIELOU, 1969). Todos os cálculos referentes à fitossociologia foram realizados com auxílio do programa Microsoft Excel™.

Na distribuição diamétrica e de altura entre classes foram consideradas as bifurcações dos indivíduos.

A similaridade florística (qualitativa) e de abundância (quantitativa) entre as duas áreas de estudo e terços de cada uma destas foi obtida, respectivamente, através dos índices de Sorensen e Bray-Curtis (MULLER-DOMBOIS E ELLENBERG, 1974) pelo programa MultiVariate Statistical Package (MVSP) (KOVACH, 2011).

## 2.3. Classificação da vegetação

Para a classificação do Estádio Sucessional das duas áreas de estudo seguiu o modelo proposto pela Resolução CONAMA nº 29, de 7 de dezembro de 1994 (29/1994). Essa resolução define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, considerando a necessidade de definir o corte, a exploração e a supressão de vegetação secundária no estágio inicial de regeneração no estado do Espírito Santo.

Na área do plantio de eucalipto foram consideradas somente as espécies nativas do sub-bosque nos cálculos fitossociológicos e para a classificação do Estádio Sucessional (Resolução CONAMA 029/1994).

As espécies identificadas foram classificadas em grupos sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax) adaptado segundo GANDOLFI et al., (1995), LORENZI (2008; 2009a; 2009b) e CARVALHO (2003; 2006; 2008; 2010). Quanto a decíduidade foram classificadas como: decídua, semidecídua e perenifólia segundo LORENZI (2008; 2009a; 2009b). As síndromes de dispersão (anemocóricas, zoocóricas e autocóricas), de acordo com BARROSO et al., (1999), LORENZI (2008; 2009a; 2009b) e CARVALHO (2003; 2006; 2008; 2010).

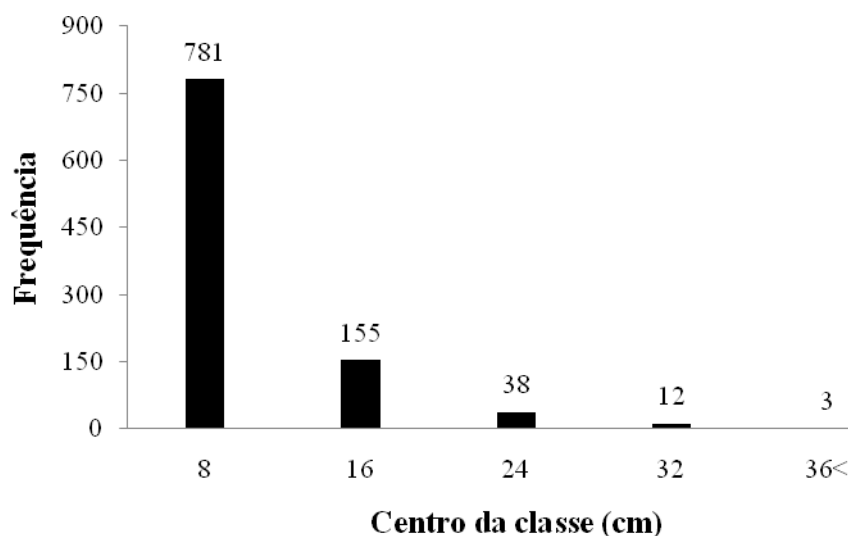
O sistema de classificação das espécies adotado foi baseado no *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009) e seus respectivos autores conferidos no site do Missouri Botanical Garden - MOBOT (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>). As coletas botânicas posteriormente serão herborizadas e incluídas nos herbários da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RBR) e Museu de Biologia Melo-Leitão (MBML).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

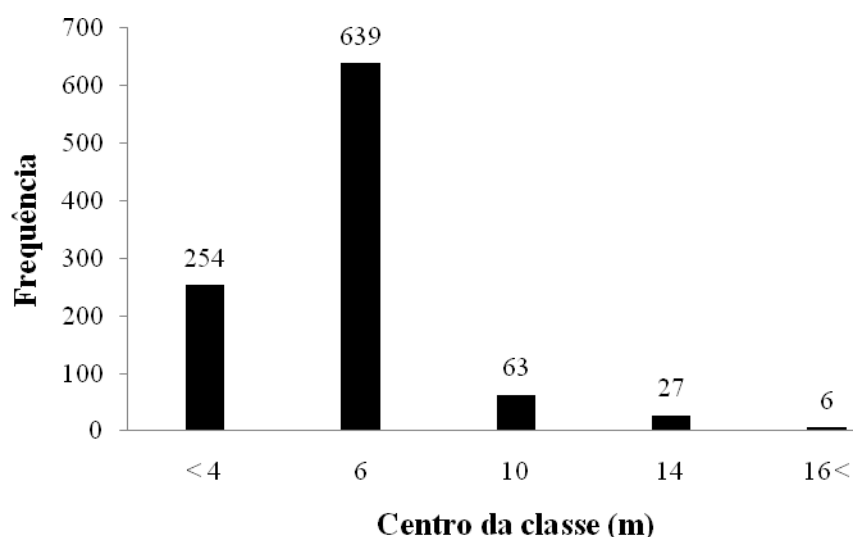
#### 3.1. Estrutura, florística e fitossociologia da regeneração sob povoamento de *C. citriodora*.

Na área de regeneração nativa sob plantio de eucalipto foram amostrados 1.165 hectares inventariando 1.098 indivíduos. Desse total de indivíduos, 600 são de espécies nativas, 396 de *Corymbia citriodora* e 102 mortos em pé. Verificando-se uma densidade absoluta total de 942 ind ha<sup>-1</sup> e área basal média de 15,56 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Considerando somente a regeneração de espécies nativas – sem os indivíduos mortos em pé - a densidade absoluta total é de 515 ind ha<sup>-1</sup> e área basal média de 8,04 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Cada indivíduo possui, em média, área basal de 0,0133 m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup> e altura média de 6,8 m.

A distribuição diamétrica dos indivíduos vivos da regeneração nativa do sub-bosque de eucalipto apresentou forma de J-invertido (Figura 12). A distribuição da altura é concordante com os resultados encontrados para o diâmetro, ou seja, as menores classes possuem mais indivíduos (Figura 13). Estes resultados indicam um povoamento com o predomínio de indivíduos com menor diâmetro e pouca altura. ASSUNÇÃO & FELFILI (2004) explicaram que o formato de J-invertido, indica que a comunidade é provavelmente auto-regenerativa, caso não seja intensamente perturbada.



**Figura 12.** Distribuição diamétrica das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.



**Figura 13.** Distribuição da altura das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

Foram relacionadas 54 espécies arbóreas, pertencentes a 52 gêneros de 21 famílias botânicas (Tabela 1). Essa riqueza de espécie é superior à encontrada em outros estudos realizados em sub-bosque de *Eucalyptus*, que foi de 25 espécies em Assis, SP (DURIGAN et al. 1997), 40 em Bom Despacho, MG (SAPORETTI JR. et al., 2003), 47 em Paraopeba, MG (NERI et al., 2005) e 50 em Viçosa, MG (SOUZA et al., 2007) . Isso pode ser atribuído à maior proximidade de fontes de propágulos oriundos do fragmento florestal vizinho ao plantio de *C. citriodora* estudado.

As famílias mais representativas floristicamente foram, Fabaceae (19), Bignoniaceae (7), Anacardiaceae, Rutaceae e Salicaceae com 3 espécies cada (Tabela 1 e Figura 14). Os gêneros mais ricos foram *Machaerium* e *Handroanthus*, com 3 espécies cada e *Alseis*, *Trichilia*, *Ocotea*, *Swartzia*, *Astronium*, *Chrysophyllum* e *Casearia* com 2 espécies cada (Tabela 1 e Figura 15). Estas famílias e alguns gêneros também estão presentes no levantamento fitossociológico realizado por CALEGÁRIO et al. (1993) em povoamentos de *E. grandis* e *E. paniculata* no Vale do Rio Doce - MG, também estabelecidos em áreas compostas anteriormente por floresta nativa (Floresta Estacional Semidecidual). SOUZA et al., (2007) e ONOFRE et al., (2010) também relataram maior riqueza da família Fabaceae no sub bosque de *E. grandis* em Viçosa, MG e *E. saligna* em Bertioiga SP, respectivamente. Os autores atribuem este fato por fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais vizinhos apresentarem também essa proporção entre as famílias.

**Tabela 1.** Lista florística das espécies arbóreas presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

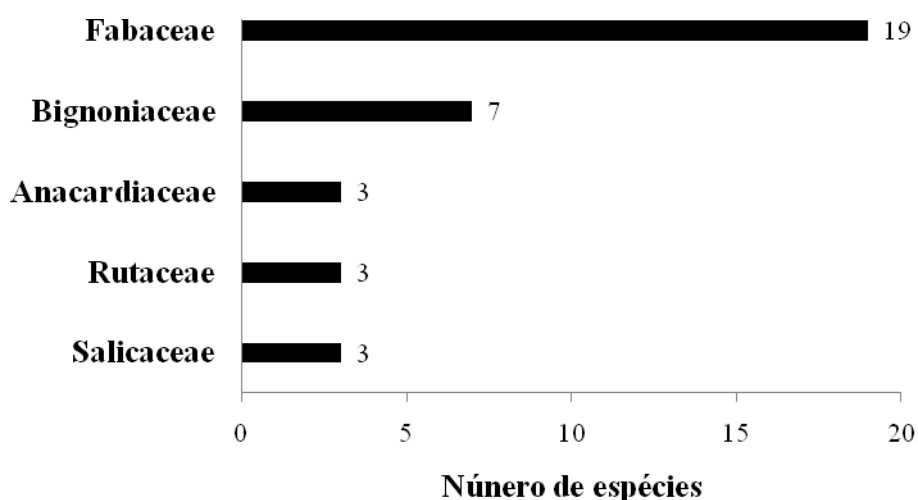
Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<b>ACHARIACEAE</b>			
<i>Carpotroche brasiliensis</i> Endl.	Si	Sm	Zoo
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Astronium concinnum</i> Schott	Cl	Dc	Ane
<i>Astronium graveolens</i> Jacq	Si	Dc	Ane
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	St	Dc	Ane
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Pi	Dc	Ane
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A.DC.) Mattos	Pi	Dc	Ane
<i>Handroanthus riodocensis</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Cl	Sm	Ane
<i>Handroanthus umbellata</i> (Sond.) Sandwith	Si	Sm	Ane
<i>Paratecoma peroba</i> (Record & Mell) Kuhlm.	St	Sm	Ane
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	St	Dc	Ane
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Pi	Sm	Ane
<b>BORAGINACEAE</b>			
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Pi	Dc	Ane
<b>CACTACEAE</b>			
<i>Pereskia grandiflora</i> Pfeiff.	Si	Ni	Zoo
<b>CELASTRACEAE</b>			
Celastraceae sp.	Ni	Ni	Ni
<b>CAPPARACEAE</b>			
<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Ni	Ni	Aut
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>			
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	Ni	Ni	Zoo
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Brasiliocroton mamoninha</i> P.E. Berry & Cordeiro	Pi	Ni	Zoo
<b>FABACEAE</b>			
<i>Abarema</i> sp.	Ni	Ni	Aut
<i>Acosmium lentiscifolium</i> Schott	St	Dc	Ane
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Pi	Sm	Aut
<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	St	Dc	Aut
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Pi	Dc	Ane
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Cl	Dc	Ane
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	St	Sm	Zoo
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Pi	Dc	Aut
<i>Goniorrhachis marginata</i> R.S. Cowan	Si	Pr	Aut
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Ni	Ni	Aut
<i>Machaerium fulvovenosum</i> Lima	Si	Sm	Ane
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Pi	Dc	Ane
<i>Machaerium</i> sp.	Ni	Ni	Ane
<i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemão	Si	Dc	Ane

Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Bojer) Brenan	St	Sm	Aut
<i>Piptadenia</i> cf. <i>paniculata</i> Benth.	Pi	Sm	Aut
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pi	Sm	Aut
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Pi	Sm	Ane
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima	Si	Pr	Aut
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Si	Pr	Ane
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Pi	Dc	Ane
<i>Swartzia flaeming</i> Raddi	Cl	Pr	Zoo
<i>Swartzia langsdorffii</i> Raddi	St	Pr	Zoo
<b>LAURACEAE</b>			
<i>Ocotea pluridomatiata</i> A. Quinet	Ni	Ni	Zoo
<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer	Si	Sm	Zoo
<b>LECYTHIDACEAE</b>			
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	St	Pr	Zoo
<b>MALVACEAE</b>			
<i>Cavanillesia arborea</i> K. Schum.	St	Dc	Ane
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	St	Dc	Ane
<b>MELIACEAE</b>			
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	St	Ni	Zoo
<i>Trichilia hirta</i> L.	Si	Sm	Zoo
<b>MORACEAE</b>			
<i>Brosimum guianense</i> Huber ex Ducke	Si	Sm	Zoo
<b>NYCTAGINACEAE</b>			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	St	Pr	Zoo
<i>Ramisia brasiliensis</i> Oliv.	Pi	Sm	Ane
<b>RUBIACEAE</b>			
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Pi	Dc	Aut
<i>Alseis gardneri</i> Wernham	Pi	Dc	Aut
<b>RUTACEAE</b>			
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pi	Sm	Ane
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.H.L. Juss.	Pi	Pr	Ane
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Pi	Sm	Zoo
<b>SALICACEAE</b>			
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Si	Dc	Zoo
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Si	Dc	Zoo
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.	Si	Sm	Zoo
<b>SAPOTACEAE</b>			
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> subsp. <i>lucentifolium</i> Cronquist	Ni	Ni	Zoo
<i>Chrysophyllum</i> sp.	Ni	Ni	Zoo

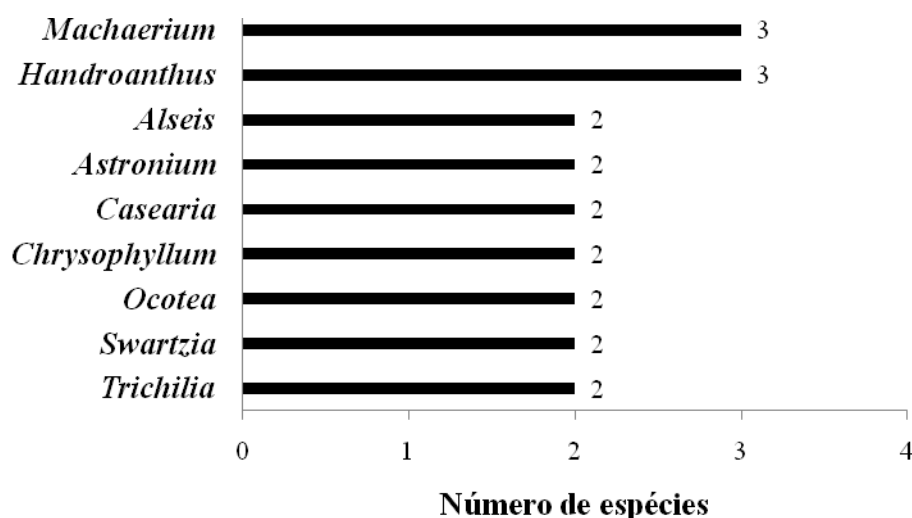
Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<b>TRIGONIACEAE</b>			
<i>Trigoniodendron spiritusanctense</i> E.F. Guim. & Miguel	Ni	Ni	Ni

**Legenda:** P- pioneira; Si- secundária inicial; St- secundária tardia; Cl- clímax; Dc- decídua; Sm- semi-decídua; Pr- perenifólia; Zoo- zoocoria; Ane- anemocoria; Aut- autocoria; Ni- não identificada.

Esta alta diversidade das leguminosas (Fabaceae) (Tabela 1 e Figura 14) pode ser explicada pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio de muitas espécies dessa família, facilitando a regeneração em solos com baixa fertilidade natural e degradados (CAMPELLO, 1999).

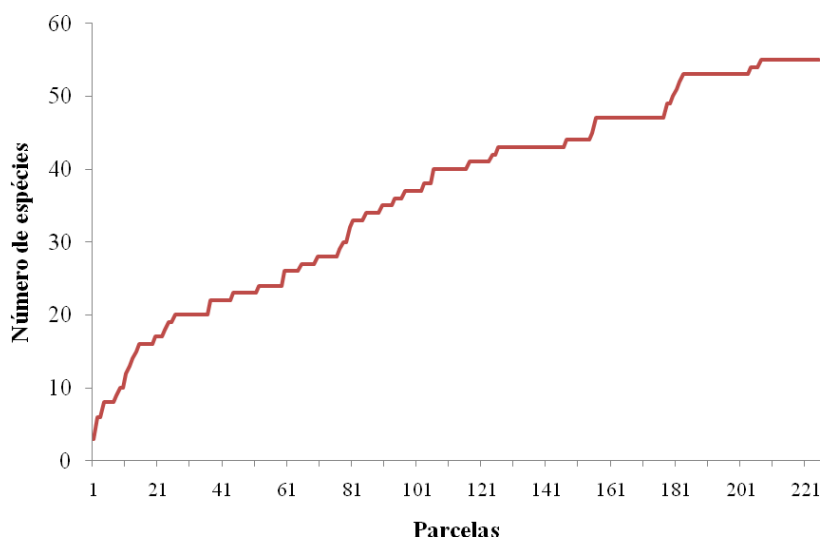


**Figura 14.** Famílias botânicas mais representativas das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.



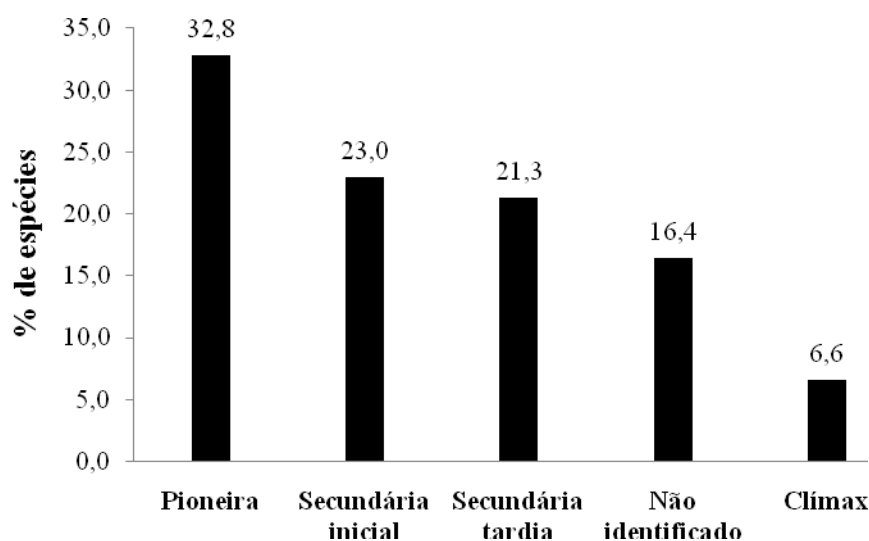
**Figura 15.** Gêneros mais representativos das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

A suficiência amostral foi testada pela curva espécie-área (Figura 16). Até a 30ª parcela a curva apresentou número elevado de espécies. A partir da 110ª parcela, a curva mostrou uma tendência de estabilização devido a poucas ocorrências de novas espécies. As 233 parcelas amostradas foram suficientes para representar a composição florística do fragmento, levando-se em consideração que, em florestas naturais, a tendência à estabilização é suficiente para representar a vegetação. Porém LONGHI et al. (1999) considera que, com o aumento da área amostrada, podem ocorrer novas espécies.



**Figura 16.** Curva de suficiência amostral das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

Com relação à classificação sucessional, das 54 espécies amostradas a maioria foi identificada com pioneira (32,8%), secundária inicial (23,0%), secundária tardia (21,3), clímax (6,6%) e 16,4% não foram (Tabela 1 e Figura 17). A classificação sucessional das espécies revelou maior riqueza nas sucessões pioneiras e secundária inicial, indicando que este povoamento está em estágio inicial de regeneração.



**Figura 17.** Classificação sucessional das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

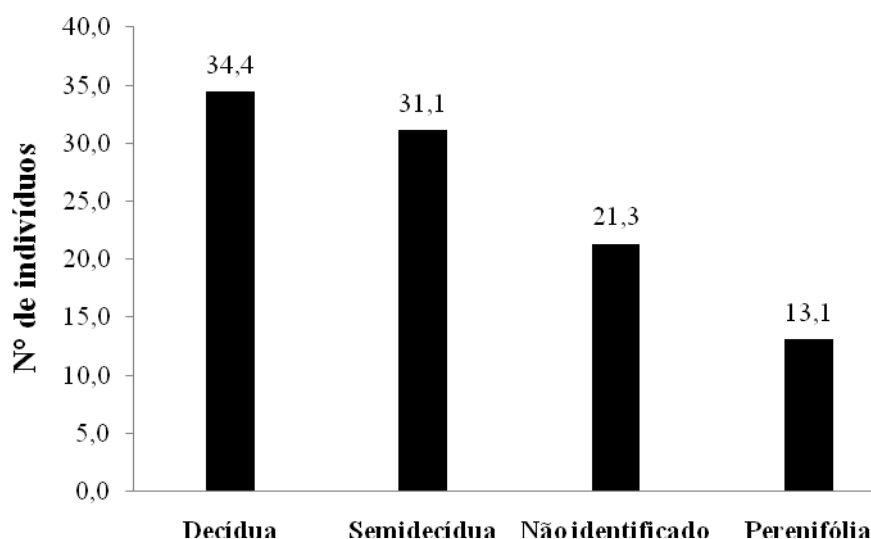


Característica observada na área de estudo, onde certos locais se apresentaram mais abertos, com alta incidência luminosa no estrato inferior da floresta, dominados por espécies arbustivas, lianas, pequenas árvores, sem sub-bosque definido e indivíduos de eucaliptos menos robustos e mais espaçados. Outros ambientes mostraram-se visivelmente mais fechados, com menor incidência luminosa no piso florestal, apresentando maior umidade, espécies nativas mais tolerantes à sombra e sub-bosque bem definido.

Estas observações corroboram com o trabalho de SOUZA et al. (2007), que estudou a regeneração de espécies nativas em sub-bosque de *E. grandis* em Viçosa, MG. Esses autores apontaram que o povoamento de eucalipto forneceu condições ecológicas favoráveis para o estabelecimento de espécies dos diferentes grupos sucessionais. Os autores discorrem ainda que espécies finais da sucessão (secundárias tardia e clímax) também conseguiram se estabelecer nesse ambiente.

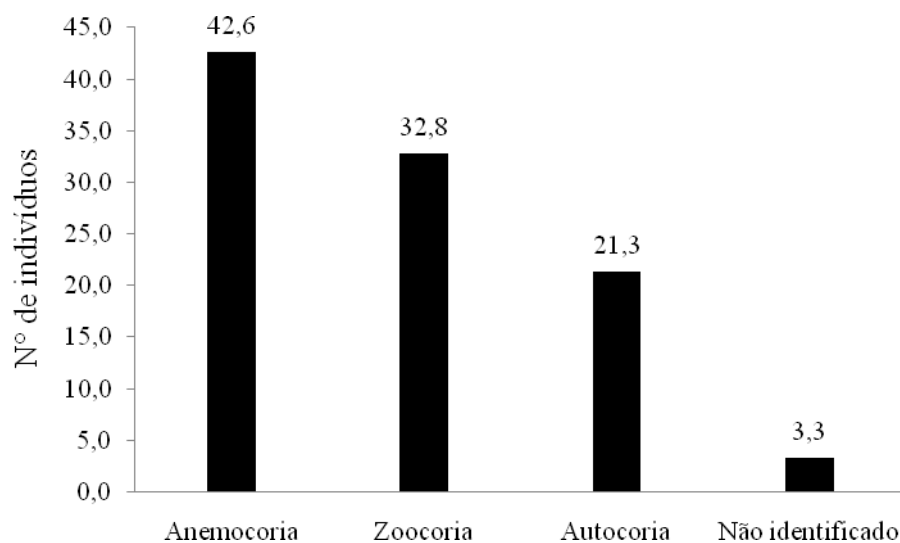
Relacionando os padrões fitossociológicos e estágio sucessional das espécies a regeneração nativa sob o eucalipto apresenta-se em Estádio Inicial de Regeneração de acordo com a Resolução CONAMA n° 029.

Com relação à classificação decidual, a maioria das espécies foi identificada como decídua (34,4%), semidecídua (31,1%), perenifólia (13,1%) e 21,3% não foram caracterizadas (Tabela 1 e Figura 18). A classificação decidual revelou maior riqueza de espécies deciduais e semideciduais, que juntas correspondem a 65,5% das espécies presentes no fragmento. Esse padrão sugere que a regeneração nativa sob o plantio de eucalipto apresenta características de florestas semideciduais de acordo com a classificação baseada num modelo universal de VELOSO et al., (1991).



**Figura 18.** Classificação quanto à deciduidade das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

Das espécies encontradas 41,0% são de dispersão anemocóricas, 32,8% zoocóricas, 23,0% autocóricas e 3,3% não foram classificadas (Tabela 1 e Figura 19). CANDIANI (2006) explica que apesar da maioria dos estudos de regeneração nativa sob plantio de Eucalipto relatam que a zoocoria seria a principal síndrome de dispersão, muitas vezes os diásporos lançados aleatoriamente (autocóricos e anemocóricos) podem ser dispersos secundariamente pela fauna local (GORB et al., 2000).



**Figura 19.** Síndrome de dispersão das espécies das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

Segundo CANDIANI (2006), o predomínio da síndrome de dispersão zoocórica no povoamento estudado, provavelmente possa ser explicado pelo fato de este encontrar-se próximo de um fragmento de mata nativa. Esta última provavelmente estaria fornecendo condições favoráveis ao abrigo da fauna e possivelmente a área de regeneração nativa sob plantio de eucalipto possa ser utilizada pela mesma.

Sem considerar *C. citriodora* nos cálculos fitossociológicos os índices de Shannon e Pielou foram 3,23 e 0,81, respectivamente. Esses resultados indicam que a área possui alta diversidade, com as espécies distribuídas de forma homogênea ao longo da área. Esse padrão indica que a regeneração natural está acima da faixa observada para outros estudos semelhantes (Tabela 2). Somente ONOFRE et al., (2010) no estudo sobre regeneração natural sob plantio de *E. saligna* em Bertioga – SP encontraram uma diversidade maior (3,68) que o presente estudo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Quadro comparativo de alguns estudos sobre regeneração natural em sub-bosque de eucalipto.

Município/Estado	Tipologia	Espécie	Idade (anos)	Amostragem (ha)	Inclusão	H'	Autores
Santa Teresa, ES	FES	<i>C. citriodora</i>	30	1,165	CAP $\geq$ 15,0 cm	3,23	Este estudo
Bertioga, SP	FOD	<i>E. saligna</i>	15	1,92	CAP $\geq$ 15,7 cm	3,68	Onofre et al., (2010)
Paraopeba, MG	CRD	<i>Eucalyptus</i> sp.	30	0,1	CAB $\geq$ 10 cm	2,79	Neri et al., (2005)
Itatinga, SP	TFC	<i>E. saligna</i>	-	0,5	Altura $\geq$ 1,5 m	2,51 e 3,75	Sartori et al. (2002)
Assis, SP	CRO	<i>C. citriodora</i>	22	0,2	CAP $\geq$ 15,7 cm	2,14	Durigan et al. (1997)
Viçosa, MG	FES	<i>E. grandis</i>	7	0,09	CAP $\geq$ 10,0 cm	0,76	Resende (1994)
Belo Oriente, MG	FES	<i>E. paniculata</i> e <i>E. saligna</i>	16 e 6	0,04	CAP $\geq$ 5,0 cm	3,08 e 2,0	Calegário & Souza (1993)

\*CAP: circunferência a altura do peito (1,30 m). Legenda: FES- Floresta Estacional Semidecidual; FOD- Floresta Ombrófila Densa- TFC: Transição floresta cerrado; CRD- cerrado *sensu stricto*; CRO- Cerradão.

Considerando *C. citriodora* junto às espécies nativas, os índices de Shannon e Pielou foram 2,72 e 0,68, respectivamente. Estes índices decaíram 28,6% e 16,0% respectivamente para Shannon e Pielou. Apesar desse decréscimo esses índices ainda estão dentro da faixa observada para outros estudos semelhantes (Tabela 2).

Os resultados encontrados corroboram com a hipótese de diversos autores, que plantios homogêneos de eucalipto abandonados ou sem manejo apropriado apresentam significativo desenvolvimento do sub-bosque (SCHILITTLER, 1984; CALEGARIO et al., 1993; NERI et al., 2005), o que sugere um processo de sucessão favorável à recuperação da biodiversidade.

É importante salientar que índices de diversidade em estudos de sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus* spp podem variar entre áreas uma vez que fatores edáficos e ambientais locais, tais como: a qualidade do sítio no qual foram realizados os levantamentos, onde sítios mais preservados e próximos a grandes fragmentos de floresta nativa tenderiam a apresentar valores mais elevados; manejo silvicultural empregado às áreas comerciais de plantios de *Eucalyptus* ssp, composição do banco de sementes, proximidade a fragmentos florestais e principalmente ao histórico de nível de perturbação em cada local, tendem a retardar o processo de regeneração natural (PICKETT et al., 1995).

As árvores mortas em pé ocuparam a primeira posição do valor de importância (37,90) possuindo 12,63 % do VI total (Tabela 3), o que pode indicar um processo natural de sucessão ecológica, porém não foi possível identificar se estas eram indivíduos de *C. citriodora* ou espécies nativas. As dez espécies com os maiores valores de importância (VI) foram representando *Astronium graveolens* (36,81), *Anadenanthera macrocarpa* (21,46), *Pterogyne nitens* (17,33), *Trichilia elegans* (13,79), *Machaerium* sp. (13,33), *Alseis floribunda* (13,14), *Paratecoma peroba* (11,89), *Apuleia leiocarpa* (9,71), *Casearia decandra* (9,68) e *Parapiptadenia pterosperma* (7,47) representando 51,54 % do total do Valor de Importância (VI) encontrado (Tabela 3). Entre estas, 5 espécies são da família Fabaceae (Leguminosae), representando 23,10 % do total do VI encontrado (Tabela 3).

**Tabela 3.** Lista fitossociológica das espécies nativas da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

<b>Espécie</b>	<b>Frequência</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Área basal total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VI</b>
Morta	102	77	0,82	37,90
<i>Astronium graveolens</i>	117	76	0,54	36,81
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	32	13	1,35	21,46
<i>Pterogyne nitens</i>	38	33	0,53	17,33
<i>Trichilia elegans</i>	41	27	0,27	13,79
<i>Machaerium</i> sp.	30	23	0,44	13,33
<i>Alseis floribunda</i>	25	20	0,54	13,14
<i>Paratecoma peroba</i>	19	17	0,56	11,89
<i>Apuleia leiocarpa</i>	21	16	0,35	9,71
<i>Casearia decandra</i>	27	21	0,17	9,68
<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	14	11	0,32	7,47
<i>Acosmium lentiscifolium</i>	18	14	0,18	7,10
<i>Goniorrhachis marginata</i>	21	13	0,12	6,68
<i>Platypodium elegans</i>	5	4	0,48	6,65
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	6	5	0,36	5,69
<i>Astronium concinnum</i>	10	9	0,19	5,12
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	12	12	0,09	4,92
<i>Handroanthus chrysotricha</i>	10	10	0,14	4,76
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	13	8	0,13	4,74
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	6	6	0,18	3,94
<i>Cordia trichotoma</i>	10	9	0,08	3,93
<i>Albizia polycephala</i>	9	9	0,09	3,90
<i>Lecythis lurida</i>	8	7	0,13	3,88
<i>Dalbergia nigra</i>	8	8	0,09	3,62
<i>Swartzia langsdorffii</i>	5	4	0,17	3,28
<i>Trichilia hirta</i>	10	8	0,03	3,27
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	11	5	0,07	3,22
<i>Machaerium fulvovenosum</i>	7	4	0,09	2,72
<i>Abarema</i> sp.	3	2	0,16	2,46
<i>Alseis gardneri</i>	6	4	0,06	2,24
<i>Celastraceae</i> sp,	6	5	0,04	2,20
<i>Machaerium hirtum</i>	5	5	0,04	2,05
<i>Brosimum guianensis</i>	5	5	0,03	2,01
<i>Amburana cearensis</i>	4	4	0,05	1,84
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	3	3	0,06	1,67
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	6	3	0,02	1,62
<i>Handroanthus umbellata</i>	2	2	0,09	1,62
<i>Swartzia flaeming</i>	3	3	0,03	1,35
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> subsp. <i>lucentifolium</i>	4	3	0,02	1,31

Espécie	Frequência	Ocorrência	Área basal total (m <sup>2</sup> )	VI
<i>Lonchocarpus</i> sp.1	2	2	0,05	1,22
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	2	2	0,03	1,01
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	2	0,03	0,97
<i>Chrysophyllum</i> sp.1	2	2	0,02	0,85
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	1	1	0,04	0,80
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1	1	0,04	0,74
<i>Tabebuia roseoalba</i>	1	1	0,02	0,50
<i>Brasiliocroton mamoninha</i>	1	1	0,02	0,49
<i>Handroanthus riodocensis</i>	1	1	0,01	0,43
<i>Prockia crucis</i>	1	1	0,01	0,42
<i>Piptadenia</i> cf. <i>paniculata</i>	1	1	0,01	0,40
<i>Pereskia grandiflora</i>	1	1	0,01	0,39
<i>Guapira opposita</i>	1	1	0,00	0,38
<i>Cavanillesia arborea</i>	1	1	0,00	0,36
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1	0,00	0,35
<i>Trigoniodendron spiritusanctense</i>	1	1	0,00	0,34

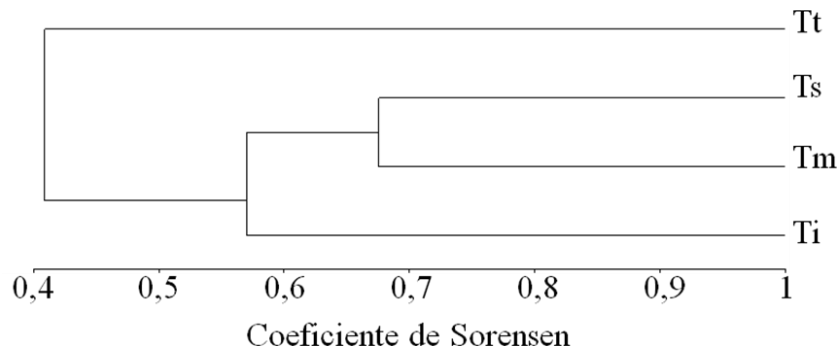
**Legenda:** VI- valor de importância.

A análise de similaridade identificou diferenças florísticas (qualitativa) entre os terços da área de regeneração nativa sob plantio de *C. citriodora* (Tabela 4 e figura 20). O topo é o mais distinto floristicamente entre as toposequências, expressando valores entre 45% e 36% de semelhança com os demais terços. Isto pode estar associado à alta dominância de *C. citriodora* no topo (Tabela 6, figura 22), impedindo o processo de colonização de algumas espécies. Os terços mais semelhantes foram o médio e superior, apresentando uma semelhança de 68%. O fato de estes terços possuírem as menores densidades relativas de *C. citriodora* e a maior semelhança entre sua regeneração reforça o papel inibidor que esta espécie pode apresentar quando usada em uma monocultura.

**Tabela 4.** Valores da similaridade de Sorensen entre terços da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

	Ti	Tm	Ts	Tt
Ti	1,00			
Tm	0,63	1,00		
Ts	0,52	0,68	1,00	
Tt	0,45	0,42	0,36	1,00

**Legenda:** Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo.



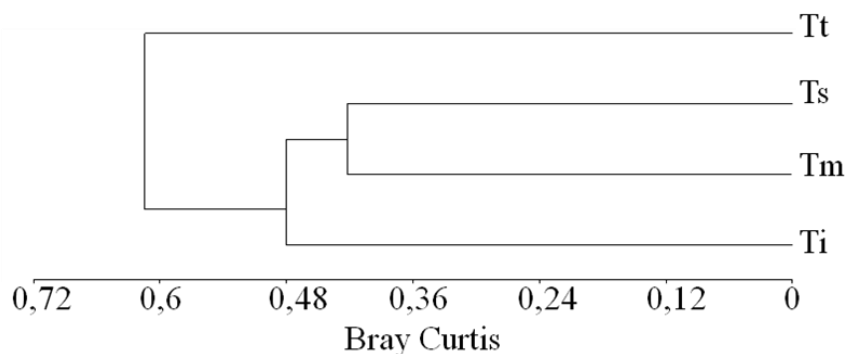
**Figura 20.** Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Sørensen, entre os terços da área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. **Legenda:** Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo.

A similaridade, levando em conta a abundância de indivíduos em cada espécie detectada, entre os terços da regeneração nativa sob plantio de *C. citriodora* também apresentou diferenças (Tabela 5 e figura 21). Como na florística, o topo também foi o mais distinto em abundância de indivíduos de espécies nativas entre as toposequências, expressando valores entre 67% e 53% de diferença com os demais terços. Isto também pode estar associado à alta dominância de *C. citriodora* no topo (Tabela 6, Figura 22), impedindo o processo de colonização dos indivíduos de espécies nativas. Novamente, os terços mais semelhantes entre si foram o médio e superior, apresentando 42% de diferença. Assim como observado considerando apenas a variação florística, foi nestes terços que se encontrou menores valores de densidade relativa de *C. citriodora* (Tabela 6, figura 22).

**Tabela 5.** Valores da similaridade de Bray Curtis entre terços sobre a abundância de indivíduos presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

	<b>Ti</b>	<b>Tm</b>	<b>Ts</b>	<b>Tt</b>
<b>Ti</b>	0,00			
<b>Tm</b>	0,45	0,00		
<b>Ts</b>	0,51	0,42	0,00	
<b>Tt</b>	0,67	0,53	0,64	0,00

**Legenda:** Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo.



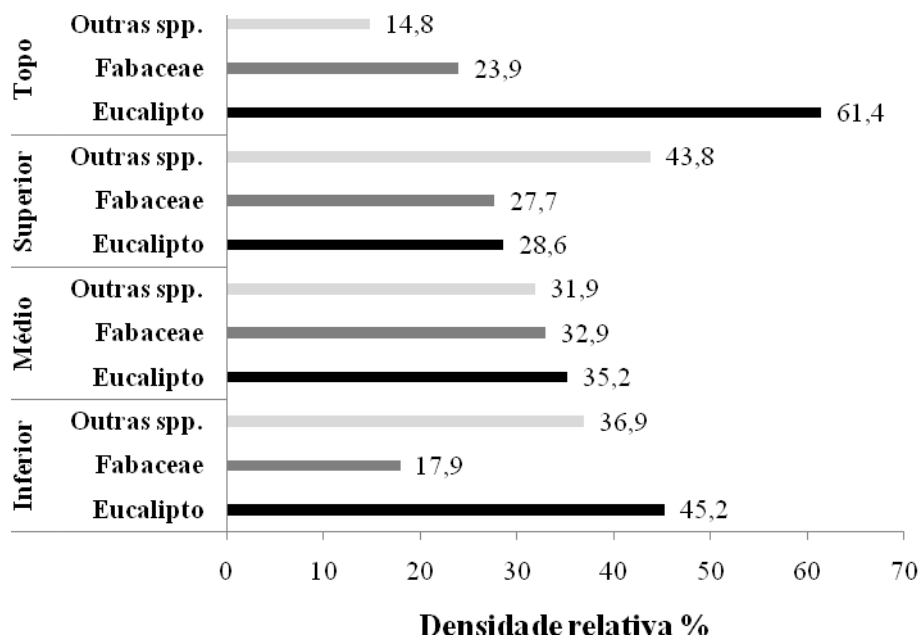
**Figura 21.** Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Bray Curtis entre os terços de indivíduos presentes na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES. **Legenda:** Ti- Terço inferior; Tm- Terço médio; Ts- Terço superior; Tt- Topo.

Sem considerar as árvores mortas na comparação entre as áreas, somente o topo apresentou maior densidade relativa do eucalipto em relação às espécies nativas (Tabela 6 e Figura 22). Todos os demais terços apresentaram maior densidade relativa das espécies nativas em relação ao eucalipto (Tabela 6 e Figura 22). Esses resultados provavelmente explicam uma relação dependente entre a densidade relativa do eucalipto quanto à diversidade e ao estabelecimento de espécies nativas.

**Tabela 6.** Parâmetros fitossociológicos comparativos entre Eucalipto, Fabaceae e outras espécies nativas para todos os terços na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

<b>Terço</b>	<b>Espécies</b>	<b>Freq.</b>	<b>Oc.</b>	<b>Den. rel.</b>	<b>Fr. rel.</b>	<b>Dom. rel.</b>
<b>Inferior</b>	Eucalipto	169	58	45,2	38,7	50,6
	Fabaceae	67	34	17,9	22,7	30,3
	Outras spp.	138	58	36,9	38,7	19,1
<b>Médio</b>	Eucalipto	109	43	35,2	31,0	50,9
	Fabaceae	102	51	32,9	35,9	35,0
	Outras spp.	99	47	31,9	33,1	14,2
<b>Superior</b>	Eucalipto	64	27	28,6	28,1	50,0
	Fabaceae	62	30	27,7	31,3	24,3
	Outras spp.	98	39	43,8	40,6	25,7
<b>Topo</b>	Eucalipto	54	12	61,4	37,5	62,5
	Fabaceae	21	11	23,9	34,4	34,6
	Outras spp.	13	9	14,8	28,1	2,9





**Figura 22.** Densidade relativa para Eucalipto, Fabaceae e Nativas nas quatro topo-sequências na área de plantio de eucalipto com regeneração natural, Santa Teresa, ES.

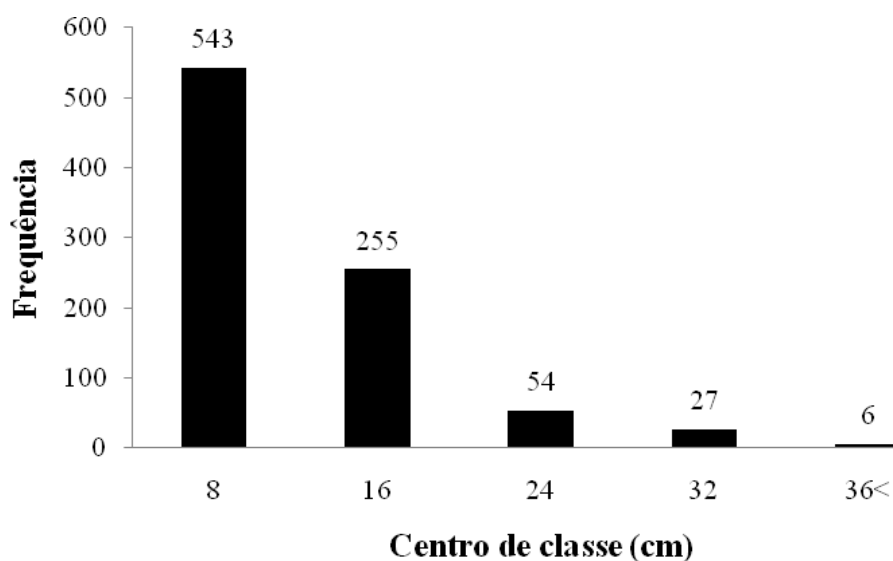
### 3.2. Estrutura, florística e fitossociologia do Fragmento Florestal Nativo.

Para a área do Fragmento florestal nativo (FFN) foram amostrados, 0,8 ha, inventariando 1.063 indivíduos. Verificou-se uma densidade absoluta total de 1.330 ind ha<sup>-1</sup> e área basal média de 23,16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Cada indivíduo possui em média área basal de 0,0174 m<sup>2</sup> h<sup>-1</sup> e altura média de 8,7 m.

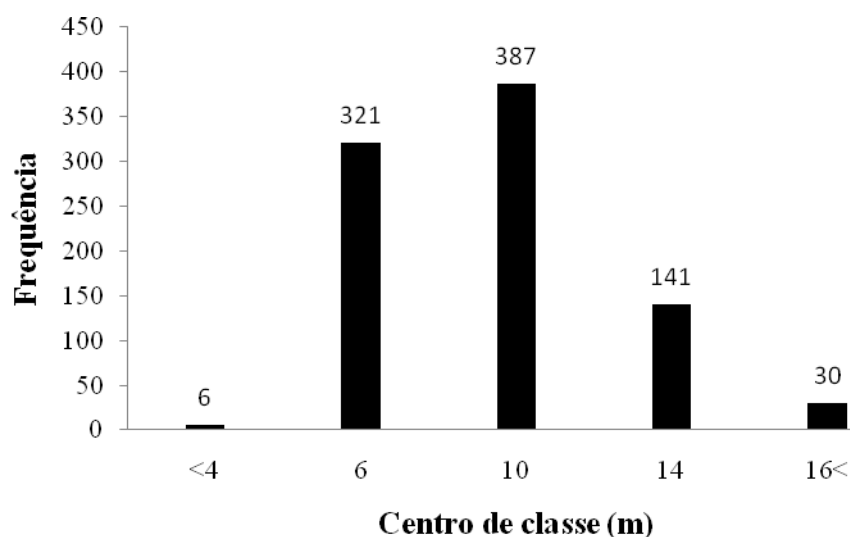
De acordo com a Resolução CONAMA n° 29, de 7 de dezembro de 1994, o Fragmento Florestal Nativo, apresenta-se em Estádio Avançada Regeneração.

A distribuição diamétrica dos indivíduos vivos da área FFN também apresentou a forma de J-invertido (Figura 23). Para a distribuição da altura as classes intermediárias (6 m e 10 m) foram as apresentaram maior frequência de indivíduos (Figura 24). Estes indicam um povoamento com o predomínio de indivíduos pouco espessos e com pouca altura.

O destaque de Fabaceae em riqueza de espécies já era esperado, uma vez que essa família é característica de florestas semidecíduas e tem se destacado na maioria dos estudos realizados nesta tipologia florestal (NASCIMENTO et al., 1999; SILVA et al., 2000; MEIRA NETO & MARTINS, 2000; RIBAS et al., 2003).



**Figura 23.** Distribuição diamétrica das espécies na área de Fragmento Florestal Nativo.



**Figura 24.** Distribuição da altura das espécies na área de Fragmento Florestal Nativo.

Foram relacionadas 97 espécies arbóreas, pertencentes a 74 gêneros de 30 famílias botânicas (Tabela 7). Dessas espécies, 5 tiveram sua identificação mais exclusiva em nível de gênero e 5 em nível de família. As famílias mais representativas floristicamente foram, Fabaceae (22), Euphorbiaceae e Malvaceae com 6, Meliaceae, Rubiaceae e Salicaceae com 5 espécies cada (Figura 25). Os gêneros mais ricos foram *Casearia* e *Trichilia*, com 4 espécies cada, *Machaerium* com 3 e *Alseis*, *Astronium*, *Guapira*, *Lechytis*, *Ocotea*, *Spondias* e *Zanthoxylum* com 2 espécies cada (Figura 26).

**Tabela 7.** Lista florística das espécies arbóreas presentes na área de Fragmento Florestal Nativo.

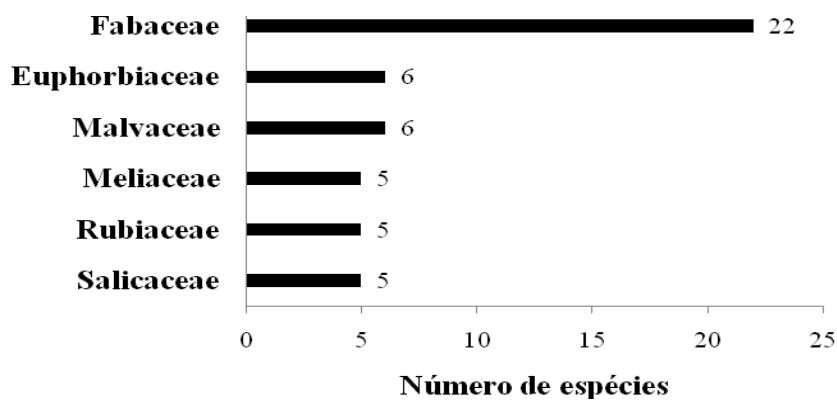
<b>Família / Espécie</b>	<b>Grupo sucessional</b>	<b>Deciduidade</b>	<b>Síndrome de dispersão</b>
<b>ACHARIACEAE</b>			
<i>Carpotroche brasiliensis</i> Endl.	St	Dc	Zoo
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Astronium concinnum</i> Schott	Cl	Dc	Ane
<i>Astronium graveolens</i> Jacq	Si	Dc	Ane
<i>Spondias macrocarpa</i> Engl.	St	Dc	Zoo
<i>Spondias venulosa</i> (Engl.) Engl.	Cl	Sm	Zoo
<b>ANNONACEAE</b>			
<i>Annona acutiflora</i> Mart.	Ni	Ni	Zoo
<i>Annonaceae</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<b>APOCYNACEAE</b>			
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Cl	Sm	Ane
<i>Rauvolfia capixabae</i> I. Koch & Kin.-Gouv.	Ni	Ni	Ane
<b>ARECACEAE</b>			
<i>Arecaceae</i> sp.	Ni	Ni	Zoo
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<i>Handroanthus cristatus</i> (A.H. Gentry) S. O. Grose	Cl	Dc	Ane
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	St	Dc	Ane
<i>Paratecoma peroba</i> (Record & Mell) Kuhl.	St	Dc	Ane
<i>Tabebuia rosealba</i> (Vell.) Bureau	St	Dc	Ane
<b>BORAGINACEAE</b>			
<i>Cordia anabaptista</i> Cham.	Ni	Ni	Ane
<b>CACTACEAE</b>			
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i> (Willd.) A. Berger	St	Ni	Zoo
<b>CELASTRACEAE</b>			
<i>Celastraceae</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<i>Maytenus multiflora</i> Reissek	Ni	Ni	Zoo
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>			
<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.	St	Sm	Zoo
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>			
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	Ni	Ni	Zoo

Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Ni	Ni	Zoo
<i>Brasiliocroton mamoninha</i> P.E. Berry & Cordeiro	Pi	Ni	Zoo
<i>Cnidoscolos pubescens</i> Pohl	Pi	Dc	Zoo
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.	Cl	Pr	Zoo
<i>Paradrypetes ilicifolia</i> Kuhlm.	Ni	Ni	Zoo
<i>Senefeldera multiflora</i> Mart.	Si	Ni	Zoo
<b>FABACEAE</b>			
<i>Acosmium lentiscifolium</i> Schott	St	Dc	Ane
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Pi	Sm	Aut
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Pi	Dc	Aut
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Cl	Dc	Ane
<i>Barnebydendron riedelii</i> (Tul.) J.H. Kirkbr.	Cl	Ni	Ni
Fabaceae sp.1	Ni	Ni	Ni
Fabaceae sp.2	Ni	Ni	Ni
<i>Goniorrhachis marginata</i> R.S. Cowan	St	Pr	Aut
<i>Lonchocarpus</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<i>Machaerium fulvovenosum</i> Lima	Si	Sm	Ane
<i>Machaerium leucopterum</i> Vogel	Ni	Ni	Ane
<i>Machaerium</i> sp.	Ni	Ni	Ane
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Pi	Dc	Aut
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	St	Dc	Ane
<i>Parapiptadenia pterospermae</i> (Bojer) Brenan	St	Sm	Aut
<i>Piptadenia</i> cf. <i>paniculata</i> Benth.	Pi	Sm	Aut
<i>Platymiscium speciosum</i> Vogel	Ni	Ni	Aut
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Si	Pr	Ane
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Pi	Dc	Ane
<i>Senna multijuga</i> subsp. <i>lindleyana</i> (Gardner) H.S. Irwin & Barneby	Pi	Dc	Aut
<i>Swartzia flaeming</i> Raddi	Cl	Pr	Zoo
<i>Zollernia latifolia</i> Benth.	Cl	Pr	Zoo
<b>LAURACEAE</b>			
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	Ni	Ni	Zoo
<i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer	Si	Sm	Zoo
<b>LECYTHIDACEAE</b>			
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Cl	Sm	Ane
<i>Couratari asterotricha</i> Prance	St	Pr	Ane

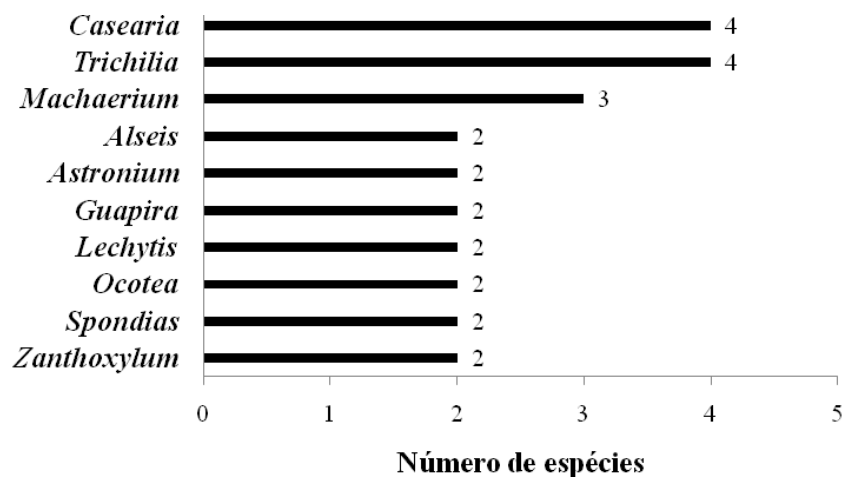
Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	St	Dc	Zoo
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	St	Pr	Zoo
<b>MALVACEAE</b>			
<i>Cavanillesia arborea</i> K. Schum.	St	Dc	Ane
<i>Ceiba pubiflora</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.	St	Dc	Ane
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	St	Dc	Ane
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	Ni	Ni	Ane
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	St	Dc	Ane
<i>Pterigota brasiliensis</i> Fr.All.	Pi	Pr	Ane
<b>MELIACEAE</b>			
<i>Cedrela odorata</i> L.	St	Dc	Ane
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	Cl	Pr	Zoo
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	St	Ni	Zoo
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C. DC.	Ni	Ni	Zoo
<i>Trichilia hirta</i> L.	Si	Sm	Zoo
<b>MYRTACEAE</b>			
<i>Campomanesia</i> sp.	Ni	Ni	Zoo
Myrtaceae sp.	Ni	Ni	Zoo
<b>NYCTAGINACEAE</b>			
<i>Bougainvillea praecox</i> Griseb.	Pi	Dc	Zoo
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	St	Pr	Zoo
<i>Guapira</i> cf. <i>subferruginosa</i> (Mart. ex Schum.) Lundell	Ni	Ni	Zoo
<i>Ramisia brasiliensis</i> Oliv.	Pi	Sm	Ane
<b>OLACACEAE</b>			
<i>Schoepfia</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<b>PHYTOLACCACEAE</b>			
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pi	Pr	Zoo
<b>POLYGONACEAE</b>			
<i>Coccoloba tenuiflora</i> Lindau	Ni	Ni	Zoo
<b>RHAMNACEAE</b>			
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek	Ni	Ni	Ni
<b>RUBIACEAE</b>			
<i>Alseis floribunda</i> Schott	Si	Dc	Aut
<i>Alseis gardneri</i> Wernham	Si	Dc	Aut
<i>Calycophyllum papillosum</i> J.H. Kirkbr.	Ni	Ni	Ane
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	St	Sm	Zoo
<i>Randia</i> sp.	Ni	Ni	Ni

Família / Espécie	Grupo sucessional	Deciduidade	Síndrome de dispersão
<b>RUTACEAE</b>			
<i>Almeideia</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	St	Pr	Aut
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Pi	Sm	Zoo
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Ni	Ni	Zoo
<b>SABIACEAE</b>			
<i>Meliosma</i> sp.	Ni	Ni	Ni
<b>SALICACEAE</b>			
<i>Casearia ablongifolia</i> Cambess.	Ni	Ni	Zoo
<i>Casearia</i> cf. <i>gossypiosperma</i> Briq.	Pi	Dc	Zoo
<i>Casearia</i> cf. <i>pauciflora</i> Cambess.	Ni	Ni	Zoo
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Si	Dc	Zoo
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Ni	Ni	Zoo
<b>SAPINDACEAE</b>			
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	Cl	Sm	Zoo
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Si	Sm	Zoo
<i>Melicoccus oliviformis</i> subsp. <i>intermedius</i> (Radlk.) Acev.-Rodr.	Cl	Pr	Zoo
<b>SAPOTACEAE</b>			
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> subsp. <i>lucentifolium</i> Cronquist	Ni	Ni	Zoo
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Si	Pr	Zoo
<b>ULMACEAE</b>			
<i>Ampelocera glabra</i> Kuhl.	Ni	Ni	Zoo

**Legenda:** P: pioneira; Si secundária inicial; St: secundária tardia; Cl: clímax; Dc: decídua; Sm: semi-decídua; Pr: perenifólia; Zoo: zoocoria; Ane: anemocoria; Aut: autocoria; Ni: não identificada.

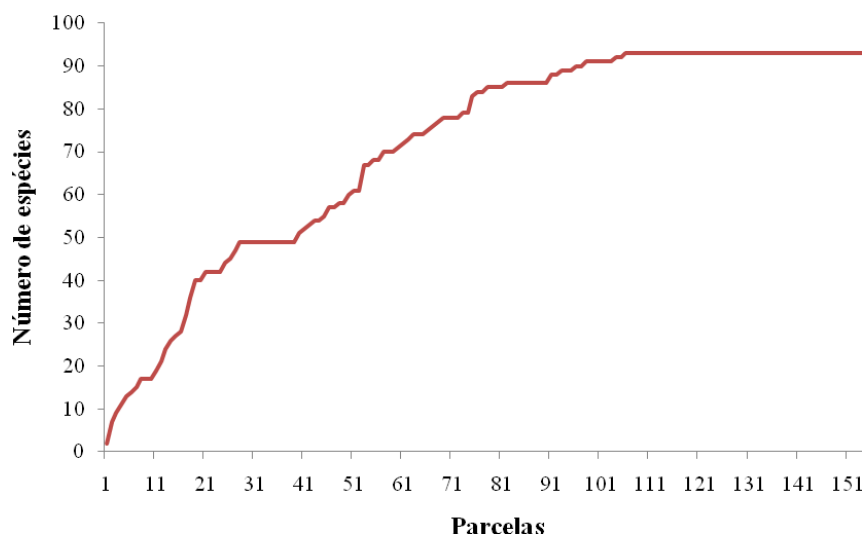


**Figura 25.** Famílias botânicas mais representativas na área de Fragmento Florestal Nativo.



**Figura 26.** Gêneros mais representativos na área de Fragmento Florestal Nativo.

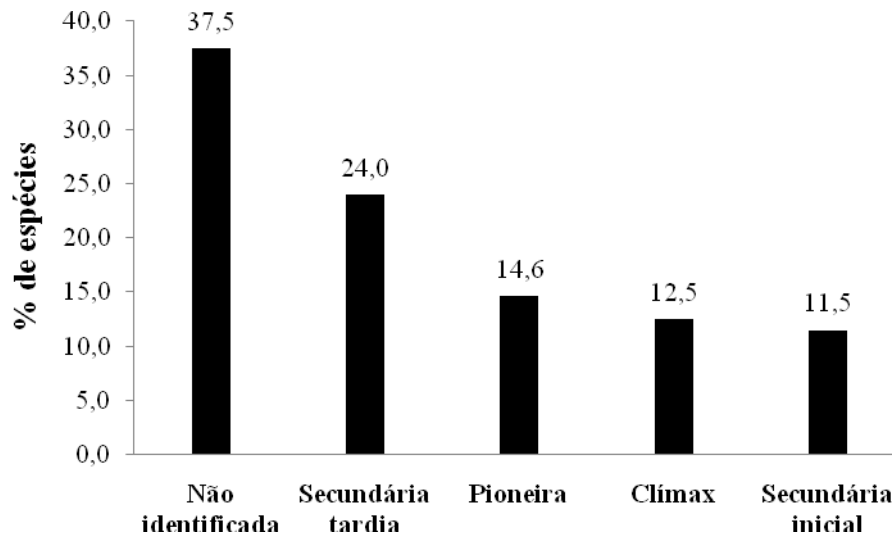
A seguir é apresentada a curva de suficiência amostral da FFN (Figura 27). Até a 21ª parcela a curva apresentou número elevado de espécies. As 160 parcelas amostradas foram suficientes para representar a composição florística do fragmento, alcançando a suficiência amostral a partir da 105ª parcela.



**Figura 27.** Curva de suficiência amostral para a área de Fragmento Florestal Nativo.

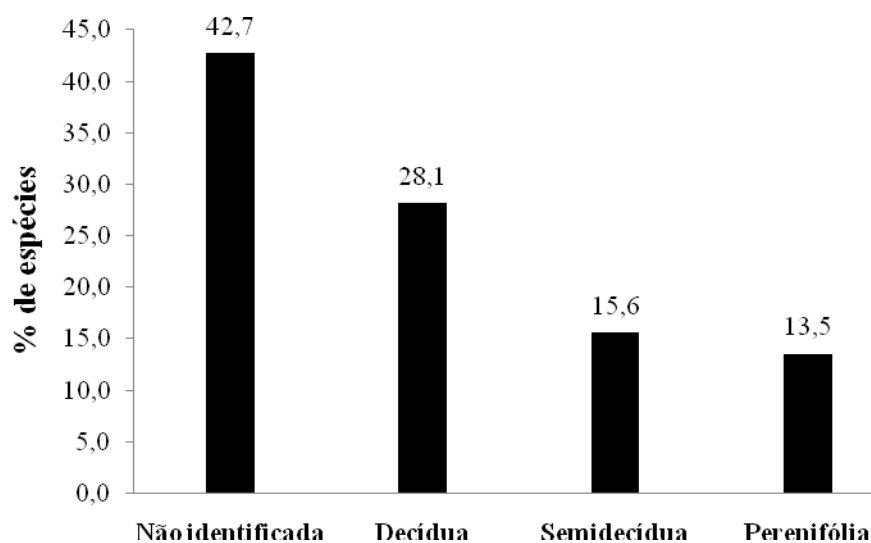
A classificação sucessional das 97 espécies amostradas, na sua maioria foi identificada com secundária tardia (24,0%), seguidas pelas pioneiras (14,6%), clímax (12,5%) secundária inicial (11,5%) e 37,5% não tiveram caracterização (Tabela 7 e Figura 28). A classificação sucessional das espécies revelou maior riqueza nas sucessões secundária tardia e pioneiras, seguidas pelas climáticas, indicando que este povoamento provavelmente está em estágio avançado de regeneração.

Relacionando os padrões fitossociológicos e estágio sucessional das espécies o fragmento de floresta nativa apresenta-se em Estádio Avançado de Regeneração de acordo com a Resolução CONAMA nº 29.



**Figura 28.** Classificação sucessional das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo.

Com relação à classificação decidual, a maioria das espécies foi identificada como decídua (21,1%), semidecídua (15,6%), perenifólia (13,5%) e 42,7% não foram caracterizadas (Tabela 7 e Figura 29). A classificação decidual revelou maior riqueza de espécies deciduais e semideciduais, que juntas possuem 43,7% das espécies presentes no fragmento. Isto sugere que o fragmento apresenta características de florestas semideciduais de acordo com o modelo de classificação baseado num modelo universal de VELOSO et al. (1991).

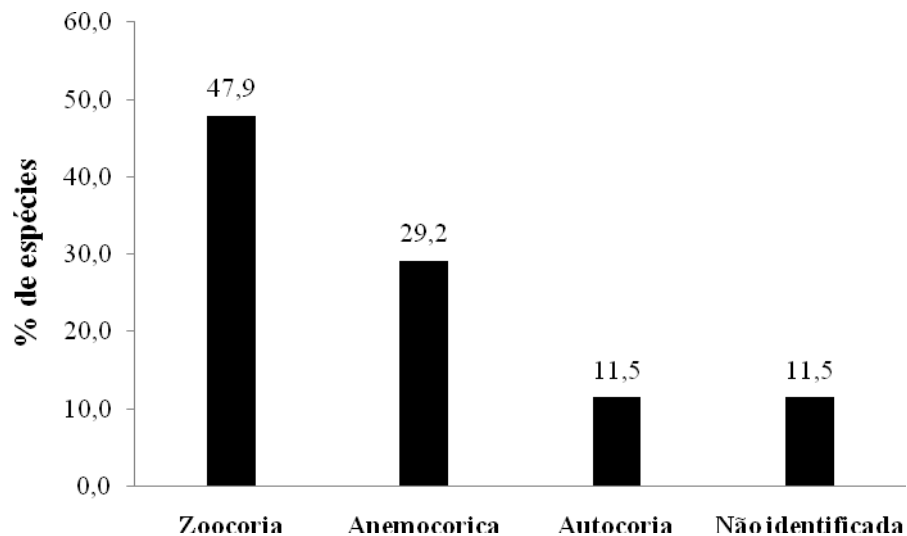


**Figura 29.** Classificação quanto a deciduidade das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo.



Considerando as síndromes de dispersão de sementes, a maioria das espécies amostradas possui dispersão zoocórica (47,9%), 29,2% anemocóricas, 11,5% autocóricas e 11,5% não identificadas (Tabela 7 e Figura 30). Esta proporção está de acordo com MORELLATO (1995) que relata a zoocoria como a principal forma de dispersão de sementes de espécies arbóreas e arbustivas na maioria das florestas tropicais.

Em áreas conservadas, há uma maior quantidade de agentes dispersores, favorecendo assim a dispersão de sementes zoocóricas, determinando o predomínio dessa síndrome em florestas tropicais (PENHALBER & MANTOVANI, 1997).



**Figura 30.** Síndrome de dispersão das espécies da área de Fragmento Florestal Nativo.

Os índices de Shannon e Pielou foram 3,81 e 0,90, respectivamente. Isto indica uma alta diversidade de indivíduos arbóreos bem distribuídos na floresta. Estes índices indicam que o Fragmento Florestal Nativo está dentro da faixa observada para outros trabalhos na mesma tipologia florestal: (3,5) encontrado em Bauru (CAVASSAN et al., 1984), (3,94) encontrado na Serra do Japi em Jundiá (Rodrigues et al. 1989), o (3,73) encontrado em Guarulhos (GANDOLFI et al., 1995) e (3,77) encontrado em Itatinga (IVANAUSKAS et al., 1999).

As dez espécies com os maiores valores de importância (VI) foram representando *Trichilia emarginata* (28,84), *Esenbeckia grandiflora* (18,04), *Pterocarpus rohii* (17,85), *Goniorrhachis marginata* (15,95), *Brasiliocroton mamoinha* (15,65), *Acosmium lentiscifolium* (15,34), *Astronium concinnum* (15,22), *Pachystroma longifolium* (14,73), *Tabebuia roseoalba* (14,58) e *Lonchocarpus* sp. (14,14) representando 39,74 % do total do VI encontrado (Tabela 8). Entre estas, 4 espécies são da família Fabaceae (Leguminosae), representando 14,76 % do total do VI encontrado (Tabela 8).

As árvores mortas em pé ocuparam a segunda posição em relação ao valor de importância, possuindo 4,39 % do VI total (Tabela 8).

**Tabela 8.** Lista fitossociológica das espécies presentes da área de Fragmento Florestal Nativo.

<b>Espécie</b>	<b>Frequência</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Área basal total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VI</b>
<i>Trichilia emarginata</i>	103	51	0,66	28,84
Morta	43	40	0,64	18,83
<i>Esenbeckia grandiflora</i>	63	33	0,39	18,04
<i>Pterocarpus violaceus</i>	47	31	0,80	17,85
<i>Goniorrhachis marginata</i>	37	29	0,76	15,95
<i>Brasiliocroton mamoninha</i>	45	28	0,58	15,66
<i>Acosmium lentiscifolium</i>	41	32	0,42	15,34
<i>Astronium concinnum</i>	41	31	0,44	15,22
<i>Pachystroma longifolium</i>	53	27	0,28	14,73
<i>Tabebuia roseoalba</i>	30	25	0,85	14,58
<i>Lonchocarpus</i> sp.	29	22	0,94	14,15
<i>Astronium graveolens</i>	39	25	0,45	13,49
<i>Cavanillesia arborea</i>	27	25	0,67	13,26
<i>Cnidoscolus pubescens</i>	27	21	0,43	10,95
<i>Parapiptadenia pterospermae</i>	18	16	0,79	10,52
<i>Ramisia brasiliensis</i>	17	16	0,81	10,50
<i>Paratecoma peroba</i>	23	14	0,68	9,97
<i>Piptadenia</i> cf. <i>paniculata</i>	17	14	0,78	9,85
<i>Alseis floribunda</i>	23	19	0,30	9,24
<i>Alseis gardneri</i>	23	20	0,22	9,03
<i>Fabaceae</i> sp.	15	18	0,30	8,06
<i>Melicococcus oliviformis</i> subsp. <i>intermedius</i>	11	11	0,63	7,54
<i>Actinostemon concolor</i>	24	14	0,05	6,71
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	11	10	0,41	6,11
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	15	6	0,44	5,68
<i>Gallesia integrifolia</i>	6	6	0,62	5,59
<i>Handroanthus cristatus</i>	12	10	0,29	5,58
<i>Machaerium</i> sp.	16	9	0,18	5,20
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	17	9	0,11	4,93
<i>Campomanesia</i> sp.	10	7	0,31	4,68
<i>Allophylus petiolatus</i>	11	11	0,09	4,62
<i>Pterigota brasiliensis</i>	5	3	0,41	3,55
<i>Trichilia elegans</i>	8	8	0,10	3,53
<i>Machaerium leucopterum</i>	5	5	0,27	3,35
<i>Cordia anabaptista</i>	4	4	0,28	3,02
<i>Albizia polycephala</i>	7	6	0,11	2,97
<i>Licania kunthiana</i>	7	7	0,06	2,97
<i>Paradrypetes ilicifolia</i>	8	6	0,09	2,97
<i>Fabaceae</i> sp.2	4	4	0,17	2,42
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	5	5	0,05	2,15
<i>Annonaceae</i> sp.	4	4	0,10	2,03

<b>Espécie</b>	<b>Frequência</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Área basal total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VI</b>
<i>Ceiba speciosa</i>	3	3	0,15	1,92
<i>Eriotheca macrophylla</i>	4	4	0,07	1,89
<i>Couratari asterotricha</i>	4	4	0,06	1,85
<i>Zanthoxylum sp.</i>	4	4	0,06	1,83
<i>Pouteria caimito</i>	4	4	0,04	1,70
<i>Myrocarpus frondosus</i>	4	4	0,03	1,67
<i>Spondias macrocarpa</i>	2	2	0,17	1,66
<i>Senefeldera multiflora</i>	6	3	0,03	1,65
<i>Trichilia casaretti</i>	4	4	0,03	1,64
<i>Meliosma sp.</i>	4	4	0,01	1,55
<i>Pterogyne nitens</i>	3	3	0,05	1,39
<i>Lecythis lurida</i>	3	3	0,05	1,39
<i>Machaerium fulvovenosum</i>	3	3	0,04	1,37
<i>Arecaceae sp.</i>	3	3	0,04	1,36
<i>Rhamnidium glabrum</i>	2	2	0,11	1,34
<i>Ocotea velutina</i>	3	3	0,02	1,25
<i>Apuleia leiocarpa</i>	4	2	0,04	1,21
<i>Rauvolfia capixabae</i>	3	3	0,01	1,19
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	2	2	0,08	1,18
<i>Casearia cf. pauciflora</i>	3	2	0,02	0,98
<i>Celastraceae sp.</i>	2	2	0,03	0,89
<i>Trichilia hirta</i>	2	2	0,02	0,87
<i>Platymiscium speciosum</i>	2	2	0,02	0,84
<i>Casearia decandra</i>	2	2	0,02	0,83
<i>Matayba guianensis</i>	2	2	0,01	0,82
<i>Ampelocera glabra</i>	2	2	0,01	0,81
<i>Almeideia sp.</i>	2	2	0,01	0,81
<i>Calycophyllum papillosum</i>	2	2	0,01	0,80
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	2	2	0,01	0,79
<i>Randia sp.</i>	2	2	0,01	0,78
<i>Zollernia latifolia</i>	2	1	0,05	0,78
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> subsp. <i>lucentifolium</i>	2	2	0,01	0,78
<i>Lechytis pisonis</i>	1	1	0,06	0,71
<i>Cariniana estrellensis</i>	1	1	0,05	0,64
<i>Barnebydendron riedelii</i>	1	1	0,02	0,50
<i>Coccoloba tenuiflora</i>	1	1	0,01	0,45
<i>Corymbia citriodora</i>	1	1	0,01	0,44
<i>Guapira subferruginosa</i>	1	1	0,01	0,43
<i>Guapira opposita</i>	1	1	0,01	0,43
<i>Bougainvillea praecox</i>	1	1	0,01	0,42
<i>Swartzia flaeming</i>	1	1	0,01	0,42
<i>Ceiba pubiflora</i>	1	1	0,01	0,41
<i>Casearia ablongifolia</i>	1	1	0,01	0,41

Espécie	Frequência	Ocorrência	Área basal total (m <sup>2</sup> )	VI
<i>Senna multijuga</i> subsp.				
<i>Lindleyana</i>	1	1	0,01	0,41
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1	1	0,01	0,41
<i>Casearia</i> cf. <i>gossypiosperma</i>	1	1	0,00	0,40
<i>Cedrela odorata</i>	1	1	0,00	0,40
<i>Myrtaceae</i> sp.	1	1	0,00	0,39
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	1	1	0,00	0,39
<i>Guapira</i> cf. <i>subferruginosa</i>	1	1	0,00	0,39
<i>Maytenus multiflora</i>	1	1	0,00	0,39
<i>Annona acutiflora</i>	1	1	0,00	0,39
<i>Schoepfia</i> sp.	1	1	0,00	0,39

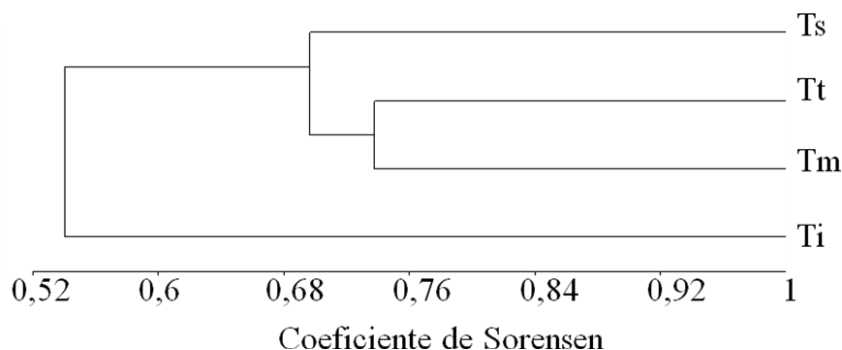
**Legenda:** VI= índice de valor de importância.

As análises de similaridade mostraram que existem diferenças florísticas (qualitativa) entre os terços da área do Fragmento Florestal Nativo. (Tabela 9 e figura 31). O terço inferior é o mais distinto floristicamente entre as toposequências, expressando valores entre 54% e 55% de semelhança com os demais terços. Isto pode estar associado à antropização deste terço, provavelmente pela facilidade de acesso e proximidades com pomares antigos do IFES-ST, tornando este suscetível a colonização por espécies heliófitas. As toposequências mais semelhantes floristicamente foram o topo com terço médio e superior ambos apresentando 74% de semelhança florística. (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores da similaridade de Sorensen entre terços das espécies presentes na área de Fragmento Florestal Nativo.

	Ti	Tm	Ts	Tt
Ti	1,00			
Tm	0,54	1,00		
Ts	0,54	0,66	1,00	
Tt	0,55	0,74	0,74	1,00

**Legenda:** Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo.



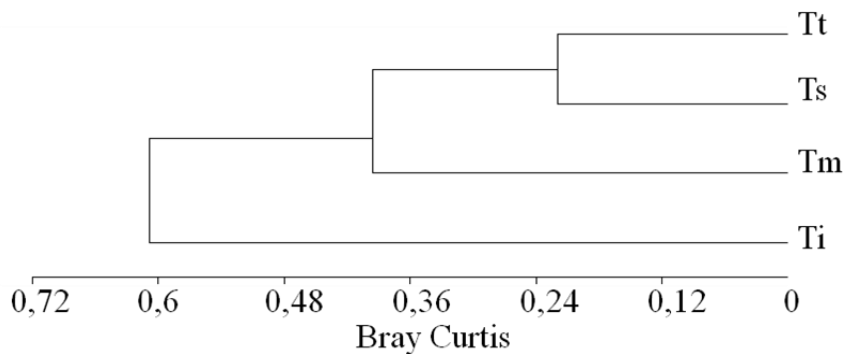
**Figura 31.** Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Sørensen, entre os terços das espécies presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. **Legenda:** Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo

No que diz respeito à similaridade levando em conta a abundância de indivíduos de cada espécie detectada, as análises também revelaram diferenças entre os terços da área de Fragmento Florestal Nativo. (Tabela 10 e figura 32). Novamente o terço inferior é o mais distinto entre as toposequências, expressando valores entre 57,% e 65% de diferença entre os demais terços. Isso reforça que o padrão de diferenciação florística e estrutural entre o terço inferior e os demais esteja associado à antropização deste terço. Assim, parece razoável concluir que a provável facilidade de acesso à esta área e sua proximidade à pomares antigos do IFES-ST tornaram este local suscetível a colonização por espécies heliófitas. As toposequências mais semelhantes foram entre o topo e terço superior. Estes terços apresentaram apenas 22% de diferença na abundância de indivíduos. (Tabela 10 e Figura 32).

**Tabela 10.** Valores da similaridade de Bray Curtis entre terços sobre a abundância de indivíduos presentes na área de Fragmento Florestal Nativo.

	<b>Ti</b>	<b>Tm</b>	<b>Ts</b>	<b>Tt</b>
<b>Ti</b>	0,00			
<b>Tm</b>	0,60	0,00		
<b>Ts</b>	0,65	0,45	0,00	
<b>Tt</b>	0,58	0,34	0,22	0,00

**Legenda:** Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo.



**Figura 32.** Dendrograma de similaridade (UPGMA), representando as distâncias medidas com o coeficiente de Bray Curtis entre os terços de indivíduos presentes na área de Fragmento Florestal Nativo. **Legenda:** Ti: Terço inferior; Tm: Terço médio; Ts: Terço superior; Tt: Topo

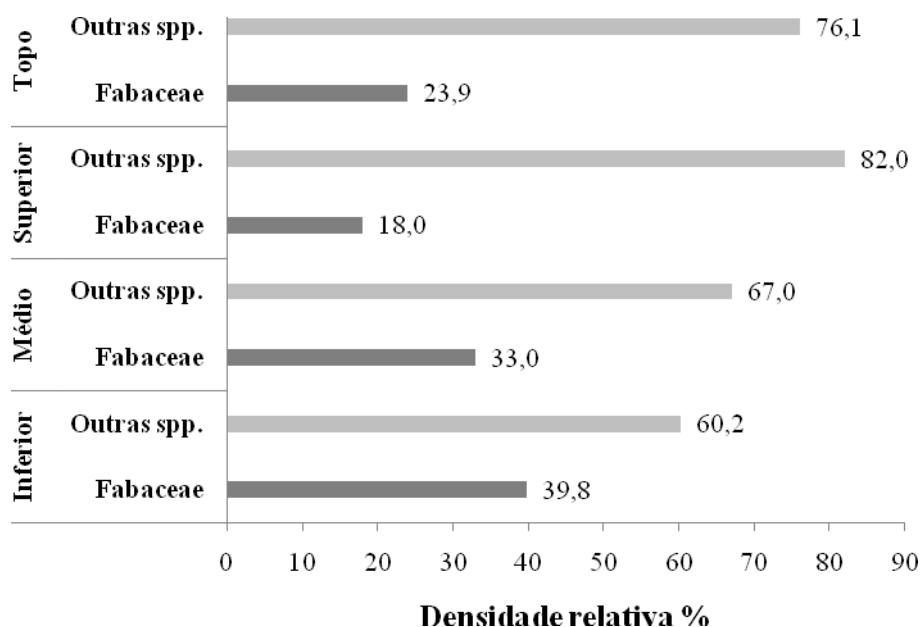
Observa-se que em todas as áreas a densidade relativa da família Fabacea foi sempre menor que o restante das espécies presentes no FFN (Tabela 11 e Figura 33). Porém no terço inferior a dominância relativa de Fabaceae se mostrou superior ao das outras espécies. Embora esse terço apresente uma menor frequência de Fabaceae, sua área basal é maior e conseqüentemente proporciona um maior porte dos indivíduos dessa família. A baixa frequência e alta dominância de Fabaceae no terço inferior provavelmente diminuem a diversidade florística e abundância de indivíduos nesta área. Este fato é corroborado pelos dendrogramas de similaridade florística e de abundância do terço inferior com as outras áreas (Tabelas 9 e 10, e Figuras 31 e 32).

**Tabela 11.** Parâmetros fitossociológicos comparativos entre Fabaceae e outras espécies nativas para todos os terços na área de Fragmento Florestal Nativo.

Terço	Espécies	Freq.	Oc.	Ab.total (m <sup>2</sup> )	Den. rel.	Fr. rel.	Dom. rel.
Inferior	Fabaceae	72	31	1,76	39,8	47,0	50,3
	Outras spp.	109	35	1,74	60,2	53,0	49,7
Médio	Fabaceae	87	33	2,22	33,0	47,8	38,6
	Outras spp.	177	36	3,53	67,0	52,2	61,4
Superior	Fabaceae	68	26	1,62	18,0	34,7	27,8
	Outras spp.	310	49	4,21	82,0	65,3	72,2
Topo	Fabaceae	47	18	0,72	23,9	34,6	25,6
	Outras spp.	150	34	2,10	76,1	65,4	74,4

**Legenda:** Freq.: frequência; Oc.: ocorrência; Ab. total: área basal total; Den. rel.: densidade relativa; Fr. rel.: frequência relativa; Dom. rel.: dominância relativa.

A alta densidade relativa das outras espécies no topo de no terço superior indica uma maior diversidade florística e abundância de indivíduos. Isto corrobora os dendrogramas de similaridade para esta área (Tabelas 9 e 10 e Figuras 31 e 32), ou seja, quanto maior densidade relativa de outras espécies maior a diversidade florística e de abundância.



**Figura 33.** Densidade relativa para Eucalipto, Fabaceae e Nativas nas quatro topo-sequências na área de Fragmento Florestal Nativo.

O valor de similaridade entre as espécies arbóreas presentes no sub-bosque de *C. citriodora* e da FFN foi de 0,41, ou seja, 41% de semelhança florística entre as áreas. ONOFRE et al., (2010) também constataram baixa similaridade florística (43,7%) entre as espécies do sub bosque do *E. saligna* e de uma Floresta Ombrófila Densa no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. Considerando 0,5 (50%) como valor limite de aceitação que duas comunidades vegetais possuem composição florística semelhante (KENT & COKER 1992; NETTSHEIM et al., 2010), o valor de similaridade encontrado neste estudo é baixo e não indica semelhança florística entre as áreas. Isto significa que a colonização do sub-bosque do eucalipto está sendo efetuada por espécies presentes na FFN, por espécies pioneiras encontradas nas bordas do FFN - pouco contempladas na amostragem fitossociológica deste estudo, ou em áreas adjacentes ao IFES-ST. Um fator que pode explicar a pouca similaridade seria que as duas áreas de estudo possuem, hoje, estádios sucessionais distintos, e o sub-bosque do Eucalipto estaria caminhando para um estágio mais avançado de sucessão.

Outros fatores também podem afetar a semelhança florística entre as áreas de floresta nativa e regeneração nativa sob plantio de eucalipto como, os solos que ocorrem nas diferentes áreas (Capítulo 3) e insolação. RODRIGUES et al. (1989) comentam que condições edáficas, disponibilidade hídrica, altitude, proximidade com outras formações florestais além de históricos de perturbação que podem alterar a composição florística de cada localidade. BAYLÃO JUNIOR (2010) explica que para regiões do sudeste brasileiro as faces de exposição voltadas para o norte e noroeste recebem uma maior exposição aos raios solares. Esse padrão promove o aumento da temperatura e diminuição da umidade do solo, dificultando processo de restauração florestal e favorecendo o estabelecimento de espécies heliófilas (pioneiras). Este último fator poderia ser preponderante na baixa similaridade florística entre as áreas já que o plantio de Eucalipto foi estabelecido numa face de exposição voltada para o noroeste (Figura 5) recebendo uma maior exposição aos raios solares favorecendo o surgimento de espécies arbóreas heliófilas (pioneiras).

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados da estacionalidade climática e topográficos do local junto à classificação sucessional, deciduidade e parâmetros fitossociológicos das espécies fazem com que o fragmento florestal nativo seja classificado como Floresta Estacional Semidecidual Submontana em Estádio Avançado de Regeneração.

A densidade relativa do eucalipto está relacionada com a similaridade florística e abundância de espécies nativas entre os terços, ou seja, nos terços onde existe uma menor densidade de indivíduos de *C. citriodora* apresentam maior diversidade e abundância de indivíduos nativos.

As condições ambientais estabelecidas no sub-bosque de reflorestamento com eucalipto, não impediram a regeneração das espécies florestais nativas. Porém as espécies nativas sob plantio de eucalipto não se mostraram similares ao fragmento florestal nativo vizinho, e provavelmente a fonte de propágulos está ligada a matrizes de áreas adjacentes ou espécies presentes na borda da mata nativa, pouco contempladas neste estudo. A evolução destes sistemas pela condução de povoamentos auxiliares, baseados na regeneração natural de espécies florestais nativas e em plantios de enriquecimento, poderia assumir importante papel na recuperação da cobertura florestal.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105– 121, 2009.
- ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J. M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 4. 2004.
- BAWA, K. S.; SEIDLER, R. Natural Forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. **Conservation Biology**, v. 12, p. 46-55, 1998.
- BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BAYLÃO JUNIOR, H. F. **Espécies com vocação para facilitar processos de restauração espontânea de ecossistemas perturbados na vertente atlântica da Serra do Mar, Pirai – RJ**. 2010. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.
- CANDIANI, G. **Regeneração natural em áreas anteriormente ocupadas por floresta de *Eucalyptus saligna* Smith. no município de Caieiras (SP): subsídios para recuperação florestal**. 118p. 2006. Dissertação (Mestrado). Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio, São Paulo, SP, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. 2003. 1039p.
- CARVALHO, P. E. R. 2006. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. 2006. 627.
- CARVALHO, P. E. R. 2008. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. 2008. 593p.
- CARVALHO, P. E. R. 2010. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v.4. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. 2010. 644p.
- CALEGARIO, N.; SOUZA, A. L.; MARAGON, L. C.; SILVA, A. F. Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de Eucalyptus. **Revista Árvore**, Viçosa, v.17, n.1, p.16-29, 1993.
- CAMPELLO, E. F. C. **A influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia**. 1999. 121p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F. R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.7, n.2, p. 91-106, 1984.



CONAMA. **Resolução 029 de 7 de dezembro de 1994**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.idaf.es.gov.br/Download/Legislacao/DRNRE-Resolucao\\_29-94.pdf](http://www.idaf.es.gov.br/Download/Legislacao/DRNRE-Resolucao_29-94.pdf)>. Acesso em: 23 de Junho de 2011.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; PASTORE, J. A.; AGUIAR, O. T. Regeneração natural da vegetação de cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.9, n.1, p.71-85, 1997.

FELFILI, J. M. & REZENDE, R. P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, v. 5, nº 1, 2003.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GORB, S. N.; GORB, E. V.; PUNTTILA, P. Effects of redispersal of seeds by ants on the vegetation pattern in a deciduous forest: A case study. **Acta Oecologica**, v. 21, n. 4-5, p. 293-301, 2000.

GUEDES-BRUNI, R. R., PESSOA S. V. A. **Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima**. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R. Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p.127-145, 1997.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Florestalis**, v. 56, p. 83-99, 1999.

KENT, M. & COKER, P. **Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach**. Chichester, UK. John Willey. 1994.

KOVACH COMPUTING SERVICES. **Multivariate Statistical Package – MVSP**. 2011. Disponível em <http://www.kovcomp.com/mvsp/downl.html>

LEITÃO FILHO, H. F. Diversity of arboreal species in Atlantic rain forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, p. 91-96, 1994.

LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLA-FLORA, J. B.; FREITAS, R. A. & CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5. Ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, vol.1, 2008, 384p

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 3. Ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, vol.2, 2009a, 384p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras. Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 1. Ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, vol.3, 2009b, 384p.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística do estrato herbáceo-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24,n.4, p. 407-416, 2000.

MORELLATO, L. P. C. **As estações do ano na floresta**. In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO-FILHO H. F. (orgs.). Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana. Editora da Unicamp, Campinas p. 37-41. 1995.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey & Sons, 1974, 547p.

NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 59, n. 2, p. 329-342, 1999.

NERI, A. V.; CAMPOS, E. P.; DUARTE, T. G.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. & VALENTE, G. E. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 2. p. 369-376, 2005.

NETTESHEIM, F. C.; CARVALHO, D. C., FONSECA, C. C., NUNES, R. S., CAVALCANTI, D. M., GABRIEL, M. M.; MENEZES, L. F. T. Estrutura e florística do estrato arbóreo no cerrado *sensu stricto* de Buritis, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia** v. 61, n. 4, p. 731-747, 2010.

ONOFRE F. F; ENGEL V. L; CASSOLA H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scitia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 39-52, 2010.

PENHALBER, E.F. & MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p. 205-220, 1997.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131-44. 1966.

PIELOU, E. C. **Ecology diversity**. New York, John Wiley & Sons. 1975.

PICKETT, S. T. A.; PARKER, V.T.; FIELDLER, P. The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. **Conservation biology**, New York, n.12, p. 65-88, 1992.

RAJVANSHI, A.; SONI, S.; KUKRET, U. D.; SRIVATAVA, M. M. A comparative study of undergrowth of sal forest and *Eucalyptus* plantation at Golatappar Dehra Dun during rainy season. **Indian Journal Agronomy**, New Delhi, v. 6, p. 117-119, 1983.

RESENDE, M. L.; VALE, A. B.; REIS, M. G. F.; SILVA, A. F.; NEVES, J. C. L. Regeneração natural de espécies florestais nativas em sub-bosque de *Eucalyptus grandis* e em mata secundária no Município de Viçosa, Zona da Mata, MG, Brasil. In: **Simpósio Sul-Americano; Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas**, 2., 1994, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, p.409-418. 1994.

RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA A. F.; SOUZA A. L. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 821-830, 2003.

RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY, C. A.; LEITÃO-FILHO, H. F. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiaí, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 71-84, 1989.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP, p. 235-247. 2004.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ARONSON, J.; BARRETO, T. E.; VIDAL, C. Y.; BRANCALION, P. H. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 261, p. 1605-1613, 2011.

SAPORETTI, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p. 905-910, 2003.

SARTORI, M. S.; POGGIANI, F.; ENGEL, V. L. Regeneração da vegetação arbórea nativa no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. localizado no Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 86-103, 2002.

SILVA, A. F.; FONTES, N. R. L.; LEITÃO FILHO, H. F. Composição florística e estrutura horizontal do estrato arbóreo de um trecho da Mata da Biologia da Universidade Federal de Viçosa – Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 397-405, 2000.

SOUZA, P. B.; MARTINS, S. V.; COSTALONGA, S.R.; COSTA, G. O. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 533-543, 2007.

SCARANO, F. R.; RIOS, R. I. & ESTEVES, F. A. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in Brazilian flood-prone forests. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v. 24, p. 223-235, 1998.

SCHLITTLER, F. H. M. **Composição florística e estrutura fitossociológica do subosque de uma plantação de *Eucalyptus tereticornis* Sm. no município de Rio Claro, SP.** 1984. 142p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Rio Claro, SP, 1984.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 1991.

## **CAPÍTULO II**

**Aporte, qualidade e decomposição da serapilheira de um plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e uma Floresta Estacional Semidecidual, Santa Teresa, ES**

## RESUMO

A serapilheira é constituída por materiais vegetais como folhas, cascas, ramos, material reprodutivo além de fragmentos animais, porém as folhas representam a via mais rápida e mais rica do retorno de nutrientes do ponto de vista da ciclagem de nutrientes. O aporte e decomposição da serapilheira são processos fundamentais para manutenção e melhoria das propriedades dos solos tanto nos sistemas naturais quanto nos artificiais. Diante disso, objetivou-se neste capítulo quantificar a produção anual de serapilheira e o aporte de nutrientes; verificar a contribuição de cada fração no aporte total e estimar a taxa de decomposição do material foliar. Para tanto, foram selecionadas duas áreas: eucalipto com regeneração de espécies nativas (ERN) e Floresta Estacional Semidecidual (FES). Para cada área a produção de serapilheira foi avaliada, utilizando-se 4 coletores cônicos ( $0,3316 \text{ m}^2$ ) distribuídos numa topossequência. O período de avaliação foi entre julho/2010 a agosto/2011. Para estimar a taxa de decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes de cada área, folhas, provenientes do aporte, foram acondicionadas em sacolas de decomposição “*litter bags*”. O período de avaliação da decomposição foi entre junho/2010 a setembro/2011. Tanto para produção quanto decomposição foram utilizadas folhas das três fontes de vegetação: EUC- eucalipto (*C. citriodora*); REG- regeneração de espécies nativas no sub-bosque de *C. citriodora*; FES- espécies da Floresta Estacional Semidecidual. A produção total anual de serapilheira, estimada pelo aporte, foi de  $5,36 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  na área de ERN e  $5,39 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  na área de FES. O aporte e deposição de conteúdo de nutrientes da fração foliar foram maiores na área FES. Após 60 dias, não foram observadas perdas expressivas de material, e aos 120 dias, após o término das avaliações, o percentual de massa remanescente foi de 54% na área de EUC, 61% na área de REG e 79% na área de FES. A velocidade de retorno dos macronutrientes seguiu a ordem:  $N > K > P$  para FES;  $K > P > N$  para REG; e  $K > P > N$  para EUC.

**Palavras-chave:** ciclagem de nutrientes, indicadores de qualidade ambiental.

## ABSTRACT

The litter consists of plant material such as leaves, bark, branches, as well as fragments reproductive material animals but leaves represent the quickest route and return richest nutrients from the standpoint of nutrient cycling. The intake and litter decomposition are key processes for maintenance and improvement of soil properties almost at the natural and artificial systems. Therefore, the objective of this chapter to quantify the annual litter production and nutrient input and verify the contribution of each fraction in the total contribution and estimate the rate of leaf decomposition. To this end, were selected two areas: Eucalyptus regeneration of native species (ERN) and Semideciduous Forest (FES). For each area litter production was evaluated using four conical collectors ( $0,3316 \text{ m}^2$ ) distributed in a topographic sequence. The evaluation period was from July/2010 to August/2011. To estimate the rate of litter decomposition and nutrient release of each area, leaves, from the intake, were placed in “*litter bags*”. The evaluation period of the decomposition was from September/2011 June/2010. For production and decomposition were used sheets of the three sources of vegetation: Eucalyptus- EUC (*C. citriodora*), REG- regeneration of native species in the understory of *C. citriodora*, FES- species of Semideciduous Forest. The total annual litter, estimated by the intake, was  $5,36 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  in the area of ERN and  $5,39 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  in the field of FES. The input and deposition of nutrient content of the leaf fraction were higher in the SF. After 60 days, there were no significant losses of material, and 120 days after the completion of assessments, the percentage of remaining mass was 54% in the area of EUC, 61% in the area of ERN and 79% in the FES. The rate of return of macronutrients followed the order:  $\text{N} > \text{K} > \text{P}$  for FES,  $\text{K} > \text{P} > \text{N}$  for REG, and  $\text{K} > \text{P} > \text{N}$  for EUC.

**Keywords:** nutrient cycling, environmental quality indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

O aporte e a transformação da serapilheira são fundamentais para manutenção e melhoria das propriedades dos solos nos ecossistemas florestais tropicais, principalmente aqueles sobre solos oligotróficos (GOLLEY, 1978; ODUM, 1988; MORAIS et al., 1998; VITAL et al., 2004; PINTO et al., 2009).

A deposição de serapilheira em ecossistemas florestais é contínua ao longo do ano, e a produção desse material é influenciada por diversos fatores como: geográficos, climáticos, edáficos, fisiológicos, tipologia vegetal e até antrópicos (SUNDARAPANDIAN & SWAMY, 1999).

A serapilheira é constituída por materiais vegetais depositados na superfície do solo, como folhas, cascas, ramos, material reprodutivo além de fragmentos animais (GOLEY, 1978). Um dos principais componentes da serapilheira são as folhas, podendo contribuir com mais de 70% do material adicionado (MORELATO, 1992). Estes compartimentos atuam na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, via aporte de material orgânico e sua decomposição, sendo estes importantes na restauração da fertilidade do solo, principalmente em áreas em início de sucessão ecológica (ARATO et al., 2003; MACHADO, 2011) e manutenção da produção sustentável de plantios comerciais (GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002; CUNHA et al., 2005; GAMA-RODRIGUES et al., 2008)

No Brasil, o eucalipto tem sido a principal essência utilizada nos programas de reflorestamento e, quase sempre, questiona-se sobre as mudanças que podem promover no solo. Essa cultura apresenta alta eficiência de uso de nutrientes, produzindo, como consequência, serapilheira de baixa qualidade nutricional quando comparada àquela da maioria das florestas tropicais naturais (GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002; GAMA-RODRIGUES et al., 2008). Essa serapilheira, com baixa taxa de decomposição, poderia atuar como uma barreira física contra processos erosivos e funcionaria como uma reserva de nutrientes para futuros plantios de eucalipto ou outra cultura (GAMA-RODRIGUES, 1997).

Após a deposição da serapilheira no solo, o seu acúmulo no piso florestal será regulado pela taxa de decomposição, sendo esse processo considerado um dos mais importantes da ciclagem de nutrientes (HAAG, 1985). A velocidade de decomposição e liberação de nutrientes do material orgânico também depende das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade orgânica da serapilheira (MACHADO, 2011).

Do ponto de vista da ciclagem de nutrientes, as folhas representam a via mais rápida de retorno e mais rica de nutrientes, o que configura uma estratégia das árvores na utilização de nutrientes para seu crescimento (PINTO et al., 2009). As folhas apresentam maiores teores da maioria dos nutrientes, por ser um tecido fisiologicamente mais ativo e apresenta uma taxa de decomposição mais acelerada por apresentar uma alta superfície específica.

Sendo assim, a produção e decomposição da matéria orgânica nas florestas tropicais constituem o principal meio de aporte de matéria orgânica e transferência de nutrientes para o solo. Estes são considerados processos fundamentais nos ciclos biogeoquímicos nesses sistemas e essenciais na manutenção de um ambiente equilibrado (ARATO et al., 2003; SCHUMACHER et al., 2004).

Este capítulo tem como objetivos: a) Comparar o aporte de serapilheira entre os terços nas duas áreas de estudo; b) Quantificar o aporte da serapilheira e a entrada de nutrientes nas duas áreas de estudo; c) Avaliar a decomposição e a liberação de nutrientes da fração foliar e das duas áreas de estudo.



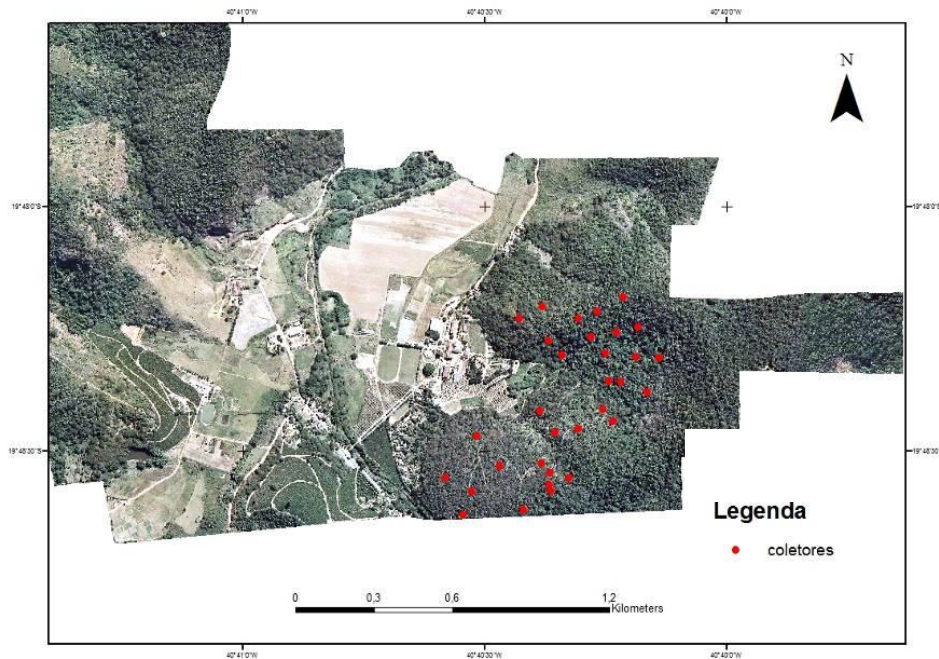
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Aporte de Serapilheira

Para a avaliação do aporte de serapilheira foram instalados 4 coletores cônicos (Figura 34A) em cada terço da topossequência, distribuídos ao longo dos transectos em cada uma das áreas de estudo (Figura 35). Os coletores foram confeccionados segundo MACHADO (2011) possuindo uma abertura na parte inferior para facilitar a coleta do material aportado (Figura 34B). Cada coletor possui uma área de  $0,3316 \text{ m}^2$  e foram fixados a aproximadamente 1,0 m acima da superfície do solo (Figuras 34).



**Figura 34.** Coletor cônico utilizado para coleta da serapilheira nas duas áreas de estudo, Santa Teresa, ES. A - Vista frontal do coletor cônico e B – Coleta do material.



**Figura 35.** Distribuição dos coletores nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa.

O aporte de serapilheira em cada uma das áreas foi avaliado mensalmente, durante o período de agosto de 2010 a julho de 2011. Após a coleta a serapilheira foi estratificada, por espécies nas frações: folhas, ramos, materiais reprodutivos e outros (material não identificável).

A quantidade de serapilheira produzida anualmente, para cada área de estudo, foi estimada a partir seguinte expressão, modificada de LOPES et al. (2002):  $PS = (\sum PM \times 10.000) / Ac$ , onde PS = Produção de serapilheira ( $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ); PM = produção mensal de serapilheira ( $kg\ mês^{-1}$ ), obtida pela média dos 16 coletores; Ac = Área do coletor ( $m^2$ ). Posteriormente PS foi convertida para  $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ .

Considerou-se somente a fração foliar na avaliação sazonal entre a regeneração nativa sob plantio de eucalipto com as outras formações (*C. citriodora* e Floresta Estacional Semidecidual). Esse procedimento foi adotado com o objetivo de verificar se a deposição na área de regeneração nativa apresenta o mesmo padrão observado para as outras formações ao longo do ano.

Para a quantificação dos teores de nutrientes da serapilheira foi avaliada somente a fração foliar das duas áreas de estudo. Uma da parte fração foliar da serrapilheira foi separada e moída e nela foram quantificados os teores de nitrogênio, fósforo e potássio segundo TEDESCO et al. (1985).

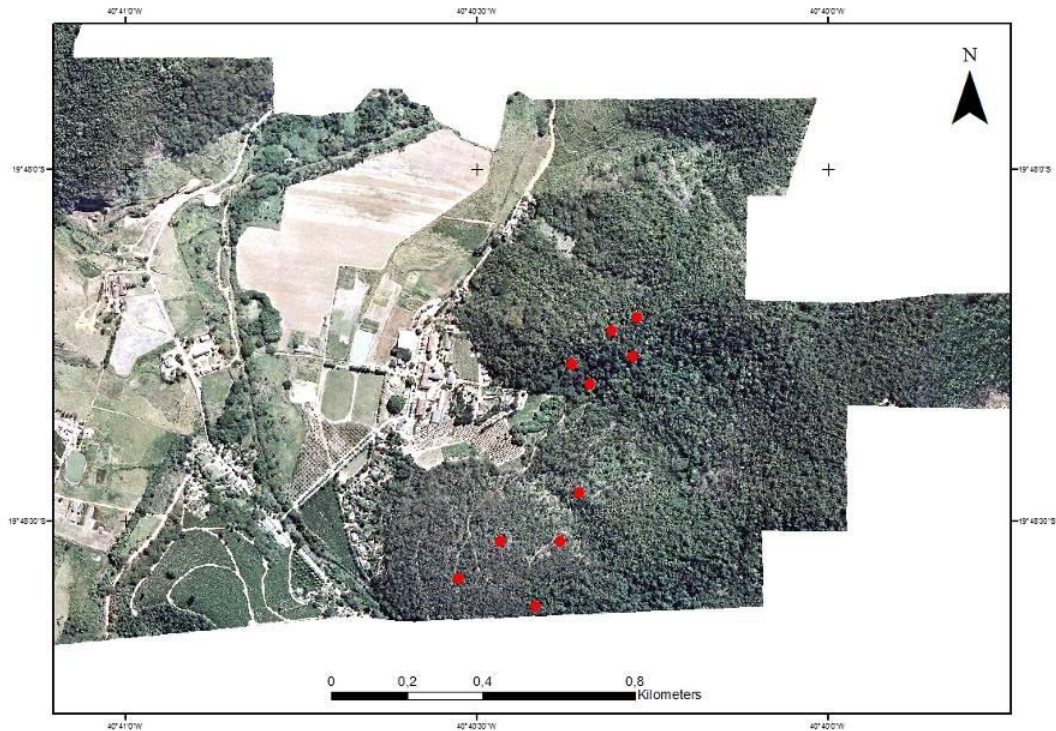
## 2.2. Decomposição do Material Foliar

Para a avaliação da taxa de decomposição foram utilizadas amostras de material foliar depositado nos coletores cônicos. Após secagem deste material, retiraram-se 10 gramas que foram acondicionados em sacolas de polivinil *litter bags* (ANDERSON & INGRAM, 2006) com malha de 4 mm, área de 25 x 25 cm e aproximadamente 1,5 cm de altura (Figura 36 A e B).



**Figura 36.** A- “Litter bag” . B- Instalação dos litter bags sobre o piso florestal para a avaliação da taxa de decomposição do material foliar.

Foram confeccionados 20 *litter bags* para o material foliar de *C. citriodora*, regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual. Os *litter bags* de *C. citriodora* e regeneração nativa foram instalados na área do plantio de eucalipto (Figura 37). Na área de Floresta estacional Semidecidual foram depositados *litter bags* com material foliar da mesma formação. Todos os *litter bags* foram instalados no início do período de estiagem (20 de maio de 2011). As coletas foram realizadas aos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias, sendo retirados em cada coleta cinco *litter bags*, perfazendo cinco repetições por área.



**Figura 37.** Localização dos *litter bags* nas duas áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa.

A quantificação da taxa de decomposição foi obtida através de medidas de perda de massa, calculando-se a diferença entre as quantidades iniciais do material original contido no *litter bag* (tempo zero = 10 g) e as que permaneceram no período de cada coleta. Com estes valores, ao longo do período estudado, foi estimada a constante de decomposição  $k$ , conforme THOMAS & ASAKAWA (1993), pelo modelo exponencial:  $X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$ , onde,  $X_t$  é o peso do material remanescente após  $t$  dias e  $X_0$  o peso do material seco originalmente colocado nos sacos no tempo zero ( $t = 0$ ). As curvas que caracterizam a perda de peso (decomposição) do material foliar foram confeccionadas pelo programa estatístico SIGMAPLOT 10.0. O tempo de meia-vida ( $t^{1/2}$ ) do material foi estimado conforme REZENDE et al. (1999) pela equação:  $t^{1/2} = \ln(2) / k$ , onde  $k$  é a constante de decomposição estimada pelo programa SIGMAPLOT 10.0.

### 2.3. Análise dos Dados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de normalidade da distribuição dos erros (teste de Lilliefors) e homogeneidade das variâncias dos erros (teste de Cochran), ambos analisados através do Sistema para Análises Estatísticas (SAEG 9.1), da Fundação Arthur Bernardes, da Universidade Federal de Viçosa (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Os dados que atenderam às pressuposições e os valores médios foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% e 10% de probabilidade ( $P < 0,05$  e  $P < 0,10$ ), com a utilização do programa estatístico SAEG 9.1.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Aporte de serapilheira

No período estudado (agosto de 2010 a julho de 2011), a produção total anual de serapilheira aportada foi de  $5,36 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para a área de eucalipto com regeneração nativa (ERN), e  $5,39 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Tabela 12). Os valores de deposição total anual não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Tabela 12).

**Tabela 12.** Produção mensal de serapilheira\* ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) nas áreas de eucalipto com regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual.

Mês	Áreas de estudo			
	ERN		FES	
	-----( $\text{Mg ha}^{-1}$ )-----			
Agosto	0,32	bc	1,01	a
Setembro	0,24	bc	0,59	bc
Outubro	0,16	c	0,24	d
Novembro	0,25	bc	0,32	cd
Dezembro	0,85	a	0,48	bcd
Janeiro	0,88	a	0,38	cd
Fevereiro	0,84	a	0,42	bcd
Março	0,56	ab	0,36	cd
Abril	0,15	c	0,19	d
Mai	0,23	bc	0,24	d
Junho	0,30	bc	0,42	bcd
Julho	0,58	ab	0,74	ab
Total anual	** 5,36 n.s.		** 5,39 n.s.	
CV%	72,19		66,12	

\* Médias de 16 repetições. \*\* Valores seguidos com mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,10$ ). **Legenda:** ERN – Eucalipto com regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

Os valores de aporte na área de FES se encontram dentro da faixa observada em florestas tropicais, que variaram entre 4,0 a 25,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (TOLEDO et al., 2002; DINIZ et al., 2011;) e para Florestas Estacionais Semidecíduais (Tabela 13).

BALIEIRO et al. (2004) encontraram valores de aporte anual de serapilheira para plantios de eucalipto (11,84 Mg ha<sup>-1</sup>) superiores ao observados neste estudo (5,36 Mg ha<sup>-1</sup>). Já para plantio de eucalipto consorciado com guachapele *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms (FABACEAE) os autores quantificaram aporte anual de 12,44 Mg ha<sup>-1</sup> num Planossolo, no município de Seropédica-RJ.

Avaliando aporte de serapilheira em plantios de *Eucalyptus grandis* e *E. uraphylla* no sul da Bahia GAMA-RODRIGUES & BARROS (2002) encontraram valor de deposição de 7,0 Mg ha<sup>-1</sup>. Estudando aporte de serapilheira para *E. grandis* CUNHA et al. (2005) relataram valores de deposição entre 5,36 a 5,63 Mg ha<sup>-1</sup>.

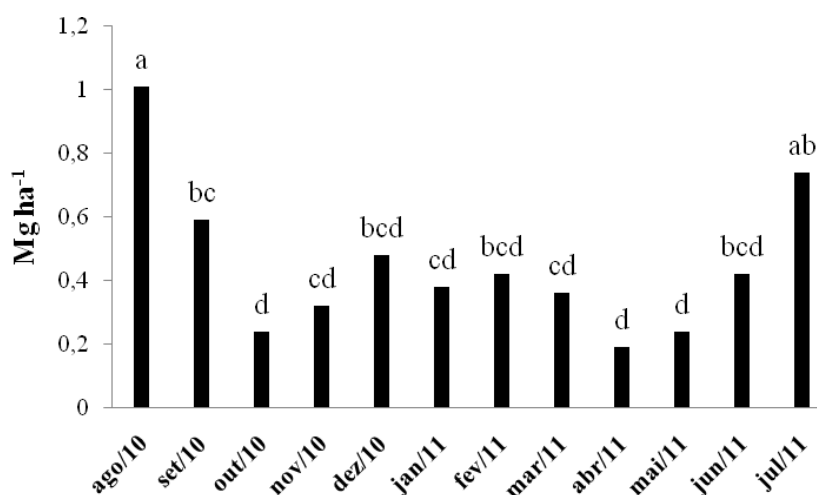
O coeficiente de variação (CV) do aporte de serapilheira na área FES foi alto (66,12%) quando comparado com trabalhos na mesma tipologia florestal (PEZZATTO & WISNIEWSKI, 2006; MENEZES et al., 2010; MACHADO, 2011). Estes autores constataram que fragmentos florestais em estádios sucessionais mais avançados apresentam maiores valores do CV quando comparados aos estádios sucessionais iniciais. Os autores atribuíram este fato a grande densidade de espécies pioneiras que produzem mais biomassa ao longo do ano, promovendo a redução do CV. Já os fragmentos florestais em estágio sucessional mais avançados possuíam uma maior diversidade de espécies e que estas respondiam fisiologicamente aos meses de estiagem e chuvosos, acarretando num aumento do CV.

**Tabela 13.** Produção de serapilheira aportada ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) em diferentes tipologias florestais brasileiras.

Local	Tipologia Florestal	Características	Aporte	Autores
Santa Teresa, ES	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária em estágio avançado	5,39	Este estudo
Cachoeiro de Itapemirim, ES	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária	9,3	GODINHO, (2011)
Pinheiral, RJ	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta estágio inicial	7,47	MACHADO, (2011)
		Floresta estágio médio	8,96	
		Floresta estágio avançado	14,7	
Santa Maria do Jetibá, ES	Mata Atlântica	Floresta Secundária	5,7	CALVI et al., (2009)
		Floresta Secundária Antiga	5,7	
Viçosa, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta inicial	8,8	PINTO et al., (2009)
		Floresta madura	6,3	
Cachoeiro de Itapemirim, ES	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária	10,2	GONÇALVES, (2008)
Botucatu, SP	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Ripária	10,6	VITAL et al., (2004)
Pinheiral, RJ	Floresta Estacional Semidecidual	Secundária inicial (10 anos)	10,5	TOLEDO et al., 2002
		Secundária tardia (50 anos)	13,0	
Ouro Preto, MG	Floresta Estacional Semidecidual	Floresta preservada	6,8	WERNECK et al., (2001)
		Floresta intermediária	6,6	
		Floresta secundária jovem (40 anos)	5,1	
Poços de Caldas, MG	Floresta Estacional Semidecidual Montana	Floresta secundária	4,5	SOUZA & DAVIDE, (2001)
Campinas, SP	Floresta Estacional Semidecidual	Clareiras no interior da floresta	5,9	MARTINS & RODRIGUES, (1999)

Neste estudo o valor de CV (66,12%) indica um aporte irregular ao longo do ano. Esse padrão se deve provavelmente às espécies da área responderem (depositarem material) tanto nos meses de estiagem quanto nos períodos mais chuvosos. Os meses de estiagem refletem diretamente na abscisão foliar enquanto a maior deposição nos meses de precipitação elevada está relacionado ao dano mecânico provocado pelas chuvas e ventos.

Na figura 38 é possível identificar dois picos de deposição, um no período de estiagem (junho a setembro) e outro no período onde se observa o aumento dos índices de precipitação (novembro a março). GODINHO (2011) encontrou um padrão similar estudando uma Floresta Estacional Semidecidual em no município de Cachoeira de Itapimirim, ES. O autor relata que a floresta estudada apresentou dois picos de deposição, um nos meses de maior precipitação sofrendo ação direta dos ventos e da chuva, e outro nos meses de estiagem em resposta a fisiologia das espécies florestais.



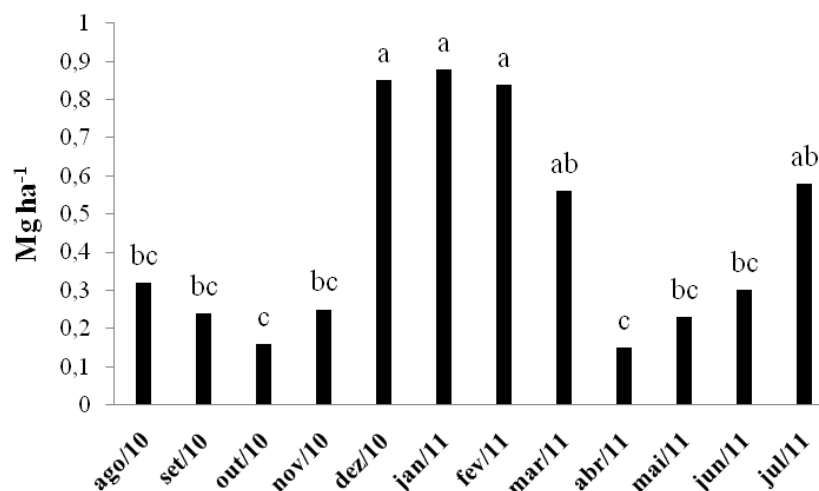
**Figura 38.** Produção média total de serapilheira mensal na área de Floresta Estacional Semidecidual. Letras maiúsculas (comparação entre meses) diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey ( $P < 0,10$ ).

Observa-se que em muitas florestas semidecíduais ou decíduais há tendência de maior deposição ao final ou durante os períodos mais secos, como resposta da vegetação à estacionalidade climática (WERNECK et al., 2001; VITAL et al., 2004; GONÇALVES, 2008; PINTO et al., 2009).

De acordo com LARCHER (2000), a baixa umidade devido à queda de precipitação pluviométrica desencadeará o processo de abscisão foliar, que tem como início do processo o transporte do ácido abscísico (ABA), o qual provoca o fechamento dos estômatos. Além disso, a baixa umidade pode ocasionar a senescência precoce da folha e separação da mesma do vegetal (LARCHER, 2000).

O CV da área de ERN (72,19) foi maior que o observado na área de FES (Tabela 12). Isto possivelmente pode ser atribuído ao fato que esta área possui duas fontes de serapilheira distintas, uma oriunda de *C. citriodora* e outra da regeneração nativa. Estas duas fontes de serapilheira possuem ainda picos de deposição diferentes ao longo do ano (Figura 38 e 42), também influenciando no aumento do CV.

Para área de ERN também foi possível identificar dois picos de deposição da serapilheira total, o primeiro referente à regeneração nativa nos meses de estiagem (junho a setembro) e o outro decorrente do aporte do material proveniente do eucalipto nos meses chuvosos (novembro a março) (Figura 39).



**Figura 39.** Produção média total de serapilheira mensal na área de eucalipto com regeneração nativa. Letras maiúsculas (comparação entre meses) diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey ( $P < 0,10$ ).

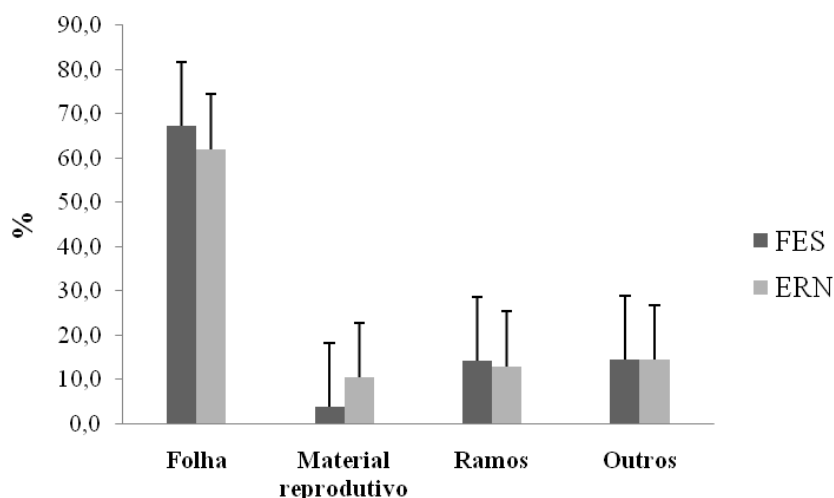
Um padrão similar foi encontrado por BALIEIRO et al. (2004) avaliando aporte de serapilheira em áreas de plantio de eucalipto em seropédica, RJ. De modo geral, as deposições predominaram nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Os autores atribuíram esse padrão às temperaturas mais elevadas e a baixa capacidade de retenção de umidade do planossolo onde os plantios foram estabelecidos, imprimindo um estresse hídrico ao eucalipto, que em resposta, diminuíram sua superfície de transpiração, via queda de folhas.

GAMA-RODRIGUES & BARROS (2002) e CUNHA et al. (2005) também relataram maiores valores de deposição de serapilheira da fração foliar nos meses de maior precipitação e temperaturas mais elevadas (outubro e fevereiro).

Com relação às frações da serapilheira, estudos como os de CALVI et al. (2009) PINTO et al. (2009), demonstraram que as folhas são os principais constituintes, correspondendo com até 70% ou mais do material adicionado ao solo, o que evidencia a importância dessa fração na devolução de nutrientes ao piso florestal.



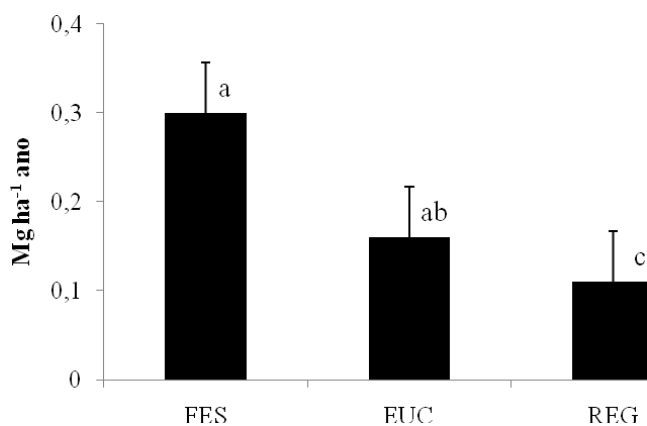
A partir do exposto, na Figura 40 é apresentada a contribuição relativa de cada fração da serapilheira (folha, material reprodutivo, ramo e outro) em relação ao aporte total.



**Figura 40.** Valores percentuais das frações da serapilheira (folha, material reprodutivo, ramo e outros) em relação ao aporte total nas duas áreas de estudo. **Legenda:** FES - Floresta Estacional Semidecidual; ERN - Eucalipto com regeneração natural.

Para a ciclagem de nutrientes, as folhas representam a via mais rápida e rica do retorno de nutrientes, o que configura uma estratégia das árvores na utilização de nutrientes para seu crescimento (PINTO et al., 2009). As folhas apresentam maiores teores da maioria dos nutrientes, por ser um tecido fisiologicamente mais ativo e apresenta uma taxa de decomposição mais acelerada por apresentar uma alta superfície específica.

Na comparação da produção média anual de serapilheira na fração foliar (FES, EUC e REG), houve diferenças significativas entre as formações pelo teste de Tukey somente a 10% de probabilidade (Figura 41). A formação que apresentou o maior aporte foliar de serapilheira foi a FES ( $0,30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}$ ), seguida pelas áreas EUC com  $0,16 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}$  e REG com  $0,11 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}$ .

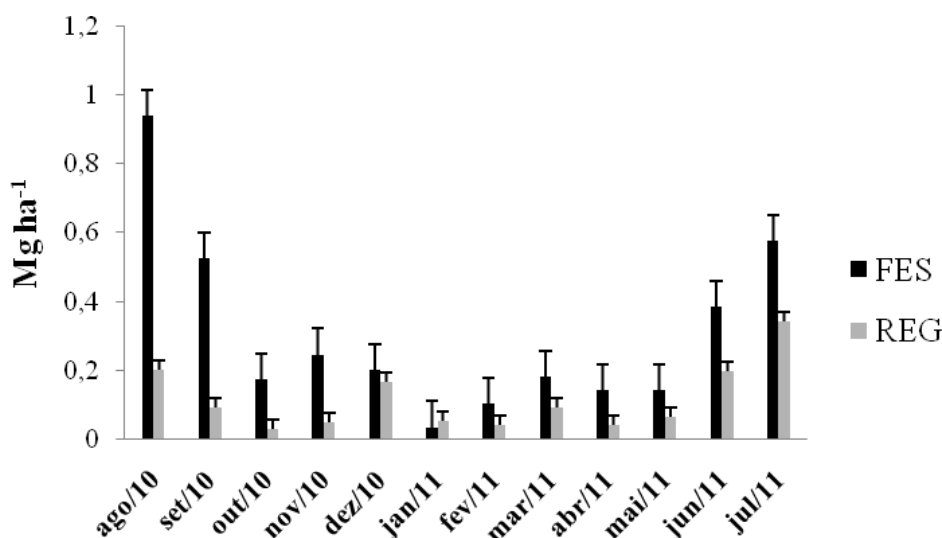


**Figura 41.** Produção média anual de serapilheira na fração foliar. Letras maiúsculas diferentes apontam para diferenças significativas pelo teste Tukey ( $P < 0,10$ ). **Legenda:** FES - Floresta Estacional Semidecidual; EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa

Nas Figuras 42 e 43 é apresentada a deposição de serapilheira da fração foliar na área REG em comparação com as outras formações (FES e EUC) ao longo do ano.

O padrão de aporte da serapilheira se mostrou similar entre as áreas FES e REG ao longo do ano (Figura 42). Nota-se somente um pico de deposição de serapilheira ao longo do ano, durante o período de estiagem (junho a setembro).

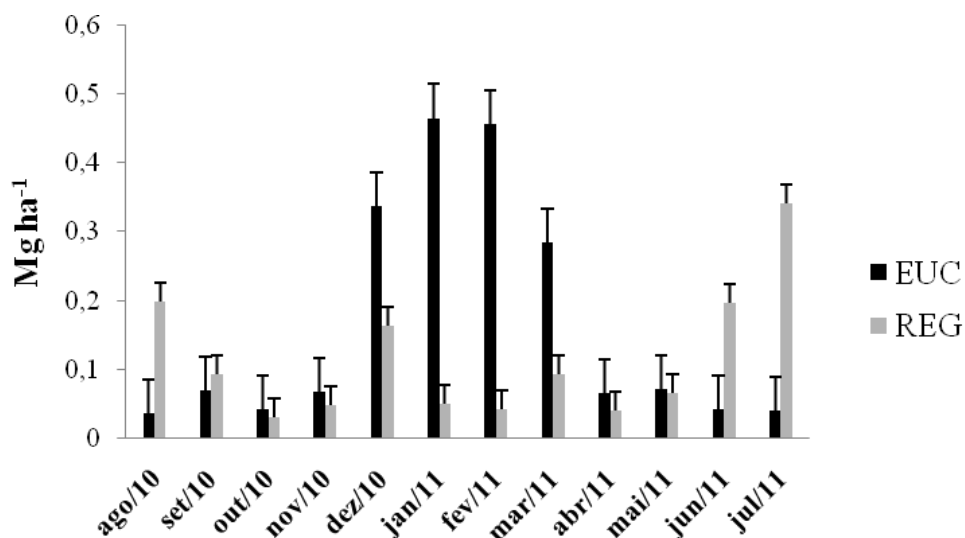
Embora estas duas formações estejam localizadas em áreas distintas e o conjunto de espécies da REG seja pouco similar com a FES, 41%, (Capítulo 1), o padrão de deposição da fração foliar da serapilheira ao longo do ano foi semelhante entre as áreas. Apesar da pouca similaridade florística, estas duas formações possuem, na sua maioria, espécies com características decíduais, REG com 34,4% e FES com 28,1%. (Figuras 18 e 29, Capítulo 1).



**Figura 42.** Produção média anual de serapilheira na fração foliar. **Legenda:** FES - Floresta Estacional Semidecidual; REG - Regeneração de espécies nativas.

Embora o padrão de deposição da fração foliar da serapilheira ao longo do ano das formações de FES e da REG seja semelhante (Figura 42), os valores de aporte anual diferiram estatisticamente (Figura 41). Isto provavelmente está ligado à densidade relativa e a proporção do grupo sucessional das espécies de cada área. A área de FES apresentou uma densidade absoluta duas vezes maior ( $1.330 \text{ ind. ha}^{-1}$ ) que a área de REG ( $515 \text{ ind. ha}^{-1}$ ) (Capítulo I). Analisando o grupo sucessional das áreas, a regeneração nativa sob plantio de eucalipto apresentou uma maior proporção de espécies pioneiras e secundárias iniciais (Figura 17, Capítulo I) em comparação a área FES, que apresentou maior proporção de espécies secundárias tardias e climáticas (Figura 28, capítulo I).

Relacionando o aporte à sazonalidade, foi possível verificar dois picos de deposição de serapilheira na fração foliar na área de ERN (Figura 43). O primeiro para material aportado por *C. citriodora*, entre os meses de dezembro a março durante a estação chuvosa. O segundo para a regeneração de espécies nativas do sub-bosque, entre os meses de junho a setembro, na estação seca. Isto propicia uma cobertura do solo por serapilheira homogênea ao longo do ano.



**Figura 43.** Produção média anual de serapilheira na fração foliar. **Legenda:** EUC - Eucalipto; REG - Regeneração de espécies nativas .

Estes resultados mostram que, ao longo do ano, o solo na área de ERN está constantemente coberto por uma camada de serapilheira heterogênea. Esse padrão de deposição fornecida pelo eucalipto e pela regeneração nativa em seu sub bosque, sugere uma melhoria da qualidade e conservação do solo nesta área.

Através da comparação da densidade entre indivíduos de *C. citriodora* (339 ind.ha<sup>-1</sup>) e das espécies da regeneração nativa no sub bosque (515 ind.ha<sup>-1</sup>) (Tabela 6 e Figura 22 do Capítulo I), não foi possível estabelecer uma relação para explicar a diferença significativa da deposição média da fração foliar serapilheira.

### 3.2. Aporte de Nutrientes pela Serapilheira

Na Tabela 14 são apresentadas as concentrações (g kg<sup>-1</sup>) dos elementos da serapilheira através do conteúdo de nutrientes, que é a relação entre o teor e a massa aportada durante o ano de estudo.

Observou-se que, o aporte de macronutrientes foi estatisticamente superior na área de FES. Entretanto, quando se comparam as áreas de EUC e REG, somente para o fósforo foi observada diferença estatística significativa, sendo os maiores valores de aporte deste nutriente observados na área de REG (Tabela 14).

**Tabela 14.** Conteúdos\* de N P K (kg ha<sup>-1</sup>) da serapilheira na fração folhas nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual.

Meses	Eucalipto			Regeneração nativa			FES											
	N	P	K	N	P	K	N	P	K									
	------(kg ha <sup>-1</sup> )-----																	
Agosto	0,42	c	0,08	ab	0,27	c	3,09	ab	0,12	ab	2,14	a	18,22	a	0,67	a	6,38	a
Setembro	0,76	c	0,06	ab	0,40	c	1,65	b	0,08	bc	0,96	bc	10,30	b	0,46	ab	3,25	b
Outubro	0,55	c	0,06	ab	0,16	c	0,56	b	0,05	c	0,35	c	3,57	cde	0,25	b	0,70	de
Novembro	0,94	c	0,05	ab	0,30	c	1,31	b	0,07	bc	0,32	c	5,49	bcde	0,40	ab	1,27	cde
Dezembro	4,36	ab	0,19	a	1,21	ab	3,43	ab	0,22	ab	0,81	abc	4,25	cde	0,30	ab	0,70	de
Janeiro	4,14	ab	0,32	a	2,07	a	1,00	b	0,12	abc	0,51	bc	0,74	e	0,03	c	0,12	e
Fevereiro	4,59	a	0,41	a	2,19	a	0,86	b	0,11	abc	0,64	bc	2,20	de	0,15	bc	0,53	de
Março	2,88	b	0,17	b	1,31	ab	1,71	b	0,12	abc	0,45	bc	4,03	cde	0,15	bc	0,65	de
Abril	0,73	c	0,03	ab	0,31	c	0,87	b	0,04	c	0,20	c	3,03	de	0,16	bc	0,68	de
Mai	0,89	c	0,04	ab	0,30	c	1,36	b	0,07	bc	0,27	c	2,78	de	0,14	bc	0,56	de
Junho	0,47	c	0,02	ab	0,20	c	3,67	ab	0,15	ab	1,26	abc	7,40	bcd	0,35	ab	1,98	bcd
Julho	0,49	c	0,03	ab	0,22	c	6,09	a	0,31	a	1,89	ab	11,34	bc	0,51	ab	3,29	bc
TOTAL <sup>1</sup>	21,21		2,31		8,94		25,58		1,84		9,80		73,33		3,55		20,08	
X <sup>2</sup>	1,77		0,19		0,74		2,13		0,15		0,82		6,11		0,30		1,67	
p (< 0,10) <sup>3</sup>	B		AB		B		B		AB		B		A		A		A	

\*Médias de 16 repetições por mês. Legenda: <sup>1</sup>Total anual. <sup>2</sup>Média. <sup>3</sup>Valores seguidos com mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,10), FES - Floresta Estacional Semidecidual.

Dos nutrientes aportados no solo, destaca-se o N na área de FES, com retorno anual de  $73,33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , sendo o valor médio de  $6,18 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e estatisticamente superior aos observados nas áreas de REG ( $2,13 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e EUC ( $1,77 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 14). Os maiores valores de N nas áreas de FES e REG se devem, provavelmente, à composição florística destas, onde foi observada maior riqueza de espécies da família Fabaceae (Figura 14 e 25, Capítulo I). Essas espécies, possivelmente, pela sua capacidade de fixar N (FRANCO et al., 1992) podem ter contribuído com uma maior entrada desse elemento nesse sistema florestal.

Os conteúdos de N da FES e REG foram menores quando comparados a outros estudos (Tabela 15). Somente para área FES o aporte desse nutriente foi superior ao de CALVI et al., (2009) que constataram valores de deposição entre  $38,18$  e  $40,16 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . No entanto o retorno de N pela REG ( $25,58 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) se aproximou aos valores encontrados por CALVI et al. (2009) em estudos realizados numa floresta secundária jovem ( $38,18 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) (Tabela 15).

O K foi o macronutriente que apresentou, para todas as formações, o segundo maior valor de deposição. A formação FES foi a que os maiores valores de deposição ( $20,08 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), com valor médio de  $35,31 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , estatisticamente superior as áreas de EUC ( $8,94 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e REG ( $9,80 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Entre as áreas de EUC e REG não foi constatado diferenças estatísticas para K, porém o valor do aporte para a primeira formação tende a ser superior (Tabela 14).

Os conteúdos de K das áreas de FES e REG de forma geral, também foram menores quando comparados com outros estudos (Tabela 15). No entanto na área de FES, a deposição desse foi superior aos valores quantificados por CALVI et al. (2009) ( $7,35$  e  $10,81 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e de PINTO et al., (2009) numa floresta em estágio inicial ( $16,58$  e  $81 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ). O aporte de K da área de REG ( $9,80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) foi superior a uma área de floresta secundária jovem ( $7,35 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e próximos a uma área de floresta secundária avançada ( $10,81 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) encontrados por CALVI et al., (2009). Os valores quantificados na área de REG também se aproximaram aos encontrados por PINTO et al. (2009) numa floresta em estágio inicial ( $16,58 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) (Tabela 15).

De todos os nutrientes avaliados, o P foi o adicionado em menores quantidades em todas as formações estudadas. Entretanto, quando comparam-se os valores médios entre as áreas, observam-se maiores valores na área FES ( $0,30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 14). Resultados similares foram verificados por PINTO et al. (2009) estudando florestas em estágio inicial e maduro. Os autores observaram que o P apresentou a menor aporte entre os nutrientes avaliados, sendo essa deposição ainda menor na área de floresta inicial (Tabela 15).

O retorno de P ao solo seguiu o mesmo observado para o N e o K, sendo esses menores quando comparados a outros trabalhos (Tabela 15). Para a área FES, a deposição desse macronutriente foi superior aos valores observados por CALVI et al., (2009) ( $2,39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) e próximos aos observados em uma floresta em estágio inicial ( $4,52 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) encontrado por PINTO et al. (2009). Os valores de P quantificados na área de REG ( $1,84 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) foram praticamente metade dos encontrados numa floresta secundária nova ( $2,39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) (CALVI et al., 2009) (Tabela 15).

No geral os valores de aporte de macronutrientes das áreas de FES e REG foram menores comparados a outros estudos (Tabela 15). Porém, vale ressaltar que o presente estudo reportou o aporte de macronutrientes somente da fração foliar, enquanto os outros autores avaliaram o aporte total nas respectivas áreas.

Em geral, o eucalipto produz serapilheira relativamente pobre em nutrientes, em razão de sua eficiente ciclagem bioquímica, contribuindo, assim, pouco para a reposição de nutrientes ao solo (GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002).

O retorno anual de N na área de EUC (21,21 kg ha<sup>-1</sup>) foi inferior aos valores encontrados por BALIEIRO et al. (2004) em áreas de plantio puro de eucalipto (58,0 kg ha<sup>-1</sup>) e em consórcio com guachapele *Pseudosamanea guachapele* (66,1 kg ha<sup>-1</sup>). Os autores afirmam que plantios consorciados de eucalipto com leguminosas poderiam aumentar o acúmulo de matéria orgânica do solo.

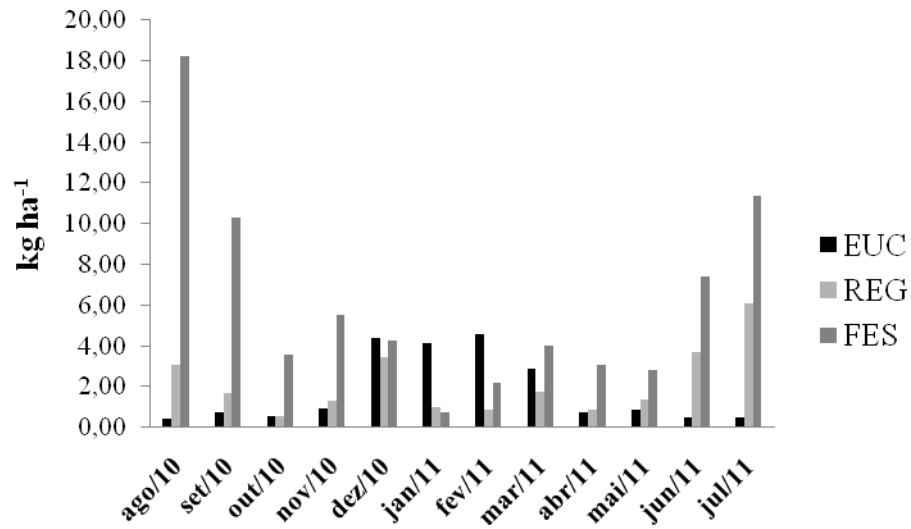
GAMA-RODRIGUES & BARROS (2002) encontraram valores superiores do retorno de nutrientes num plantio de *E. grandis* e *urophylla*. Os autores verificaram o retorno anual via foliar de 48,0 kg ha<sup>-1</sup> para N, 1,2 kg ha<sup>-1</sup> para P e 16,0 kg ha<sup>-1</sup> para K. Somente o retorno de P (2,3 kg ha<sup>-1</sup>) foi superior ao observado nesses estudos. Avaliando aporte de serapilheira de *E. grandis* em três idades distintas encontraram CUNHA et al. (2005) retorno anual via foliar de 10,26 kg ha<sup>-1</sup> para N, 0,40 kg ha<sup>-1</sup> para P e 3,57 kg ha<sup>-1</sup> para K.

O conteúdo anual dos macronutrientes aportados pela fração foliar da serapilheira obedeceu a seguinte ordem: N > K > P, sendo este padrão observado para as 3 formações florestais.

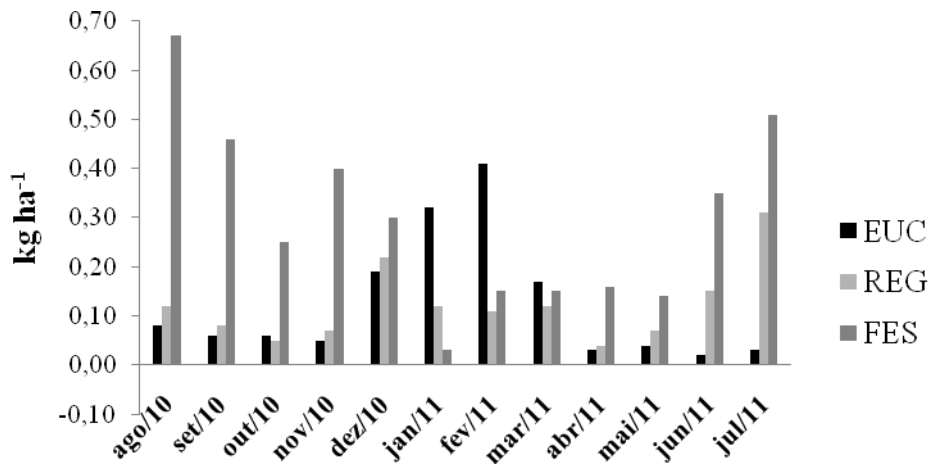
**Tabela 15.** Conteúdo de macronutrientes aportados via serapilheira em algumas tipologias florestais

Tipologia Florestal	Características	-----( $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )-----			Autores
		N	P	K	
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta estágio avançado	73,33	3,55	20,08	Este estudo (2012)
	Regeneração nativa do sub bosque de <i>C. citriodora</i>	25,58	1,84	9,80	
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária	172,24	8,91	67,66	GODINHO (2011)
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta estágio inicial	174,72	15,14	41,31	MACHADO (2011)
	Floresta estágio médio	202,96	18,00	53,14	
	Floresta estágio avançado	616,55	34,75	68,00	
Mata Atlântica	Floresta Secundária jovem	38,18	2,39	7,35	CALVI et al., (2009)
	Floresta Secundária Antiga	40,16	2,39	10,81	
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta estágio inicial	137,09	4,52	16,58	PINTO et al., (2009)
	Floresta estágio avançado	179,79	7,87	45,49	
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta ripária	217,76	11,55	52,79	VITAL et al., (2004)
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta estágio inicial	165,5	5,4	50,1	TOLEDO et al., (2002)
	Floresta estágio avançado	218,9	5,8	67,4	

Nas Figuras 44, 45 e 46 são apresentados o aporte de macronutrientes das três formações ao longo do ano. No geral, o aporte de macronutrientes seguiu o mesmo padrão da deposição da fração foliar ao longo do ano para as respectivas formações.

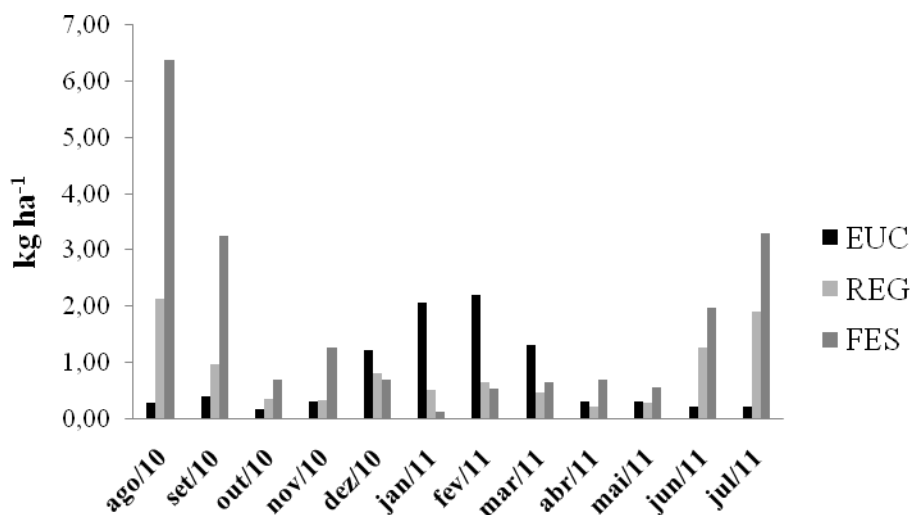


**Figura 44.** Conteúdos de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Fragmento Florestal Nativo.



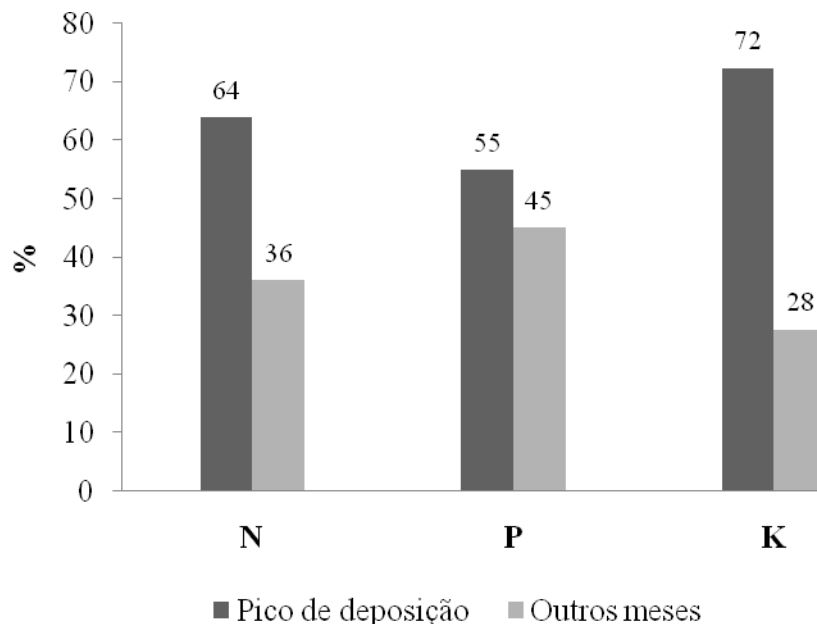
**Figura 45.** Conteúdos de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual.





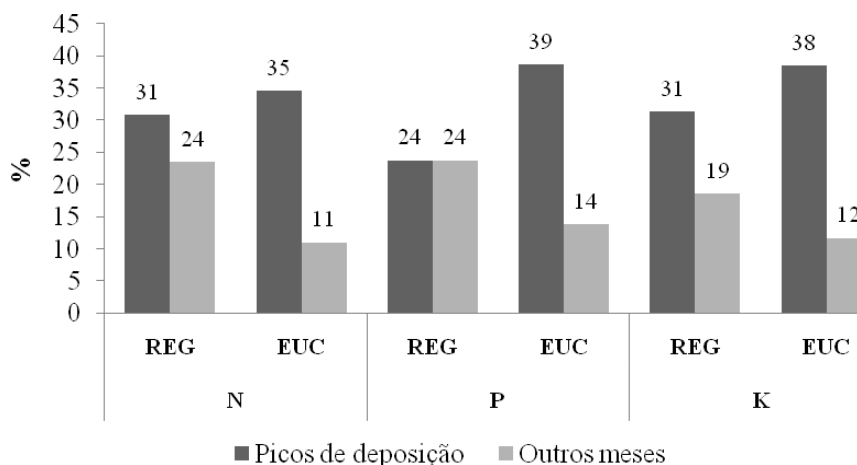
**Figura 46.** Conteúdos de potássio (kg ha<sup>-1</sup>) da serapilheira na fração foliar nas áreas de Eucalipto, Regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual.

Na Figura 47 é apresentado o aporte de macronutrientes nas épocas de maior deposição de material (junho a setembro) nos outros oito meses para a área de FES. Todos os macronutrientes são devolvidos ao ambiente, em maiores proporções, nos quatro meses onde se observam os maiores valores de deposição foliar (junho a setembro). Esse padrão também foi observado em outros trabalhos que relataram maiores retorno de nutrientes nas épocas de maior aporte de serapilheira (TOLEDO et al., 2002; CALVI et al., 2009; PINTO et al., 2009; GODINHO, 2011; MACHADO, 2011)



**Figura 47.** Relação do aporte de macronutrientes da fração foliar entre os picos de deposição e outros meses para a área de Floresta Estacional Semidecidual.

Para a área de ERN, todos os macronutrientes foram depositados em maiores proporções nas épocas de maior deposição foliar do EUC (dezembro a março), seguidos em menores proporções para os meses de maior deposição da área de REG (junho a setembro) (Figura 48). Através da análise das Figuras 44, 45 e 46, verifica-se que o maior retorno de nutrientes acompanha esse padrão (Figura 48).



**Figura 48.** Relação do aporte de macronutrientes da fração foliar entre os picos de deposição e outros meses para a área de Eucalipto com Regeneração Nativa.

### 3.3. Decomposição e liberação de macronutrientes do material foliar

O percentual de massa foliar remanescente após os 120 dias de estudo é apresentado na Tabela 16. No geral, as maiores taxas de decomposição foram registradas após 30 dias de permanência dos *litter bags* no campo. As maiores taxas de decomposição ocorreram na área de Eucalipto (EUC) e regeneração nativa do sub bosque de *C. citriodora* (REG), respectivamente 24% e 19%. Enquanto para área de Floresta Estacional Semidecidual (FES) foi registrado a menor taxa de decomposição (6%).

Após 60 dias, não foram observadas perdas expressivas de material, e aos 120 dias, após o término das avaliações, o percentual de massa remanescente foi de 54% na EUC, 61% na REG e 79% na FES (Tabela 16).

**Tabela 16.** Percentual\* de massa remanescente da fração foliar nos intervalos de dias.

Dias	Áreas de estudo		
	EUC	REG	FES
	% de massa remanescente		
30	76	81	94
60	69	58	87
90	64	57	83
120	54	51	79

\*Médias de cinco repetições. Legenda: EUC - Eucalipto; REG – Regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

Avaliando o aporte e decomposição da serapilheira em Florestas Estacionais Semideciduais, VITAL et al., (2004); PINTO et al., (2009) e MACHADO (2011) encontraram resultados semelhantes aos observados neste estudo, quanto à taxa de decomposição, sendo verificado maiores valores de decomposição nos primeiros meses de avaliação. Segundo MACHADO (2011), a rápida decomposição ocorrida no primeiro mês pode ser atribuída ao material estar mais palatável aos organismos decompositores.

Na Tabela 17 são apresentados os valores da constante de decomposição (k) e o tempo de meia vida ( $T^{1/2}$ ), durante o período de avaliação. Foi observado para a REG o maior valor da constante de decomposição ( $K = 0,0052 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,90$ ), seguido pelo EUC ( $K = 0,0050 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,97$ ) e FES ( $K = 0,0016 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,87$ ).

A velocidade de decomposição da serapilheira da fração foliar obedeceu a seguinte ordem  $REG > EUC > FES$  (Tabela 17). Os valores do tempo de meia vida foram menores para a área de REG (133 dias) seguida pela área de EUC (138). Já para a área de FES o tempo de meia vida foi aproximadamente o triplo das outras formações, necessitando de 433 dias para metade do material foliar se decompor (Tabela 17). Essa diferença na velocidade de decomposição da fração foliar da REG e EUC comparada a observada na área de FES, provavelmente está ligado ao fato que as primeiras estão alocadas no mesmo sítio, onde são submetidas a maiores taxas de insolação, enquanto a segunda está localizada numa área mais sombreada.

**Tabela 17.** Valores da constante de decomposição (k), tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P).

Áreas de estudo	Constante k ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	$T^{1/2}$	$R^2$	P
EUC	0,0050	138	0,97	0,0002
REG	0,0052	133	0,90	0,0012
FES	0,0016	433	0,87	<0,0001

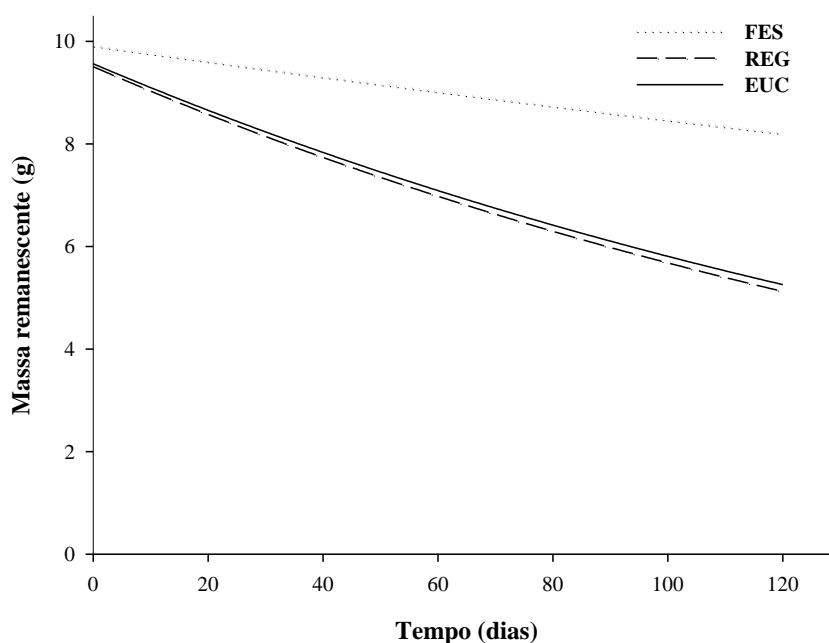
**Legenda:** EUC - Eucalipto; REG – Regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

O tempo de meia vida encontrado na área de FES foram maiores que os encontrados por VITAL et al., (2004) numa floresta ripária em Botucatu, SP (150 dias) e PINTO et al., numa formação de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG (2009) (270 e 288 dias).

Avaliando a decomposição da serapilheira da fração foliar de uma floresta secundária espontânea na FLONA Mário Xavier, Seropédica, RJ, FERNANDES et al. (2006) também encontraram baixos valores da constante de decomposição ( $0,00194 \text{ g g}^{-1}$ ) e o alto tempo de meia vida de (357 dias). O tempo de meia vida foi superior aos observados em áreas de plantios homogêneos de *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Carapa guianensis* do mesmo estudo. Já DINIZ et al. (2011) avaliando aporte e decomposição de um plantio de eucalipto e mata secundária constataram o tempo de meia vida de 151 e 58 dias respectivamente.

Os valores de decomposição foliar na área de EUC foram semelhantes aos observados por HEPP et al. (2009) que verificaram menor taxa de decomposição de *Eucalyptus grandis* comparando a uma área de espécies nativa (*Sebastiania commersoniana*). Ao final do período de experimento (60 dias) a decomposição das folhas *Eucalyptus grandis* apresentaram massa remanescente de 75,1 % ( $k = 0,005 \text{ dia}^{-1}$ ,  $R^2 = 0,99$ ) e *Sebastiania commersoniana* massa era de 18,5 % ( $k = 0,028 \text{ dia}^{-1}$ ,  $R^2 = 0,95$ ). Os autores atribuíram a menor taxa de decomposição para *Eucalyptus grandis* devido aos maiores teores polifenóis totais no dia de instalação do experimento (17,1 UDO  $\text{g}^{-1}\text{MS}$ ) em relação a *Sebastiania commersoniana* (11,1 UDO  $\text{g}^{-1}\text{MS}$ ).

Na Figura 49 é apresentada a curva de decomposição ao longo do período de estudo. Observa-se que, a decomposição do material foliar seguiu um padrão de decaimento exponencial para as áreas de EUC e REG, sendo nestas observados os maiores valores de decomposição. Já na área de FES a decomposição do material foliar seguiu um padrão de decaimento retilíneo, apresentando os menores valores de decomposição.



**Figura 49.** Curva de decomposição do material foliar. **Legenda:** EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa; FES - Floresta Estacional Semidecidual.

A baixa taxa de decomposição do material foliar na FES diferiu do padrão observado por MENEZES et al. (2010) e MACHADO (2011) avaliando três estádios sucessionais em Pinheiral, Rio de Janeiro. Os autores encontraram maiores valores da taxa de decomposição do material foliar em florestas estacionais em estágio avançado de regeneração em Pinheiral (RJ). Os autores atribuíram esta maior taxa de decomposição ao microclima oferecido pela vegetação densa e diversificada. Isto provavelmente proporcionou uma maior atividade da macrofauna invertebrada do solo, influenciando dessa forma no processo de decomposição do material foliar.

Na Tabela 18 são apresentados os valores da constante de decomposição (k) e o tempo de meia vida ( $T^{1/2}$ ) dos macronutrientes durante o período de avaliação. No geral os menores valores da constante de decomposição foram relacionados para o nitrogênio, ou seja, este nutriente foi o que foi liberado mais lentamente nas três áreas. Para fósforo e potássio, os valores da constante de decomposição foram semelhantes nas três formações.

A formação EUC apresentou as menores constantes de decomposição e maiores tempo de meia vida para todos os macronutrientes (Tabela 18). Isto confere a área de EUC as menores taxas de liberação de macronutrientes no período de estudo.

Para o N a formação que apresentou maior taxa de liberação de macronutrientes foi a FES ( $k=0,0065 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2=98$ ), seguida da REG ( $k= 0,0051 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 0,80$ ) e EUC ( $k= 0,0015 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 0,44$ ) (Tabela 18).

A área de REG proporcionou as maiores taxas de liberação dos macronutrientes P e K, apresentando respectivamente ( $k= 0,0085 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 0,94$ ) e ( $k= 0,0087 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 95$ ). A taxa de liberação dos macronutrientes P e K da FES foi intermediária aos valores observados para as áreas de REG e EUC, apresentando respectivamente ( $k= 0,0052 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 0,79$ ) e ( $k=0,0058 \text{ g g}^{-1}$ ;  $p<0,01$ ;  $R^2= 0,96$ ). (Tabela 18).

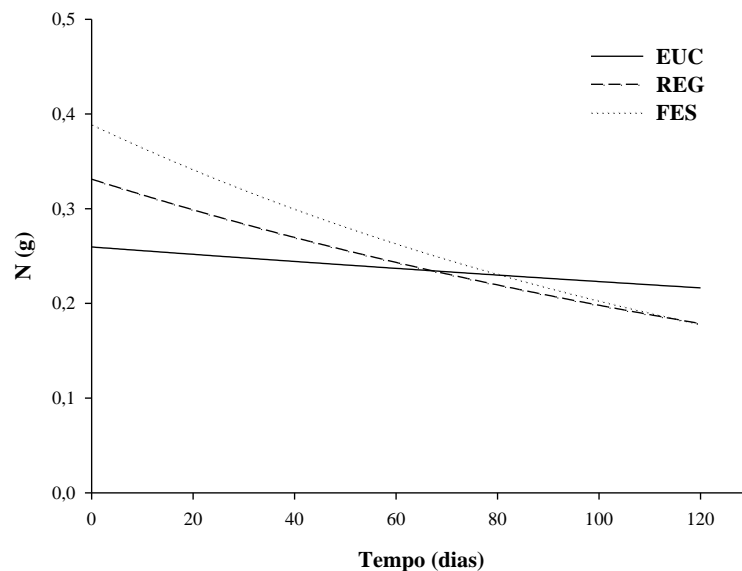
**Tabela 18.** Valores da constante de decomposição (k), tempo de meia vida ( $t^{1/2}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P).

Nutriente	Área de estudo	Constante k ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	$T^{1/2}$	$R^2$	P
N	EUC	0,0015	462	0,44	0,0043
	REG	0,0051	136	0,80	0,0040
	FES	0,0065	107	0,98	0,0002
P	EUC	0,0033	210	0,76	0,0028
	REG	0,0085	85	0,94	0,0044
	FES	0,0052	133	0,79	0,0047
K	EUC	0,0037	187	0,94	0,0002
	REG	0,0087	80	0,95	0,0013
	FES	0,0058	119	0,96	0,0003

**Legenda:** EUC - Eucalipto; REG – Regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

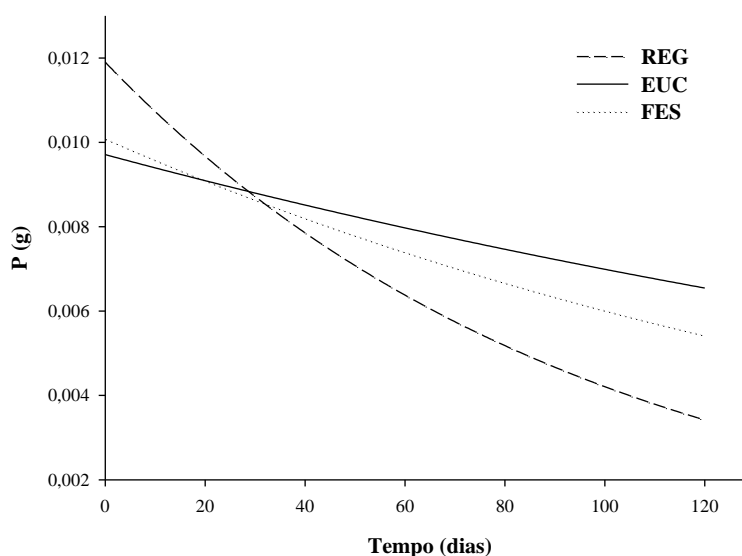
Na Figura 50 é apresentada a curva de liberação de macronutrientes ao longo do período estudado. Observa-se, no geral, um padrão de decaimento exponencial para as áreas de FES e REG, sendo estas as áreas que apresentam os maiores valores de liberação. Já na área de EUC as curvas liberação dos macronutrientes seguiram um padrão de decaimento retilíneo, com menores valores de liberação de macronutrientes.

Para o nitrogênio os menores valores do tempo de meia vida foram observados para a área FES (107 dias) consequentemente representando maior taxa de liberação deste macronutriente (Figura 50). A área de REG necessitou de 136 dias para que metade do conteúdo deste macronutriente fosse liberado (Tabela 18). Já para a área de EUC, o tempo de meia vida foi aproximadamente o triplo do observado nas outras formações, sendo 462 dias. (Tabela 18). Após 60 dias de instalação dos *litter bags*, verifica-se que as três áreas apresentaram uma liberação de nitrogênio similar (Figura 50).



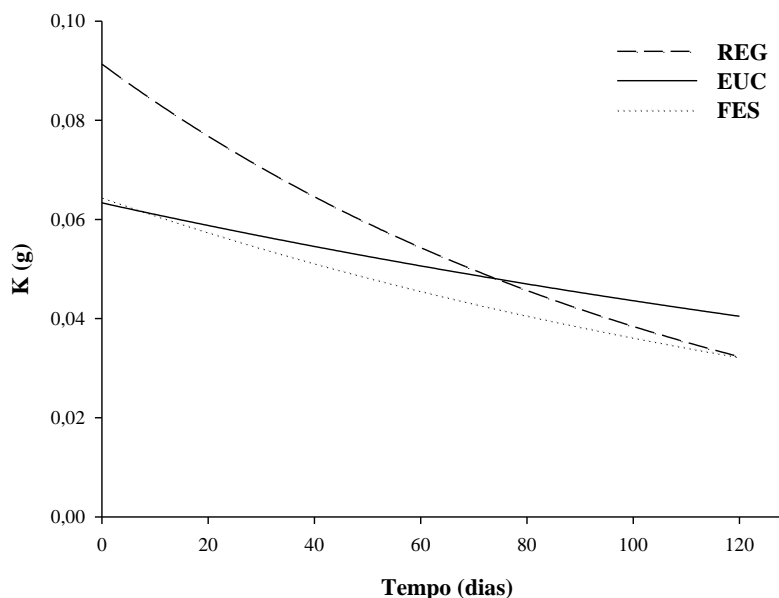
**Figura 50.** Curva de liberação do nitrogênio do material foliar. **Legenda:** EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa; FES - Floresta Estacional Semidecidual.

Para o fósforo houve uma inversão entre as áreas quanto à liberação deste macronutriente (Tabela 18). Os valores do tempo de meia vida foram menores para a área de REG (85 dias) seguido pela área de FES (133), conferindo a primeira formação vegetal maiores taxas de liberação de macronutrientes (Tabela 18). Já para a área de EUC, o tempo de meia vida foi aproximadamente o dobro do observado nas outras formações, necessitando de 210 dias para que metade do conteúdo de P contido na fração foliar fosse liberado (Figura 51). Após 30 dias de instalação dos *litter bags*, verifica-se que as três áreas apresentaram uma liberação de fósforo similar (Figura 51).



**Figura 51.** Curva de liberação do fósforo do material foliar. **Legenda:** EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa; FES - Floresta Estacional Semidecidual.

As taxas de liberação do K seguiram os padrões de decomposição de P. Os valores do tempo de meia vida foram menores para a área de REG (80 dias) seguidos pela área de FES (119) (Tabela 18). Já para a área de EUC, o tempo de meia vida foi aproximadamente o dobro das outras formações, necessitando de 187 dias para que metade do conteúdo de K foliar seja liberado para o solo (Tabela 18). Após 75 dias de instalação dos *litter bags*, verifica-se que as três áreas apresentaram uma liberação de potássio similar (Figura 52).



**Figura 52.** Curva de liberação do potássio do material foliar. **Legenda:** EUC - Eucalipto; REG - Regeneração nativa; FES - Floresta Estacional Semidecidual.

A velocidade de retorno dos macronutrientes no presente estudo seguiu a ordem:  $N > K > P$  para a área de FES;  $K > P > N$  para área de REG (Tabela 18 e Figuras 50, 51 e 52). Estudando o aporte e decomposição da serapilheira em florestas com estádios sucessionais diferentes (Floresta inicial e floresta madura) PINTO et al., (2009) verificaram uma seqüência diferente em relação a liberação dos nutrientes pela fração foliar. A floresta inicial, se assemelhou mais a área de FES ( $K > N > P$ ) enquanto a floresta madura se assemelhou mais com a área de REG ( $K > P > N$ ).

O tempo meia vida para a liberação dos macronutrientes nas áreas de FES e REG (Tabela 18) foram mais elevados quando comparados a outros estudos realizados em florestas secundárias (FERNANDES et al., 2006; DINIZ et al., 2011). O primeiro autor reportou tempo de meia vida para N, P e K da ordem de 10, 19 e 17 dias. Já DINIZ et al. (2011) verificaram valores de tempo de meia vida para N, P e K de 39, 32 e 8 dias respectivamente.

A velocidade de retorno dos macronutrientes para área de EUC seguiu a ordem:  $K > P > N$  (Tabela 18 e Figuras 50, 51 e 52). Esse padrão também foi observado nos estudos de GAMA-RODRIGUES & BARROS (2002) e DINIZ et al. (2011).

#### 4. CONCLUSÕES

A área de FES foi onde se observou o maior aporte de serapilheira total e da fração foliar entre as áreas ao longo do ano. Esse padrão também foi observado para o aporte de macronutrientes.

Embora tenham sido constatadas diferenças estatísticas no aporte de serapilheira da fração foliar entre as áreas de EUC e REG, não foram observadas diferenças quanto a adição de nutrientes entre as áreas, o que sugere uma melhor qualidade da serapilheira da fração foliar o da área de REG.

A área de FES foi a que apresentou as menores taxas de decomposição foliar, embora para a liberação de nutrientes esse padrão não tenha sido observado.

Apesar dos menores teores de macronutrientes observados na fração foliar da serapilheira da área de EUC esse material foi o que apresentou as menores taxas de decomposição foliar e liberação de macronutrientes em comparação a área de REG.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. D.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. 2nd ed, 1996. 171p.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. de. Produção e decomposição de serapilheira em um Sistema Agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.
- ARAÚJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Deposição de Serapilheira em Três Modelos de Revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 12, n. 2, 2005.
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; CAMPELO, E. F. C.; DIAS, L. E.; PEREIRA, M. G.; FARIA, S. M. & ALVES, B. J. R. Deposição de serapilheira e nitrogênio em plantios de guachapele e eucalipto aos sete anos de idade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.597-601, 2004.
- CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.2, p.131-138, 2009.
- CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; COSTA, G. S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, p. 353-363, 2005.
- DINIZ, A. R.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Aporte de material decídua e nutrientes para o solo em plantio de eucalipto e floresta secundária. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 31, n. 65. 2011.
- FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na FLONA Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175. 2006.
- FRANCO, A. A.; CAMPELO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de. **Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração em Porto Trombetas, PA**. Série Documentos. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. 1996.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. **Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto**. 1997. 108p. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1997.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; PIO VIANA, A.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, 2008.

GODINHO, T. O. **Quantificação de biomassa e de nutrientes na serapilheira em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES**. 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2011.

GOLLEY, F. B. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. E.P.U: EDUSP, São Paulo. 1978.

GONÇALVES, M. A. M.. **Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 85p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2008.

HAAG, H. (coord.) **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144p.

HEPP, L. U.; DELANORA, R.; TREVISAN A. Compostos secundários durante a decomposição foliar de espécies arbóreas em um riacho do sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 407- 413, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p..

LOPES, M. I. M.; DOMINGOS, M. & VUONO, Y. S. **Ciclagem de nutrientes**. In: SYLVESTRE, L. S. & ROSA, M. M. T. da. Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica. Seropédica, RJ: EDUR, p. 72-90. 2002.

MACHADO, D. L. **Atributos Indicadores da Dinâmica Sucessional em Fragmento de Mata Atlântica na Região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, Rio de Janeiro**. 2011. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 405-412, 1999.

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. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 439-452, 2010.

MORAES, R. M., DELITTI, W. B. C., RINALDI, M. C. S., REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica sobre Restinga: nutrientes na serapilheira acumulada. p.71-77. In: **Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. Águas de Lindóia 1998. Academia de Ciências do Estado de São Paulo V. II. São Paulo. 1998.

MORELLATO, L. P. C. **Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi**. In: MORELLATO, L.P.C. (ed.) História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Campinas: Editora UNICAMP, p. 98-109. 1992.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1988.

PEZZATTO, A. W.; WISNIEWSKI, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no Oeste da Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2006.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional na Reserva Florestal Mata do Paraíso, em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 653-663, 2009.

REZENDE, C. P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE, J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. & BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South of Bahia, Brazil. **Nutrients Cycling Agroecosystems**, v. 54, p. 99-112, 1999.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I. & KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, p.29-37, 2004.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma 73 mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scrabella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v.7, n.1, p.101-103, 2001.

SUNDARAPANDIAN, S. M. & SWAMY, P. S. Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. **Forest Ecology and Management**, v.123, p.231-244, 1999.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (Boletim técnico de solos, 5), 188p.,1985.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 1351-1361, 1993.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 9-16, 2002.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G. Dinâmica da deposição de serapilheira em floresta secundária do município de Pinheiral. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 11, n. 1, p. 39-46, 2004.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 793 – 800, 2004.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecidual com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p.195-198, 2001.

## **CAPITULO III**

**Atributos edáficos, estoques de carbono e nitrogênio e avaliação de suas origens em áreas de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual, Santa Teresa, ES**

## RESUMO

Visando ao aumento da produtividade das florestas comerciais, várias técnicas de manejo vêm sendo utilizadas. Porém a sustentabilidade dessas plantações ganham cada vez mais importância. Um dos parâmetros utilizados na avaliação dessa sustentabilidade são as alterações do solo sob os plantios comerciais. Para isso comparam-se os atributos do solo de áreas manejadas com aquelas sob vegetação nativa. Este capítulo teve como objetivos: avaliar os níveis de fertilidade e os estoques de carbono e nitrogênio em áreas de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa (ERN) e Floresta Estacional Semidecidual (FES); além de relacionar esses estoques com suas respectivas origens. Para isso foram selecionadas duas topossequências em cada uma das áreas e abertas três trincheiras, no topo, terço superior, terço médio e terço inferior da encosta. Foram coletadas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-80 e 80-100 cm. Foram quantificados a textura, densidade, fertilidade, estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio (N), e  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$ . De maneira geral, os maiores teores de nutrientes encontraram-se nos terços inferior e médio nas duas áreas de estudo. Os estoques de COT e N do solo das áreas de ERN e FES apresentaram a seguinte sequência: topo > terço inferior > terço superior > terço médio. O sinal isotópico do  $\delta^{13}\text{C}$  indicou o predomínio de plantas do ciclo  $\text{C}_3$  nas duas áreas de estudo. No geral, os valores de  $^{15}\text{N}$  apresentaram um enriquecimento isotópico em profundidade do solo nas duas áreas de estudo. Na área de ERN as análises isotópicas do  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  revelaram a que a época associada à profundidade de 40 cm corresponde ao período onde houve a remoção da floresta para o plantio do eucalipto, para a área de FES essas análises revelaram pouca alteração da cobertura vegetal em relação aos dias atuais.

**Palavras-chave:** Isótopos estáveis, matéria orgânica do solo, dinâmica da paisagem.

## ABSTRACT

Seeking to increase the productivity of commercial forests, various management techniques are being used. But the sustainability of these plantations is increasingly gaining in importance. One of the parameters used in the assessment of sustainability are the changes in soil under commercial plantations. For this were compare the soil attributes with those managed areas under native vegetation. This chapter aimed to assess the levels of fertility and the stocks of carbon and nitrogen in *Corymbia citriodora* area with regenerating native (ERN) and Semideciduous forest (FES), in addition to these inventories relate to their origin. For this were selected two toposequences and in each area three trenches were opened at the summit, shoulder, backslope, toeslope and footslope. Samples were collected at 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-80 and 80-100 cm depht. In general, the highest levels of nutrients were observed in toeslope and backslope in both areas. Values of TOC and N soil in ERN and FES presented the following sequence: summit > footslope > backslope > toeslope. The isotopic signal of the  $\delta^{13}\text{C}$  showed a predominance of  $\text{C}^3$  plants cycle in the two study areas. In general, the values showed an isotopic enrichment of  $^{15}\text{N}$  in soil depth in two areas of study. In the area of ERN analysis of the  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$  isotopic revealed that the time associated with depth of 40 cm corresponds to the period where there was the removal of the forest for the planting of eucalyptus in the area of FES these analyzes showed little change in vegetation cover in relation to the present day.

**Key words:** Stable isotopes, organic matter, soil, landscape dynamics.

## 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade de plantações florestais das regiões tropicais vem ganhando importância em virtude do aumento da intensidade das técnicas de manejo utilizadas, visando ao aumento da produtividade (BARROS & COMERFORD, 2002). No Brasil, nos últimos anos, estudos de abrangência local (CORRÊA NETO, 2004) ou regional (GONÇALVES et al., 2000; LAZARI, 2001; GATTO et al., 2003) têm avaliado o impacto de técnicas de manejo no solo e no crescimento das árvores. Sítios de alta qualidade, mesmo submetidos a sucessivos ciclos de produção, podem ter as propriedades químicas do solo menos afetadas. Já em outros sítios, a redução da fertilidade do solo pode atingir níveis que comprometem a produtividade, a não ser que as necessidades de nutrientes sejam supridas por fertilizantes (O'CONNELL & SANKARAN, 1997).

Nos últimos anos, os reflorestamentos comerciais de eucalipto estão ocupando áreas de pastagem, principalmente na região Sudeste (BALIEIRO et al., 2008), e programas de recuperação vêm tendo incentivo de órgãos públicos e da sociedade civil (BARBOSA et al., 2003).

Pela extensão da área cultivada com eucalipto no País, há um crescente interesse em avaliar seus possíveis efeitos nos atributos do solo. Uma das estratégias utilizadas para avaliar alterações do solo em decorrência do tipo de uso e de técnicas de manejo é a comparação de atributos do solo manejado com os de áreas não manejadas sob vegetação nativa (BARROS & COMERFORD, 2002; GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

Pesquisas sobre os efeitos da mudança do uso do solo nas condições brasileiras devem ser ampliadas, se considerando não apenas os efeitos de estoques de carbono do solo, mas também os estoques de nitrogênio e outros nutrientes para melhor avaliação desses impactos (JANTALIA, 2005).

Com a quantificação destes nutrientes estocados em solos de diferentes fisionomias florestais, pode-se ter uma estimativa da quantidade existente destes nutrientes estocados Floresta Estacional Semidecidual e sob o plantio abandonado de *C. citriodora* com regeneração natural. Estes resultados poderão indicar a importância da manutenção das áreas, uma vez que com a retirada desta vegetação haveria a oxidação deste material e grande parte destes estoques provavelmente se degradaria e retornaria para a atmosfera (LOSS et al., 2009).

Este capítulo tem como objetivos: a) avaliar os níveis de fertilidade das áreas de eucalipto com regeneração natural; b) analisar os estoques de carbono, nitrogênio e fertilidade entre os terços dos solos nas duas áreas; c) avaliar os estoques das duas áreas de estudo relacionando suas respectivas origens em áreas de plantio de *Corymbia citriodora* com regeneração nativa e Floresta Estacional Semidecidual.

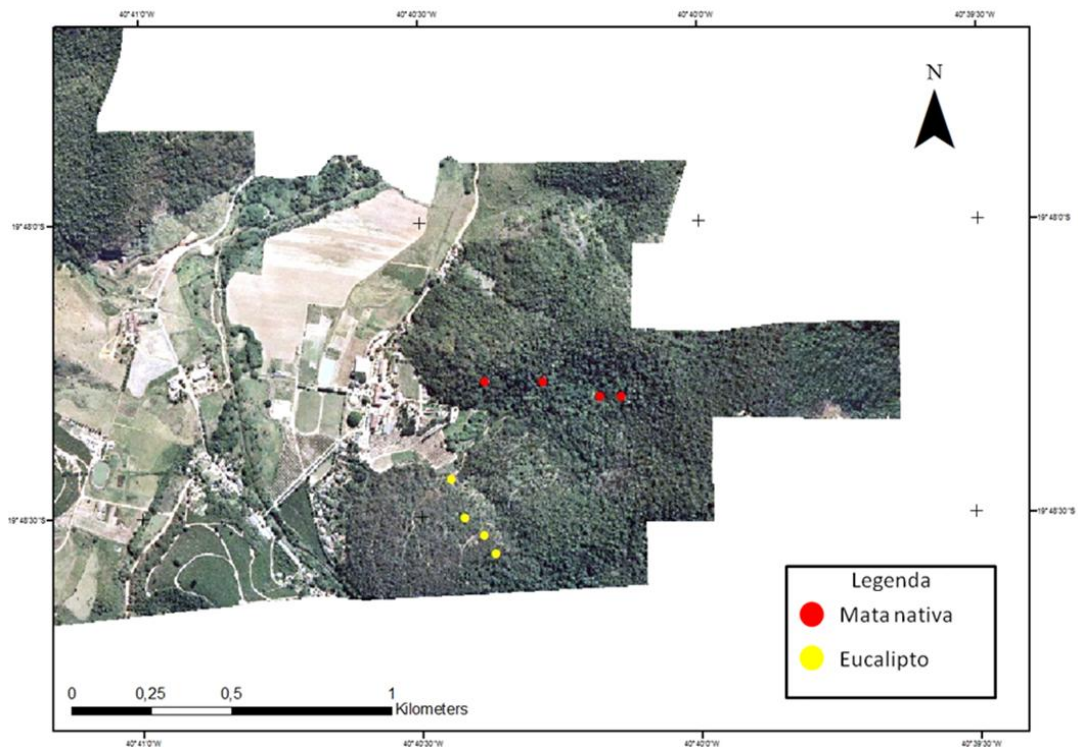


## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização de perfis e coleta de amostras de terra

Para a classificação dos solos e coleta de amostras de terra para a caracterização da densidade do solo (Ds), granulometria e fertilidade, foram abertas 3 trincheiras (100 x 100 cm) nos diferentes pontos da encosta, a saber; topo, terço superior, terço médio e terço inferior de cada área estudada (Figura 53). Em cada ponto da topossequência, uma das trincheiras foi utilizada para a caracterização e classificação do solo. A descrição morfológica dos perfis e coleta de amostras foi realizada segundo SANTOS et al. (2005).

Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas com auxílio de um anel de Kopeck. Para a avaliação da fertilidade, do estoque carbono e nitrogênio, bem como as análises isotópicas, foram coletadas amostras indeformadas nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-80 e 80-100 cm. Após a coleta, as amostras foram levadas para laboratório, sendo as amostras indeformadas secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar, sendo nesse material realizadas as análises.



**Figura 53.** Localização das trincheiras abertas das duas áreas solos das áreas de estudo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *campus* Santa Teresa.

## 2.2. Caracterização química e física das amostras de terra

Foram realizadas análises químicas de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{P}$ ,  $\text{H}^+$  +  $\text{Al}^{+3}$ , e pH em água. Todas as análises seguiram o Manual de Métodos de Análises de Solo (EMBRAPA, 1997).

Nas amostras indeformadas foi realizada a determinação da densidade do solo (Ds). As amostras foram secadas em estufas a  $100 \pm 5$  °C até peso constante. Posteriormente estas foram pesadas e a DS calculada a partir da seguinte expressão ( $\text{DS} = \text{MS}/\text{VT}$ ), onde MS = massa do solo seco em estufa e VT = volume do anel de Kopeck.

## 2.3. Estoque de carbono e nitrogênio do solo

O estoque de carbono e nitrogênio no solo, acumulado na profundidade de um metro, foi estimado utilizando-se o método da massa equivalente (ELLERT & BETTANY, 1995; SISTI et al. 2004), conforme a equação:

$$C_s = \sum_{i=1}^{n-1} C_{Ti} + \left[ M_{tn} - \left( \sum_{i=1}^n M_{ti} - \sum_{i=1}^n M_{si} \right) \right] C_{Tn}$$

Onde:

$C_s$  é o estoque total em  $\text{Mg ha}^{-1}$ ,

$\sum_{i=1}^{n-1} C_{Ti}$  é a soma do C ou N do solo a partir do total de camadas avaliadas no perfil do solo no tratamento avaliado ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ),

$M_{tn}$  é a massa do solo na última camada do perfil no tratamento avaliado ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ),

$\sum_{i=1}^{n-1} M_{ti}$  é a soma da massa do solo a partir do total de camadas avaliadas no perfil no tratamento avaliado ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ),

$\sum_{i=1}^{n-1} M_{si}$  é a soma da massa do solo a partir do total de camadas avaliadas no perfil no tratamento referência ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ),

$C_{Tn}$  é a concentração de C ou N na última camada do perfil do tratamento avaliado ( $\text{g kg}^{-1}$ ).

## 2.4. Origem do Carbono ( $^{13}\text{C}$ ) e ( $^{15}\text{N}$ )

As amostras de terra coletadas, em intervalos regulares de 10 cm até 100 cm de profundidade, foram enviadas para o Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), onde a abundância natural de  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  foi analisada.

Os resultados da média de três repetições foram expressos pela unidade relativa “ $\delta$ ”, determinada em relação ao padrão internacional PDB (rocha calcária da formação Pee Dee) (CRAIG, 1957) de acordo com a seguinte equação:  $\delta^{13}\text{C}\text{‰} = 10^3 \times (R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}) / R_{\text{padrão}}$ , onde:  $R_{\text{amostra}}$  é a razão isotópica  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  da amostra e  $R_{\text{padrão}}$  a razão isotópica  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  do padrão.

## **2.5. Análise dos resultados**

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos a análises de homogeneidade e normalidade de variância (teste F). Posteriormente os valores médios de cada parâmetro foram comparados entre os terços e entre as áreas, através do teste de Tukey ( $p < 0,05$  e  $p < 0,10$ ) e Fisher (LDS-student) ( $p < 0,05$  e  $p < 0,10$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Classificação dos Solos

Na Tabela 19 são apresentadas as classes de solos nas duas áreas de estudo. Na área de Floresta Estacional Semidecidual (FES) houve predomínio das classes Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos (Anexo 1). Na área de plantio de eucalipto com regeneração nativa (ERN) foram identificadas como principais classes de solos Argissolos Vermelho – Amarelos e Latossolos Vermelho – Amarelo (Anexo 2).

Os Latossolos, de maneira geral, são solos profundos, que apresentam um elevado grau de transformação. A fração argila desses solos é constituída principalmente por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, o que faz com que os mesmos apresentem uma baixa capacidade de troca catiônica (CTC). A baixa CTC destes solos contribui para o distrofismo ( $V < 50\%$ ) dos mesmos. A diferenciação dos Latossolos ocorre no nível categórico de subgrupo, sendo o localizado no terço inferior como argissólico e o no terço superior como típico.

No topo e no terço médio, os perfis foram classificados como Argissolos, possuindo um horizonte B de acumulação de argila (Bt textural) e argila de atividade baixa ( $CTC \leq 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} \text{ argila}$ ) (EMBRAPA, 2006). No nível de Grande grupo, terceiro nível categórico, os perfis diferiram quanto à fertilidade natural, sendo aquele localizado no topo classificado como Distrófico ( $V < 50\%$ ) e o no terço médio como Eutrófico ( $V \geq 50\%$ ). No quarto nível categórico ambos os perfis foram classificados como típicos.

**Tabela 19.** Classificação dos solos por terço nas duas áreas de estudo.

Área	Terço	Classe de solo	Altitude (m)
ERN	Inferior	Latossolo Vermelho – Amarelo Distrófico argissólico	171
	Médio	Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrófico típico	229
	Superior	Latossolo Vermelho – Amarelo Distrófico típico	239
	Topo	Argissolo Vermelho – Amarelo Distrófico típico	263
FES	Inferior	Latossolo Vermelho Eutrófico típico	171
	Médio	Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico	214
	Superior	Latossolo Vermelho Eutrófico típico	234
	Topo	Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico	266

**Legenda:** ERN – Eucalipto com regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

Na área de FES, foram identificados Latossolos e Cambissolos, solos que são extremos quanto ao grau de desenvolvimento pedogenético, sendo os primeiros de maior evolução quando comparados aos últimos. Os Latossolos foram classificados como Vermelhos no nível de Sub Ordem, o que é decorrente das cores com matiz mais vermelho que 2,5 YR na maior parte dos 100 primeiros centímetros do horizonte B (EMBRAPA, 2006). Os matizes mais avermelhados verificados para esses perfis devem-se ao material de origem biotita-ganise, rocha metamórfica que na sua constituição possui um elevado teor de minerais ferromagnesianos, que por intemperismo, irão formar os óxidos de ferro (hematita), contribuindo para os tons mais avermelhados. Ambos os perfis apresentam um elevado grau de saturação por bases ( $V \geq 50\%$ ), caráter eutrófico. A elevada fertilidade natural verificada nesses perfis deve-se ao material de origem. Ambos os perfis foram classificados como típicos no nível de subgrupo.

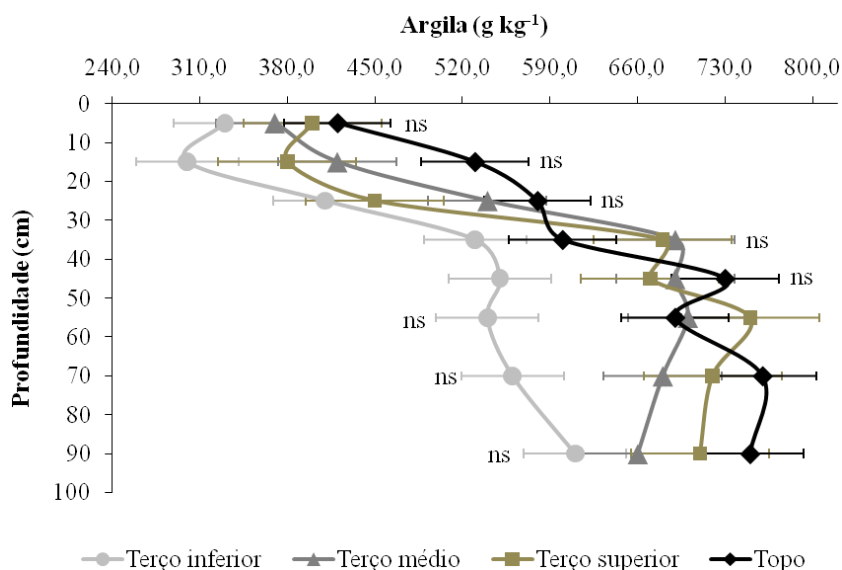
Nessa área também foram identificados, no topo e terço médio, Cambissolos Háplicos, que diferiram no nível categórico de Grande Grupo, sendo aquele localizado no topo como Ta (argila de atividade alta) ( $CTC > 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} \text{ argila}$ ) e Distrófico ( $V < 50\%$ ) e o no terço médio como Tb (argila de atividade baixa) ( $CTC \leq 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1} \text{ argila}$ ) e Distrófico ( $V < 50\%$ ). A diferença na atividade da argila, provavelmente deve-se ao perfil localizado no topo, ser submetido a um menor grau de transformação e com isto apresentar argilas com uma maior atividade. No nível de subgrupo, ambos os perfis foram classificados como típicos.

As possíveis diferenças observadas nos perfis podem ser atribuídas às variações no material de origem, condições topográficas e climáticas (incidência de radiação).

### **3.2. Atributos Físicos**

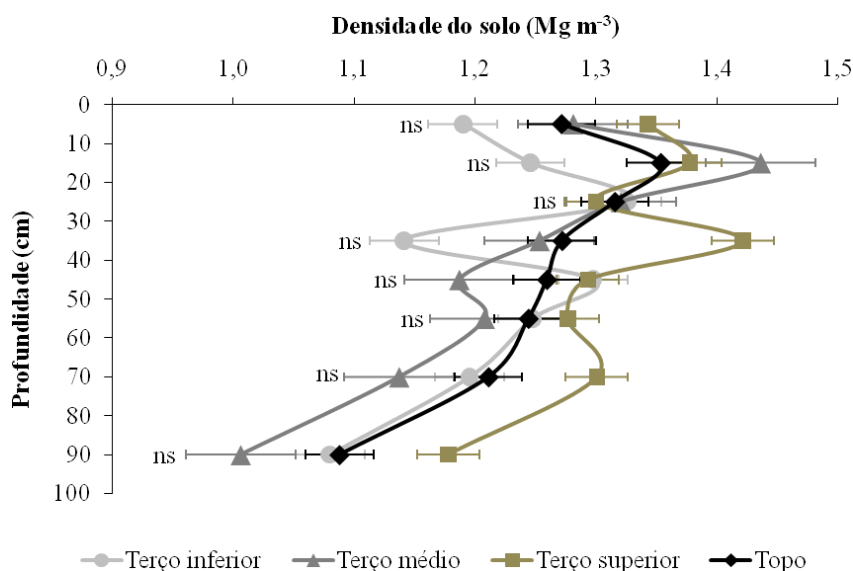
Nas Figuras 54 e 55 são apresentados os teores de argila total e os valores de Ds, bem como a sua variação em profundidade nos terços da topossequência localizada na área de ERN. Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as profundidades para os diferentes terços tanto para os teores de argila, quanto para os valores de Ds (Figuras 54 e 55).

No geral, verifica-se um aumento dos teores de argila em profundidade (Figura 52) para todos os perfis localizados nos diferentes terços da topossequência. Isto é decorrente da textura argilo-arenosa das camadas superficiais enquanto as subjacentes apresentam textura argilosa (Anexo).



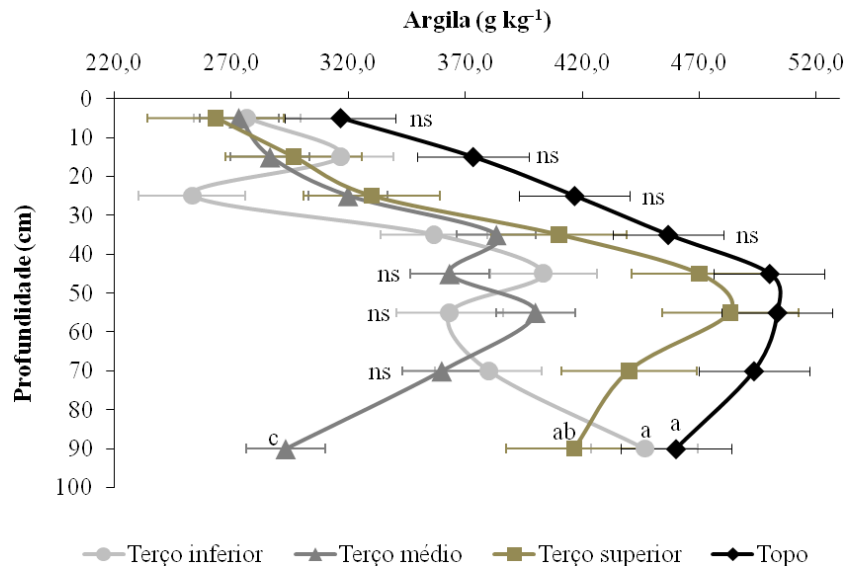
**Figura 54.** Teores de argila nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

Para os valores de  $D_s$ , de maneira geral, verificam-se maiores valores até a profundidade de 10-20 cm, indicando um maior grau de compactação das camadas superficiais. A partir de 50 cm de profundidade, os perfis localizados nos diferentes terços apresentaram, um padrão similar, com diminuição dos valores de  $D_s$  (Figura 55).



**Figura 55.** Densidade do solo nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

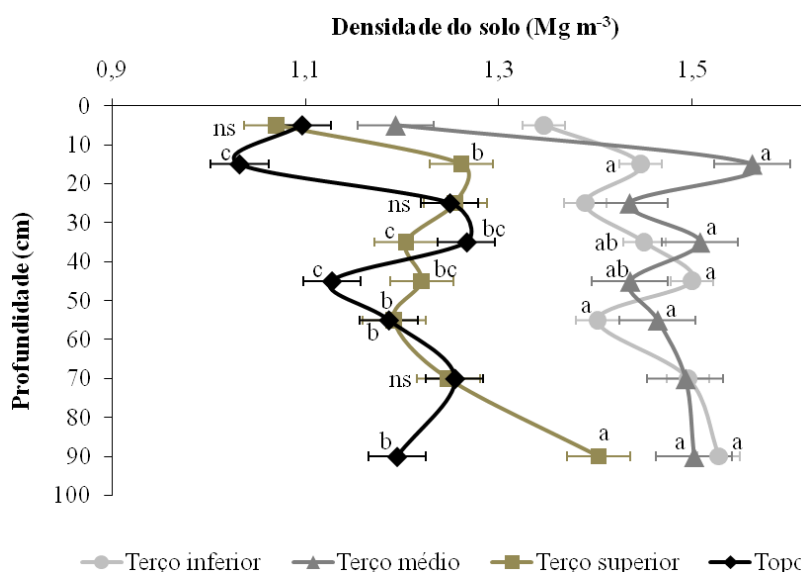
Nas Figuras 56 e 57 são apresentados os teores de argila e densidade em profundidade nos perfis localizados na topossequência da área de FES.



**Figura 56.** Teores de argila total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

No geral, verifica-se um aumento gradual em profundidade dos teores de argila até a profundidade 40-50 cm e posteriormente os teores voltam a diminuir até a profundidade de 80-100 cm (Figura 56). Isto é decorrente das texturas franco-argilo-arenosas das profundidades até 50 cm enquanto as subjacentes apresentam texturas argilosas (Anexo 1). Exceção padrão foi observada para o perfil localizado no terço inferior da topossequência no qual se verificou aumento do teor de argila em profundidade.

Para a Ds os terços da topossequência da área FES apresentaram, de maneira geral, um aumento em profundidade, porém, somente as profundidades de 0-10, 20-30 e 60-80 cm não diferiram entre si (Figura 57). Os valores de Ds quantificados nos terços inferior e médio foram maiores que os observados nos terços superior e no topo (Figura 57).



**Figura 57.** Densidade total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

### 3.3. Atributos Químicos

Na Tabela 20 são apresentados os valores dos atributos químicos dos perfis localizados nos diferentes terços das áreas de ERN e FES.

Na área de ERN, os maiores valores de nutrientes foram observados para Ca e Mg, sendo esses 4,49 e 7,65  $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$  respectivamente. Os maiores valores desses nutrientes foram observados para o terço inferior, que diferiu significativamente dos demais terços. Quanto ao K, os maiores valores foram observados no terço médio, não sendo constatadas diferenças estatísticas entre os demais terços. Esse padrão também foi observado para o P (Tabela 20). Para o Na, foram quantificados reduzidos valores, sendo somente observada diferença estatística para o terço médio em relação aos demais.



**Tabela 20.** Teores\* de nutrientes nos diferentes terços nas duas áreas de estudo.

Área	Terço	Ca		Mg		Na		K		P	
		----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----				mg kg <sup>-1</sup>					
ERN	Inferior	1,75	a	2,71	a	0,09	a	124,72	b	1,31	ab
	Médio	0,95	bc	1,82	b	0,08	b	273,55	a	1,48	a
	Superior	1,37	ab	1,85	b	0,09	a	120,70	b	0,85	b
	Topo	0,42	c	1,28	c	0,09	a	81,94	b	0,83	b
	CV%	66,9		29,1		6,9		128,5		65,3	
FES	Inferior	3,12	ns	3,66	a	0,02	a	81,38	ns	5,97	ab
	Médio	3,45	ns	3,47	a	0,03	a	69,68	ns	7,65	a
	Superior	3,20	ns	1,48	b	0,01	b	63,88	ns	5,08	b
	Topo	4,16	ns	1,68	b	0,01	b	60,12	ns	5,43	b
	CV%	67,3		34,5		46,8		64,5		40,6	

\*Médias das três repetições de cada terço. Valores seguidos de letras diferentes na coluna entre os terços de cada área diferem entre si (P<0,05), pelo teste Tukey ns: não significativo. **Legenda:** ERN – Eucalipto com regeneração nativa; FES – Floresta Estacional Semidecidual.

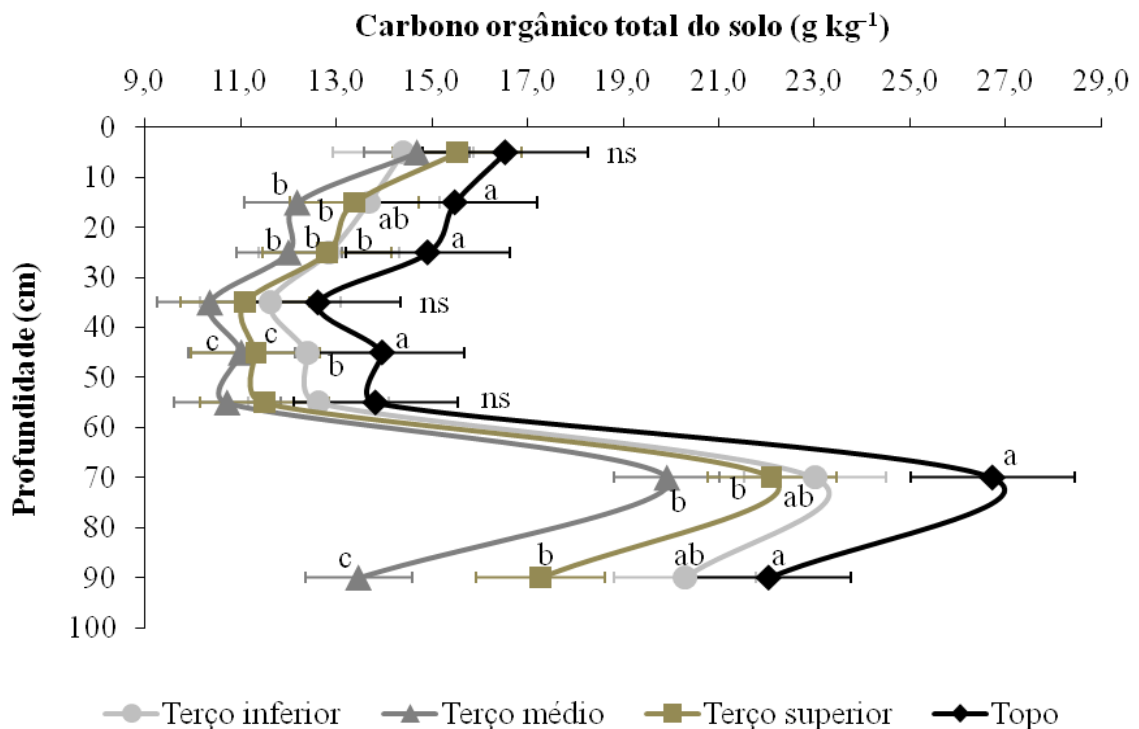
De maneira geral, na área de ERN, os maiores teores de nutrientes encontraram-se nos terços inferior e médio. Esse padrão pode ser atribuído aos mecanismos de adição e perda de nutrientes ao longo da encosta. Somente para o não P observou-se esse padrão, sendo o terço superior e o topo significativamente menores que os terços localizados nas posições inferiores.

Os valores dos coeficientes de variação (CV) foram maiores para o K (128,5) e menores para Na (6,9) (Tabela 20). O elevado valor desse coeficiente é decorrente da alta variação dos resultados, o que para o K, pode estar associado ao fornecimento desse elemento através do aporte de serapilheira de algumas espécies que podem conter maiores teores de K em sua estrutura.

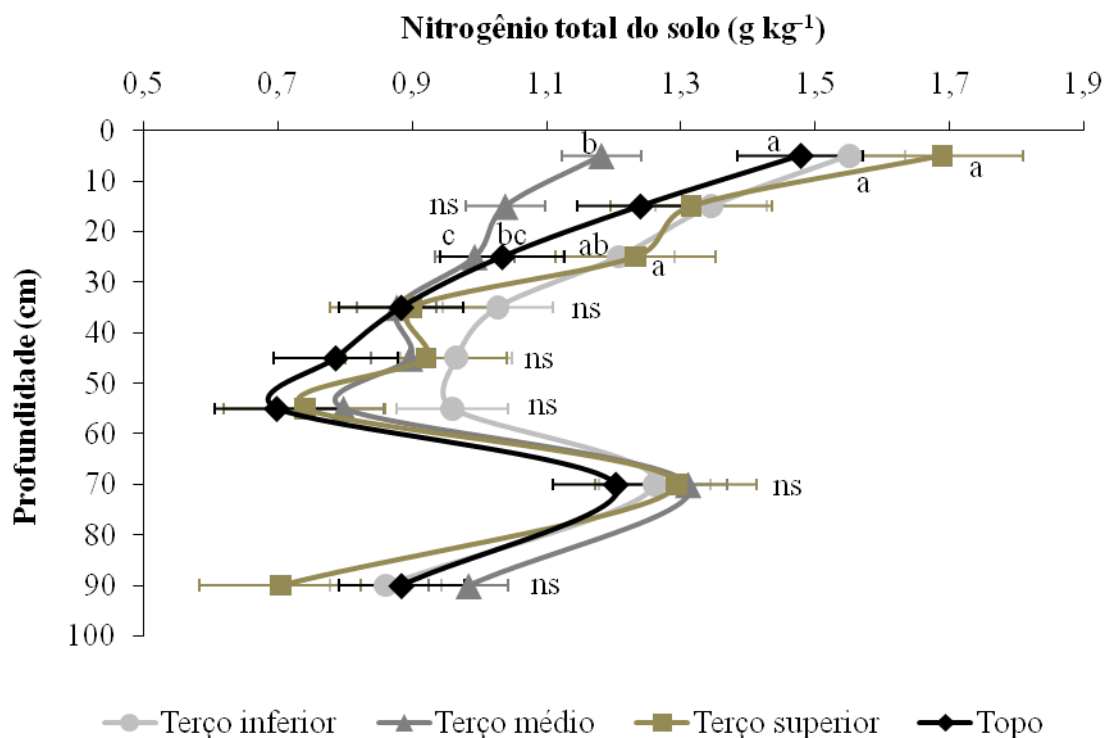
Seguindo o mesmo padrão observado para a área de ERN, os teores de Ca e Mg apresentaram-se mais elevados, valores 13,94 e 10,28 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> respectivamente na área de FES. Para o Ca verificaram-se maiores valores no terço inferior e médio que apresentaram diferenças significativas em comparação aos demais. Para os teores de Mg não houve significância. Da mesma maneira que observado para a área ERN, os valores de Na foram reduzidos (0,07 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>). Esse elemento apresentou valores superiores nos terços inferior e médio, diferindo do observado na área de ERN. Os valores de K foram significativamente diferentes variando entre 81,38 e 60,12 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente para os terços inferior e topo. Somente para os teores de P foram encontradas diferenças significativas entre os terços, sendo os terços médio e inferior os que apresentaram maiores teores desse elemento (Tabela 20).

De maneira geral, para a área de FES, os valores de fertilidade foram maiores nos terços inferior e médio (Tabela 20). Isto ocorreu devido aos mecanismos de adição e perda desses nutrientes. Somente para Na os valores não seguiram esse padrão, sendo que o terço superior e o topo apresentaram valores significativamente maiores que os demais terços (Tabela 20). Para a área de ERN com exceção ao K, os valores de nutrientes foram inferiores quando comparados a área de FSE. Esse padrão provavelmente pode ser atribuído a baixa taxa de liberação deste nutriente pelas folhas de *C. citriodora* em relação às folhas da FES (Tabela 20).

Os valores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio (N) nos perfis localizados nos diferentes terços das áreas de estudo são apresentados nas Figuras 58 a 61.



**Figura 58.** Teores de carbono orgânico total nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.



**Figura 59.** Teores de nitrogênio total nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

Analisando os teores de COT na área de ERN ao longo do perfil, somente as profundidades 0-10, 30-40 e 50-60 não diferiram estatisticamente (Figura 58). Para o N somente as camadas 0-10 e 20-30 cm de profundidade diferiram estatisticamente entre si (Figura 59). Para os perfis localizados nos diferentes terços, verifica-se um aumento nos teores de COT e N, a partir de 60 cm de profundidade. Esse aumento coincide com os maiores valores de argila (Figura 54).

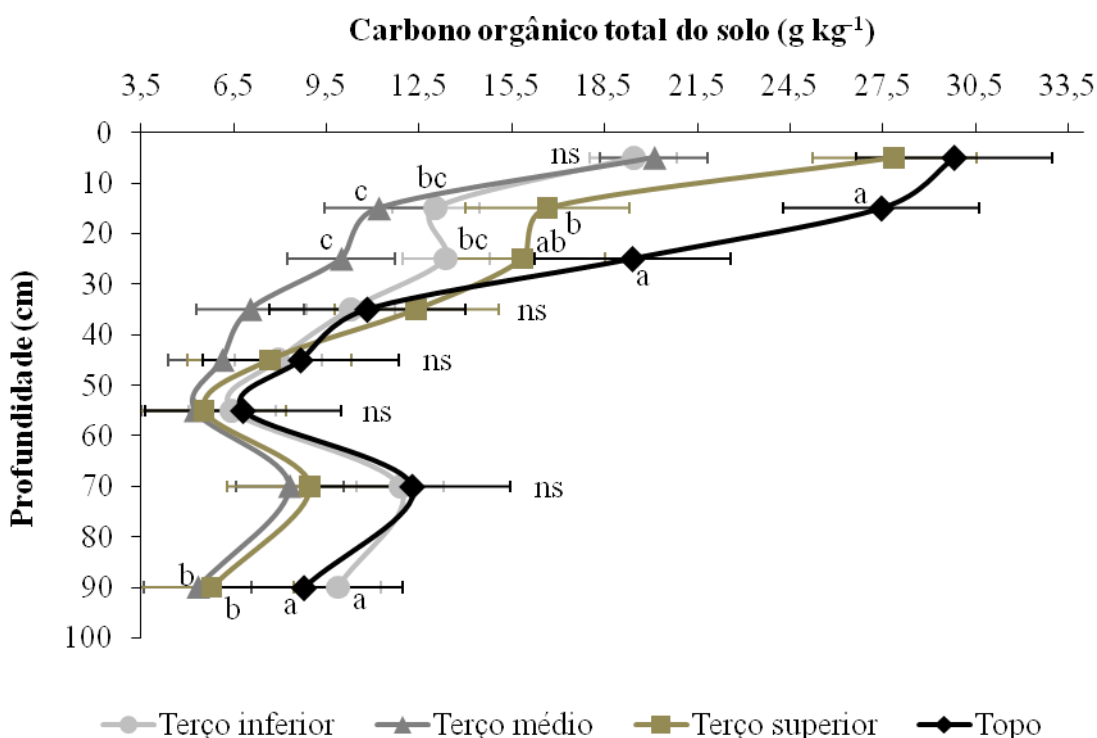
No geral, os teores de COT e N apresentaram um decréscimo, em proporções semelhantes, em profundidade até a camada de 40-50 cm. Este padrão é decorrente do maior aporte de resíduos vegetais na camada superficial do solo pela serapilheira. Cerca de 40% do COT se encontra até a camada de 40 cm de profundidade. Esta proporção difere dos valores encontrados por COUTINHO et al. (2009). Os autores estudando estoques de COT e N em florestas nativas e plantio de eucalipto encontraram 60% do COT nas camadas superficiais até 40 cm de profundidade.

A partir do intervalo de profundidade de 50-60 cm houve aumento nos estoques de COT e N, sendo que este diminui posteriormente nas camadas subjacentes. Esse padrão provavelmente pode ser atribuído a maior concentração de argila nas camadas mais subsuperficiais (50-60, 60-70 e 60-80 cm) (Figura 54).

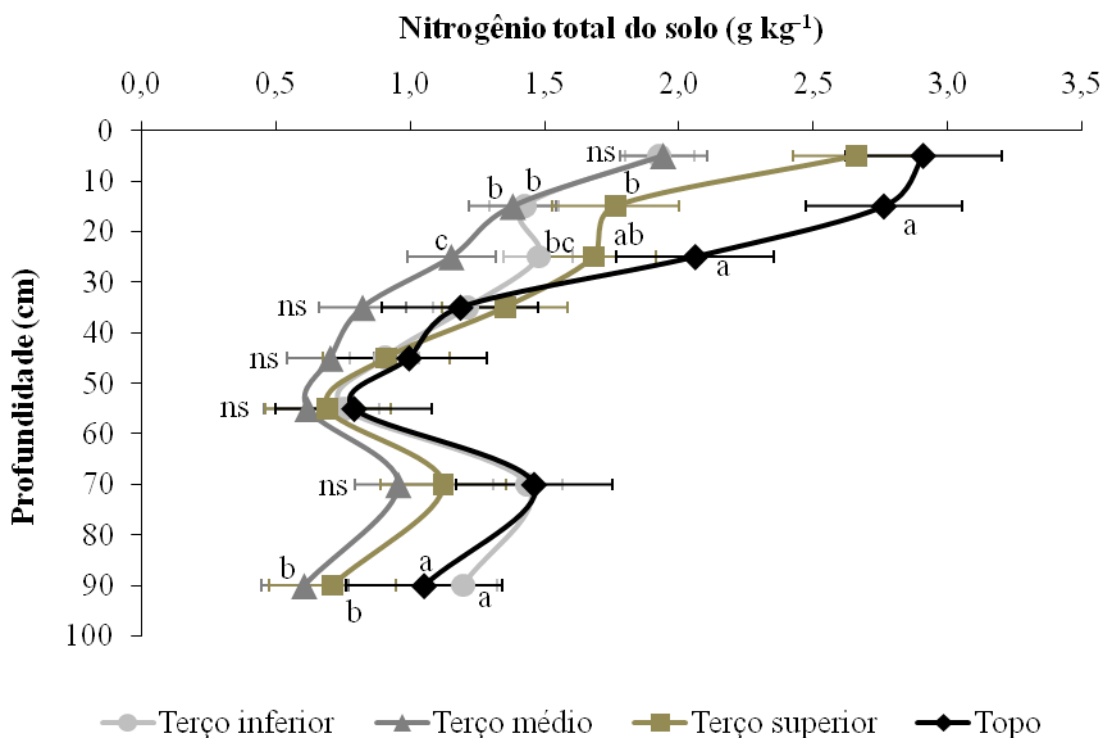
O valores de COT e N quantificados na profundidade de 0-10 cm ( $15,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) na área de ERN foram superiores aos observados por GAMA-RODRIGUES et al. (2008). Os autores quantificaram valores de  $12,3 \text{ g kg}^{-1}$  para COT e  $1,4 \text{ g kg}^{-1}$  N num plantio de eucalipto de 7 anos sobre Latossolo Vermelho-Amarelo. COUTINHO et al., (2009) encontraram  $16,5 \text{ g kg}^{-1}$  para COT e  $1,3 \text{ g kg}^{-1}$  de N num plantio de *E. urogransis* em Cruzeiro-SP. Os maiores

valores de COT e N do presente estudo podem ser decorrentes do incremento da regeneração nativa, que promove uma maior adição de serapilheira e consequentemente maiores valores de C e N ao solo.

Para a área FES, a variação dos valores de COT e N ao longo do perfil seguiu padrão semelhante ao observado para a área de ERN. No geral, os teores de COT e N apresentaram um decréscimo, em proporções semelhantes entre os terços, em profundidade até a camada de 50-60 cm do solo (Figuras 60 e 61). Este padrão é decorrente do maior aporte de resíduos vegetais na camada superficial do solo pela serapilheira. A partir da profundidade de 60-80 cm houve um aumento nos teores de COT e N, que diminuem posteriormente nas camadas subjacentes. Esse padrão provavelmente deve-se a maior concentração de argila a partir de 50 cm de profundidade (Figura 56).



**Figura 60.** Teores de carbono orgânico total nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.



**Figura 61.** Teores de nitrogênio total do solo nos diferentes terços da topossequência na área de Floresta Estacional Semidecidual. (Barras de erros indicam o erro padrão da média, de 3 repetições). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre as áreas avaliadas, em cada profundidade, pelo teste LSD-student a 10 %.

O valores de COT e N encontrados na profundidade de 0-10 cm ( $15,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) na área de FES também foram maiores que GAMA-RODRIGUES et al. (2008) observaram  $18,4 \text{ g kg}^{-1}$  para COT e  $2,4 \text{ g kg}^{-1}$  N numa floresta nativa. COUTINHO et al. (2009) encontraram  $23,0 \text{ g kg}^{-1}$  para COT e  $1,9 \text{ g kg}^{-1}$  de N numa floresta em regeneração.

Foi possível observar nas figuras 58 a 61 mudanças no padrão do COT e N nas profundidades entre as duas áreas de estudo. Essas mudanças ocorreram na conversão de uma área natural similar a FES em plantio de *C. citriodora*.

Os estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (N) do solo das duas áreas de estudos são apresentados na Tabela 21. Os estoques, no geral, apresentaram diferenças significativas nos perfis localizados nos diferentes terços das topossequências das duas áreas de estudo. Somente os estoques de nitrogênio da área de ERN não apresentaram diferenças significativas entre os terços.

**Tabela 21.** Estoques de carbono e nitrogênio nos terços da topossequência das duas áreas de estudo.

Terço	Estoque de carbono				Estoque de nitrogênio			
	ERN		FES		ERN		FES	
	------(Mg ha <sup>-1</sup> )-----							
<b>Inferior</b>	120,90	ab	92,28	ab	9,18	n.s.	10,34	ab
<b>Médio</b>	104,41	b	73,33	b	8,08	n.s.	8,19	b
<b>Superior</b>	115,03	ab	100,75	ab	8,79	n.s.	10,90	ab
<b>Topo</b>	136,11	a	124,08	a	8,21	n.s.	13,22	a
<b>Total</b> <sup>1</sup>	476,45		390,44		34,26		42,65	
<b>X</b> <sup>2</sup>	119,11		97,61		8,57		10,66	
<b>p (&lt; 0,10)</b> <sup>3</sup>	A		AB		n.s.		n.s.	

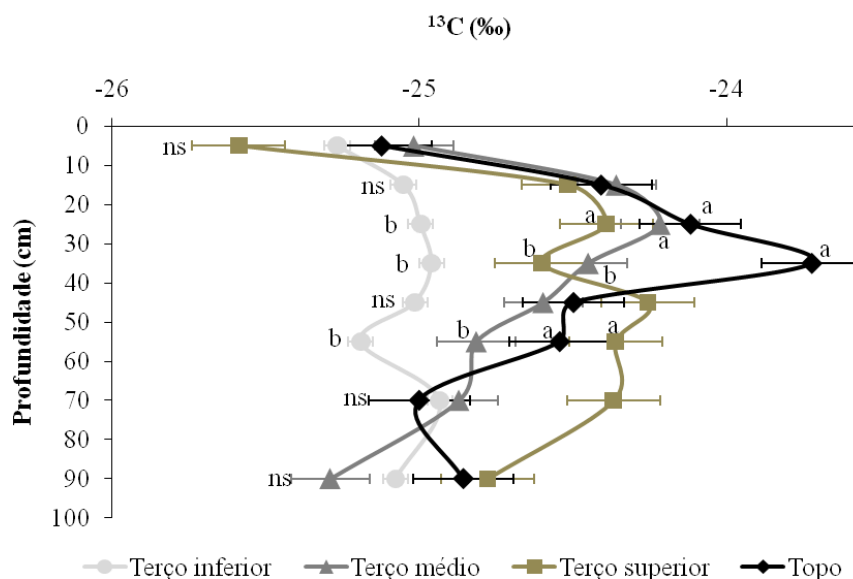
\*Média das 12 repetições **Legenda:** <sup>1</sup>Total de estoque para área. <sup>2</sup>Média. <sup>3</sup>Valores seguidos com mesma letra, minúscula na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,10). ERN – Eucalipto com regeneração nativa, FES – Floresta Estacional Semidecidual.

Um fator que explicaria as diferenças estatísticas dos estoques de COT e N nos perfis localizados nos terços das topossequências seriam os processos de perda e adição desses nutrientes entre os terços. Os nutrientes estocados são perdidos mais facilmente em partes da topografia com declive acentuado (topo e superior), enquanto nas partes da paisagem menos declivosas esses nutrientes são adicionados (terços médio e inferior).

As diferenças no estoque de COT e NT do solo entre os terços também podem ser atribuídas à densidade vegetal nos terços. O estoque de carbono da área de ERN apresentou à seguinte sequência: topo > terço inferior > terço superior > terço médio. A sequência dos estoques de COT e N observadas nos diferentes terços parece acompanhar a densidade de indivíduos arbóreos ao longo da topossequência (Figura 22 do Capítulo I). No entanto não foi possível estabelecer-se uma relação causa-efeito direta entre a densidade de indivíduos arbóreos e os estoques de COT e N na área de FES.

### 3.4. Valores de $^{13}\text{C}$ e $^{15}\text{N}$ do perfil do solo

Para os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  verificou-se que na área de ERN, esses diferiram estatisticamente somente nas profundidades de 20-30, 30-40 e 50-60 cm. O terço inferior mostrou uma menor variação em profundidade (valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -25,3‰ e -24,9‰), em comparação aos demais, para os quais a variação oscilou entre -26,6‰ a -23,7‰ (Figura 62).



**Figura 62.** Variação dos valores de  $^{13}\text{C}$  (‰) nos diferentes terços da topossequência da área de Eucalipto com regeneração nativa. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições.

No geral, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  na camada de 0-10 cm foram menores em relação aos observados nas camadas de 10-20 cm e 20-30 cm, passando de -25,5‰ para -24‰. Os menores valores de  $\delta^{13}\text{C}$  nas camadas superficiais remetem a vegetação atual da área (descritos no Capítulo I) com predomínio de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$ .

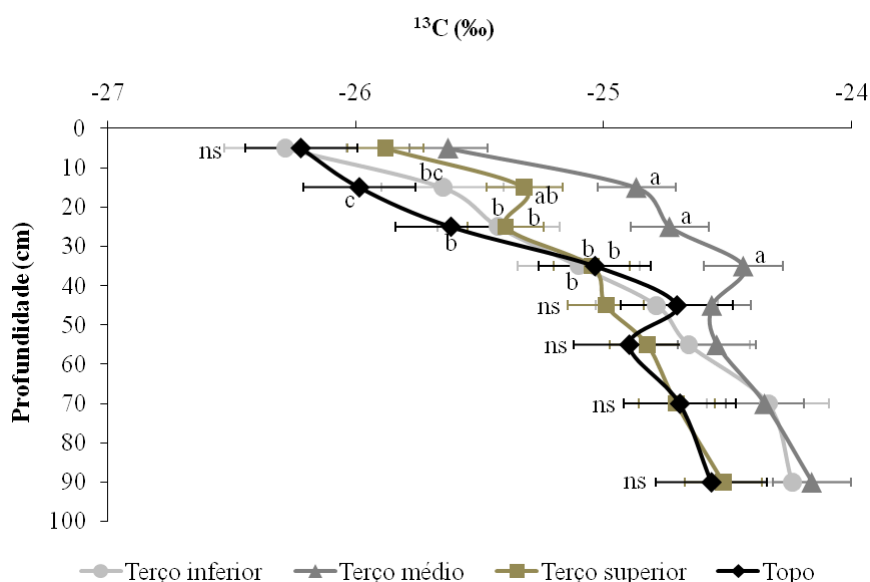
O aumento do  $\delta^{13}\text{C}$  até a profundidade de 20-30 cm indica uma influência de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  e/ou CAM. Embora os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  aumentem nestas profundidades ainda não são suficientes para corroborar com relatos históricos que esta área era ocupada anteriormente por pastagem, que apresentam valores de  $\delta^{13}\text{C}$  em torno de  $-12\text{‰}$  (SMITH & EPSTEIN, 1971). Se esteve presente, o tempo de permanência da pastagem possivelmente não foi suficiente para influenciar no aumento dos valores  $\delta^{13}\text{C}$  nesta área.

Outro fator que poderia explicar o aumento dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  nas profundidades de 10-20 e 20-30 cm nesta área é a presença de indivíduos de cactáceas. Indivíduos arbóreos de *Pereskia grandiflora* (CACTACEAE) ocupam a 50ª posição do VI (Tabela 3 do Capítulo I) nesta área, além de outras cactáceas de porte herbáceo (constatação *in loco*) não contempladas no estudo florístico/fitossociológico do Capítulo I.

As espécies CAM estão distribuídas em 30 famílias e as mais representativas são: Cactaceae, Bromeliaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae e Orchidaceae, apresentando valores do  $^{13}\text{C}$  entre  $-10\text{‰}$  a  $-28\text{‰}$  (BENDER, 1971 e SMITH & EPSTEIN, 1971)

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  voltam a diminuir a partir de 40 cm de profundidade. Essa variação ao longo do perfil – até a profundidade analisada – indica que possivelmente, no passado, esta área era coberta anteriormente por uma floresta com predomínio de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$ . Também é na época correspondente a essa profundidade, onde provavelmente, que ocorreu a intervenção na área, com a conversão da florestal original para a pastagem e posteriormente em plantio de *C. citriodora*.

Na área de FES, os valores do  $\delta^{13}\text{C}$  diferiram estatisticamente somente nas profundidades de 10-20, 20-30, 30-40 cm. Os menores valores de  $\delta^{13}\text{C}$  nas camadas superficiais remetem a vegetação atual da área (descrita no Capítulo I) com predomínio de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$ . No geral, os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  apresentaram um aumento gradual em profundidade (Figura 63).



**Figura 63.** Variação dos valores de  $^{13}\text{C}$  (‰) no solo nos diferentes terços da topossequência da área de Floresta Estacional Semidecidual. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições.

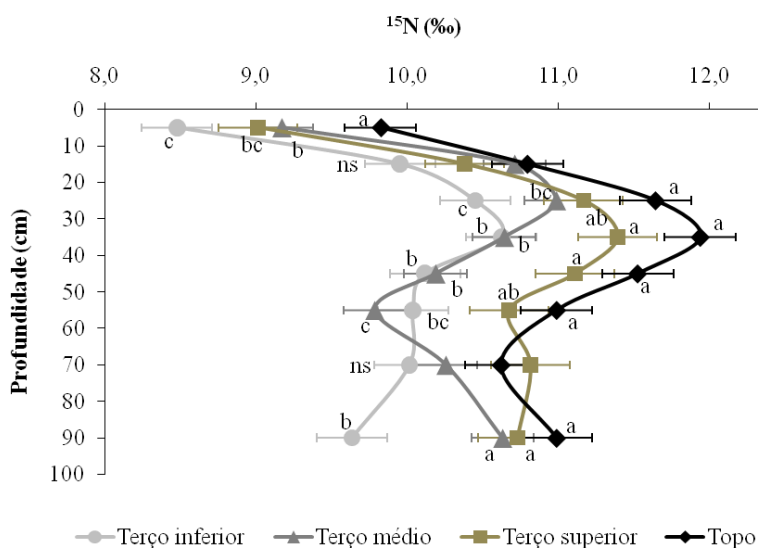


O aumento dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  em profundidade indica a influência de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  e/ou CAM. Essa área apresenta indivíduos arbóreos de *Brasiliopuntia brasiliensis* (CACTACEAE) que ocupam a 40ª posição do VI (Tabela 8 do Capítulo I), além de bromeliáceas e outras cactáceas de porte herbáceo (constatação *in loco*) não contempladas no estudo florístico/fitossociológico do Capítulo I.

Em profundidade verificou-se enriquecimento isotópico da superfície até o intervalo entre 80-100 cm. Esse enriquecimento em profundidade pode ser decorrente do próprio processo de decomposição e humificação da matéria orgânica “velha” do solo enriquecida em  $^{13}\text{C}$  em relação à matéria orgânica “nova”, ou seja, recém incorporada (MARTIN et al., 1990). OLIVEIRA (2000) relatam que este padrão de aumento de  $^{13}\text{C}$  em profundidade corresponde a um aumento da idade da matéria orgânica. MARTINELLI et al. (2009) explicam quando a vegetação predominante é do tipo  $\text{C}_3$  e não há relatos ou indícios de mudança no tipo de vegetação em tempos pretéritos, o valor de  $\delta^{13}\text{C}$  da matéria orgânica passa por um aumento em direção as camadas mais profundas do solo. Os autores relatam que geralmente o aumento nos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  em profundidade varia de 3 a 4% entre a camada superficial e a mais profunda.

O aumento dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  ao longo do perfil – até a profundidade analisada – indica que possivelmente, no passado, esta área era coberta anteriormente por uma floresta com predomínio de plantas do ciclo fotossintético  $\text{C}_3$ , porém com maior influência de plantas do ciclo fotossintético de  $\text{C}_4$  e/ou CAM em comparação a área de ERN. Esse padrão provavelmente indica que a área de FES, no passado, apresentava características de floresta mais secas do que o período atual. Com o exposto, não foi possível identificar nenhuma alteração significativa – até a profundidade analisada – da FES, apresentando-se como um fragmento florestal primário e/ou com pouca perturbação antrópica.

Na área de ERN os valores de  $^{15}\text{N}$  seguiram o mesmo padrão de aumento em profundidade para o  $\delta^{13}\text{C}$ . Os valores de  $^{15}\text{N}$  variaram de 8,5‰ a 12‰ para todas as profundidades nos respectivos terços. As únicas profundidades onde os valores do  $^{15}\text{N}$  não diferiram estatisticamente entre os terços foram 10-20 e 60-80 cm (Figura 64).



**Figura 64.** Variação dos valores de  $^{15}\text{N}$  (‰) nos diferentes terços da topossequência da área de área de Eucalipto com regeneração nativa. As barras de erro indicam o erro padrão da média de 3 repetições.

A abundância natural de  $^{15}\text{N}$  está intimamente relacionada com a ocorrência de espécies fixadoras de nitrogênio, principalmente da família Fabaceae (BUSTAMANTE et al., 2004). No entanto não foi possível relacionar a densidade relativa das Fabaceas (Capítulo I) com a abundância natural de  $^{15}\text{N}$  nos terços.

Os terços que apresentaram as menores abundâncias de  $^{15}\text{N}$  foram o inferior e médio. Isto ocorreu provavelmente pela preferência de espécies de Fabaceas altamente eficientes na fixação biológica de nitrogênio relatadas na literatura: *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan., *Pterogyne nitens* Tul. E *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. (FARIA & FRANCO, 2002; CHAVES et al., 2006; MADUREIRA et al., 2006;).

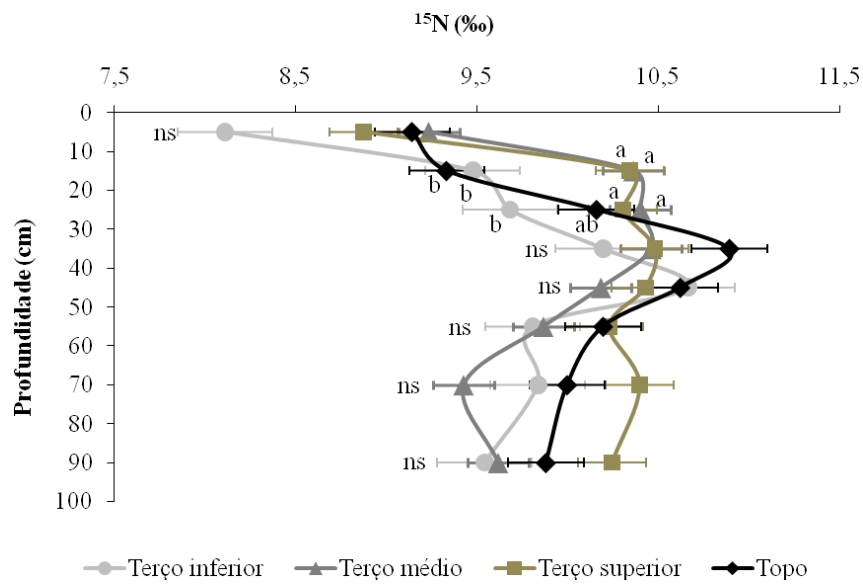
No geral, os valores de  $^{15}\text{N}$  na camada de 0-10 cm foram menores em relação às camadas de 10-20 e 20-30 cm. Os menores valores de  $^{15}\text{N}$  nas camadas superficiais remetem a vegetação atual da área (descritos no Capítulo I) que apresenta uma alta frequência de indivíduos da família Fabaceae (Figura 14, Capítulo I).

O enriquecimento dos valores de  $^{15}\text{N}$  em profundidade pode ser atribuído a constante adição de serapilheira nas camadas superficiais e, também, estar relacionado às transformações de N--orgânico em N-mineral. Dessa forma, na medida em que as reações de mineralização, nitrificação, desnitrificação e volatilização ocorrem, a matéria orgânica restante torna-se enriquecida em átomos de  $^{15}\text{N}$  (BUSTAMANTE et al., 2004).

A menor abundância natural de  $^{15}\text{N}$  nas camadas superficiais nos terços pode ter decorrente da contribuição de N das chuvas (BAPTISTA et al., 2009) e do N derivado da decomposição da serapilheira, diminuindo o valor de  $^{15}\text{N}$  dessa camada comparada com as demais (PICCOLO et al., 1996).

Os valores de  $^{15}\text{N}$  voltam a diminuir a partir de 40 cm de profundidade. Essa variação ao longo do perfil – até a profundidade analisada – indica que possivelmente, no passado, esta área era coberta por uma floresta com alta frequência de indivíduos da família Fabaceae. Também foi possível identificar, nesta profundidade, a provável época de intervenção desta área. Ocorrendo a conversão de uma formação florestal original semelhante à FES (com a presença de espécies de Fabaceae) para plantio de *C. citriodora* com regeneração nativa, onde encontra-se alta densidade relativa de indivíduos de Fabaceae.

Os valores de  $^{15}\text{N}$  na área de FES foram maiores que os observados na área de ERN, variando de 7,90‰ a 10,70‰ para todas as profundidades nos diferentes terços. Esse padrão se deve provavelmente a maior densidade e diversidade de indivíduos da família Fabaceae nesta área. No entanto os valores de  $^{15}\text{N}$  não seguiram o mesmo padrão de aumento em profundidade como o observado para o  $\delta^{13}\text{C}$  nessa área. As únicas profundidades em que os valores do  $^{15}\text{N}$  diferiram estatisticamente entre os terços foram 10-20 e 20-30 cm (Figura 65).



**Figura 65.** Variação dos valores de  $^{15}\text{N}$  (%) no solo nos diferentes terços da topossequência da área de Floresta Estacional Semidecidual. As barras de erro indicam o erro padrão da média, de 3 repetições.

No geral, os valores de  $^{15}\text{N}$  na camada de 0-10 cm foram menores em relação às camadas de 10-20 e 20-30 cm. Os menores valores de  $^{15}\text{N}$  nas camadas superficiais remetem a vegetação atual da área (descritos no Capítulo I) que apresenta uma alta frequência de indivíduos da família Fabaceae (Figura 25 do Capítulo I).

A partir da camada de 40-50 cm de profundidade os valores de  $^{15}\text{N}$  voltam a diminuir e posteriormente estabilizando-se em 80-100 cm para todos os terços. Essa variação ao longo do perfil – até a profundidade analisada – indica que, no passado, esta área era coberta anteriormente por uma floresta semelhante à atual e na época correspondente a profundidade de 40-50 cm, possivelmente, houve modificações estruturais na quantidade e qualidade das espécies de Fabaceas. No entanto, o presente estudo não foi capaz de identificar essas modificações.

#### 4. CONCLUSÕES

No geral, verificou-se um aumento dos valores de DS e dos teores de argila em profundidade para todos os perfis localizados nos diferentes terços da topossequência das duas áreas de estudo.

De maneira geral, as áreas de ERN e de FES, apresentaram os maiores teores de nutrientes nos terços inferior e médio, o que deve-se ao transporte das partes mais altas da topossequência.

Os teores de COT e N na área de ERN apresentaram um decréscimo, em proporções semelhantes, em profundidade até a camada de 40-50 cm. A partir desse intervalo houve um aumento nos teores de COT e N. Para a área FES, a variação dos valores de COT e NT ao longo do perfil seguiu padrão semelhante ao observado para a área de ERN.

Os estoques de COT e N do solo das áreas de ERN e FES apresentaram à seguinte sequência: topo > terço inferior > terço superior > terço médio.

O sinal isotópico do  $\delta^{13}\text{C}$  indicou o predomínio de plantas do ciclo  $\text{C}_3$  nas duas áreas de estudo. No geral, os valores de  $^{15}\text{N}$  também apresentaram um enriquecimento isotópico em profundidade do solo.

#### 5. CONCLUSÕES GERAIS

Os índices de diversidade e equabilidade foram respectivamente 3,23 e 0,81 para área de ERN e 3,81 e 0,90 e para área de FES. Estes índices indicam que as áreas possuem alta diversidade e espécies bem distribuídas.

A regeneração nativa sob plantio de *Corymbia citriodora* possui características de Florestas Estacionais Semidecíduais e foi classificada em estágio inicial de regeneração. A Floresta Estacional Semidecidual Sub-montana foi classificada como em estágio avançado de regeneração.

O aporte total anual de serapilheira na área de ERN foi estimada em  $5,36 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $5,39 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  na área de FES. O aporte e deposição de nutrientes da fração foliar foram maiores na área FES>REG>EUC. A velocidade de retorno desses macronutrientes seguiu a ordem: N > K > P para FS; K > P > N para REG; e K > P > N para EUC.

Os estoques de COT e N do solo das áreas de ERN e FES apresentaram a seguinte sequência: topo > terço inferior > terço superior > terço médio. A variação dos valores de COT e NT ao longo do perfil na área de FES seguiu um padrão semelhante ao observado para a área de ERN.

A abundância natural de  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  apresentou um enriquecimento isotópico em profundidade do solo nas duas áreas de estudo. Também nas duas áreas de estudo, o sinal isotópico do  $\delta^{13}\text{C}$  indicou o predomínio de plantas do ciclo  $\text{C}_3$ .

Com a utilização das análises isotópicas na área de ERN, foi possível identificar o período onde houve a remoção da floresta para o plantio do eucalipto a época associada à profundidade de 40 cm. Enquanto na área de FES, essas análises revelaram que o fragmento se manteve inalterado.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo fundamentou-se na hipótese que os atributos edáficos, fertilidade do solo, matéria orgânica alteram-se com a conversão de áreas naturais em monocultura de eucalipto. Os parâmetros ecológicos avaliados podem ser considerados bons indicadores da qualidade do ambiente das duas áreas de estudo. A contribuição da regeneração nativa do sub-bosque do eucalipto no geral foi positiva. Essa regeneração ofereceu uma melhor cobertura do solo pela serapilheira ao longo do ano, contribuindo assim para uma maior proteção desses solos aos processos erosivos. Também contribuiu para um maior retorno de nutrientes em comparação a serapilheira do eucalipto.

O eucalipto, no geral, é uma morfoespécie adaptada a diferentes tipos de ambiente e necessitam de poucos insumos agrícolas para seu desenvolvimento quando comparados espécies nativas. A recuperação de áreas degradadas e de reserva legal demanda grandes esforços do ponto de vista financeiro e logístico. Sendo assim, uma das propostas de recuperação de áreas degradadas seria a utilização do eucalipto para atuar como catalisador de espécies nativas, visando retorno financeiro para o proprietário e, conjuntamente, atuando nos processos de restauração florestal.

Vale ressaltar que os resultados obtidos neste estudo não permitem supor que os plantios de eucalipto – na fase de implantação até a sua extração - irão se desenvolver com melhor qualidade se forem deixados com a regeneração de espécies nativas em seu sub bosque. Para complementar os trabalhos que estão sendo desenvolvidos nesta linha de pesquisa, serão necessários estudos que permitam avaliar o desenvolvimento do eucalipto consorciado com uma regeneração nativa para fins comerciais ou de restauração florestal. Também seriam necessários trabalhos que discorram sobre os processos de extração de eucalipto, seus possíveis danos à regeneração nativa e seus aspectos legais.

As atividades realizadas para a ocupação do município de Santa Teresa ocasionaram a degradação de sua paisagem, restando apenas fragmentos florestais, na sua maioria, em topos dos morros. Nestes remanescentes é necessária a conscientização dos produtores rurais para que seja feito o uso mais adequado dos mesmos. Algumas áreas devem ser destinadas a preservação e/ou recuperação, para que ocorra a redução dos processos erosivos permitindo assim, otimização dos serviços ambientais como estocagem de carbono, aumento da biodiversidade e melhoria da qualidade da água, além da adequação ambiental vigente na legislação brasileira.

A Mata Atlântica é um Bioma que representa uma alta biodiversidade e está inserida num cenário de extensas áreas degradadas com altas incidências de processos erosivos, lançando uma grande quantidade de sedimentos nos mananciais. Isso prejudica a produção de energia elétrica e o abastecimento de água para vários municípios que precisam dessas iniciativas para que se possa obter uma melhoria na qualidade de vida da sociedade.

Além do envolvimento das instituições de ensino e pesquisa, há também a necessidade do envolvimento de produtores rurais, da sociedade e de órgãos públicos no incentivo do bom uso e manejo dos recursos naturais por meio de atrativos como o pagamento por serviços ambientais gerados pelos ecossistemas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIEIRO F. C.; PEREIRA M. G.; ALVES B. J. R.; RESENDE A. S.; FRANCO A. A. Soil carbon and nitrogen in pasture soil reforested with eucalyptus and guachapele. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1253-1260, 2008.
- BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BARBOSA, K. C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S. E.; ASPERTI, L. M.; MELO, A. C. G.; CARRASCO, P. G.; CASTANHEIRA, S. A.; PILIACKAS, J. M.; CONTIERI, W. A.; MATTIOLI, D. S.; GUEDES, D. C.; JUNIOR, N. S.; SILVA, P. M. S.; PLAZA, A. P. Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. **Floresta Estatístico**, v. 6, n. 1, p. 28-34, 2003.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, L.M., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Folha de Viçosa, v.2. p.487-592. 2002.
- BAPTISTA, R. B.; LEITE, J. M.; MORAES, R. F.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. Variação da abundância natural de  $^{15}\text{N}$  no perfil do solo e seu efeito na estimativa da contribuição da fixação biológica de  $\text{N}^2$  em variedades de cana-de-açúcar. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza, CE. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Fortaleza, UFC-SBCS, 2009.
- BENDER, M. Variations in the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios of plant in relation to the pathway of photosynthetic carbon dioxide fixation. **Phytochemistry**, v.10, p. 1239-1244, 1971.
- BUSTAMANTE, M. M. C.; MARTINELLI, L. A.; SILVA, D. A.; CAMARGO, P. B.; KLINK, C. A.; DOMINGUES, T. F.; SANTOS, R. V.  $^{15}\text{N}$  natural abundance in woody plants and soils of central Brazil savannas (cerrado). **Ecological Applications**, v.14, p. 200-213, 2004.
- CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO D. G. Crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico -vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30 n. 6, 2006.
- CORREA-NETO, T. A. **Atributos edafoambientais condicionadores da capacidade produtiva de plantas de Eucalipto no Campus da UFRRJ**. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.
- COUTINHO, R. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C. P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 45, n. 2, p. 195-203, 2010.
- CRAIG, H. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for massspectrometric analysis of carbon dioxide. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 12, p.133-149, 1975.

ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 75, p. 529-538, 1995.

EMBRAPA/CNPS. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA/CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FARIA S. M.; FRANCO, A. A. **Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia, 158), 2002. 16p.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; PIO VIANA, A.; SANTOS, G. A. Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, 2008.

GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M. & NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, na suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, p. 635-646, 2003.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.3-55.

JANTALIA, C. P. **Estudo de sistemas de uso do solo e rotações de culturas em sistemas agrícolas brasileiros: dinâmica de nitrogênio e carbono no sistema solo – planta - atmosfera**. 2005. 137p. Tese (Doutorado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2005.

LAZARI, M. F. **Nitrificação em solos sob plantações de eucaliptos com diferentes idades**. Viçosa, MG. 49p. 2001. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; JÚNIOR, A. S. L. F. Frações oxidáveis do carbono orgânico em argissolo vermelho-amarelo sob sistema de aleias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 867-874, 2009.

LOSS, A. **Dinâmica da material orgânica, fertilidade e agregação do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no cerrado goiano**. 122p. 2011. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

MADUREIRA, P. D. ; FARIA, C. B. ; Colturato, C. P. ; KIDO, H. W. ; ALMEIDA, D. P. de; FLAMESCHI, T. D.; SOARES, C. R. de S.; MOREIRA, V.; CAMARGOS, L. S. ; AGUIAR, L. F. **Avaliação do comportamento ecofisiológico de amendoim do campo (*Pterogyne nitens*) recebendo nitrogênio na forma de nitrato**. In: VII Encontro de Iniciação Científica

da UFMS, 2006, Três Lagoas. CD de Resumos do VII Encontro de Iniciação Científica da UFMS. Campo Grande : Gráfica UFMS, 2006.

MARTIN, A.; MARIOTTI, A.; BALESSENT, J.; LAVELLE, P.; VUATTOUX, R. Estimate of organic matter turnover rate in a savanna soil by  $^{13}\text{C}$  natural abundance measurements. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, p. 517-523, 1990.

MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERRAZ, E. S.; VICTORIA, R. L.; CAMARGO, P. B. & MOREIRA, M. Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. São Paulo, Oficina de textos. 2009.

O'CONNELL, A. M. & SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralization. In: NAMBIAR, E. K. S.; BROWN, A. G., (eds). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forest**. Melbourne, ACIAR, 1997. p.443-480.

OLIVEIRA, O. C. **Parâmetros químicos e biológicos relacionados com a degradação de pastagens de *Brachiaria* spp. no Cerrado brasileiro**. 2000. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

PICCOLO, A.; CELANO, G.; CONTE, P. Adsorption of glyphosate by humic substances. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 2442-2446, 1996.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; & ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5.ed. Viçosa, MG, SBCS/SNLCS, 2005. 100p.

SMITH, B. N.; EPSTEIN, S. Two categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios for higher plants. **Plant Physiology**, v. 47, p. 380-384, 1971.

SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 76, p. 39-58, 2004.



## ANEXO 1

### Descrição dos perfis sob Floresta Estacional Semidecidual

PERFIL: 1 Terço inferior

DATA: 07/05/2011

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico

LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.

SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob mata nativa

ALTITUDE: 171 m

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos produzidos do intemperismo de biotita gnaisse.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.

USO ATUAL: Floresta Estacional Semidecidual.

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Elias Mendes da Costa.

#### Descrição Morfológica

A 0 – 7 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4 seco); argilo-arenosa; moderada, muito pequena, granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana;

AB 7 – 19 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana clara;

BA 19 – 30 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); franco-argilosa; moderada, pequena blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana gradual; raízes comuns e finas.

Bw1 30 – 47 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bw2 47 – 67 cm, vermelho (2,5YR 4/8); argila; moderada, pequena, blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bw3 67 – 81 cm, vermelho (2,5YR 4/8); argila; fraca, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bw4 81 – 94 cm, vermelho (2,5YR 4/8); argila; fraca, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa

Bw5 94 – 120<sup>+</sup> cm, vermelho (2,5YR 4/8); argila; fraca, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Obs: Presença de petroplintita; horizonte A e AB com raízes abundantes e finas

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Natural	GF	Sil/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-7	0	0	0	310	150	100	440								
AB	7-19	0	0	0	290	160	210	340								
BA	19-30	0	0	0	240	150	220	390								
Bw1	30-47	0	0	0	190	130	190	490								
Bw2	47-67	0	0	0	200	100	120	580								
Bw3	67-81	0	0	0	210	100	140	550								
Bw4	81-94	0	0	0	240	100	140	520								
Bw5	94-120+	0	0	0	230	170	50	550								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl	cmol. kg <sup>-1</sup>								%	(m)	Mehlich	Olsen	
A		7,6		19,0	1,0	0,59	0,08	20,7	0,0	1,73	22,4	92	0,00	13,0		
AB		8,0		12,9	0,4	0,59	0,08	14,0	0,0	0,00	14,0	100	0,00	6,0		
BA		7,7		7,0	4,5	0,53	0,06	12,1	0,0	0,08	12,2	99	0,00	3,0		
Bw1		7,4		3,3	5,7	0,53	0,05	9,6	0,0	0,25	9,8	98	0,00	3,0		
Bw2		7,2		2,4	4,4	0,80	0,05	7,6	0,0	1,07	8,7	88	0,00	6,1		
Bw3		6,4		1,8	3,8	0,76	0,06	6,4	0,1	1,24	7,8	83	0,02	9,9		
Bw4		5,6		1,2	4,1	0,34	0,05	5,7	0,1	1,73	7,5	76	0,02	11,6		
Bw5		5,4		1,0	4,3	0,09	0,08	5,5	0,1	1,73	7,3	75	0,02	20,5		

PERFIL: 2 Terço médio  
DATA: 07/05/2011  
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.  
LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.  
SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob mata nativa  
ALTITUDE: 214 m  
MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos produzidos do intemperismo de biotita gnaisse.  
PEDREGOSIDADE: Ausente  
ROCHOSIDADE: Não rochoso  
RELEVO LOCAL: Forte ondulado  
RELEVO REGIONAL: Forte ondulado  
EROSÃO: Laminar moderada  
DRENAGEM: Bem drenado  
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.  
USO ATUAL: Floresta Estacional Semidecidual.  
DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Elias Mendes da Costa.

### Descrição Morfológica

A 0 – 7 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 seco); franco-argilo-arenosa; moderado, pequena, granular; macia, ligeiramente friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

AB 7 – 18 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

BA 18 – 31 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

Bi1 31 – 42 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); argila; moderado, pequena, blocos angulares; ligeiramente muito dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bi2 42 – 60 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bi3 60 – 81 cm, vermelho (2,5YR 4/6); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi4 81 – 94 cm, vermelho (2,5YR 4/8); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena, blocos sub-angulares; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi5 94 – 125+ cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Obs: feldspatos em todos os horizontes

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Natural	GF.	Sil/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>													dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>	
A	0-7	0	0	0	370	160	240	230								
AB	7-18	0	0	0	350	190	180	280								
BA	18-31	0	0	0	300	180	190	330								
Bi1	31-42	0	0	0	240	150	180	430								
Bi2	42-60	0	0	0	250	120	140	490								
Bi3	69-81	0	0	0	290	140	110	460								
Bi4	81-94	0	0	0	330	160	180	330								
Bi5	94-125+	0	0	0	360	170	190	280								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
		mg kg <sup>-1</sup>														
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>									%	(m)	Mehlich	Olsen
A		6,8		15,2	6,8	0,65	0,08	22,7	0,1	2,23	25,1	91	0,00	11,1		
AB		5,8		3,5	5,2	0,38	0,05	9,1	0,1	2,89	12,1	75	0,01	13,7		
BA		5,7		2,7	6,7	0,29	0,06	9,6	0,1	3,05	12,9	76	0,01	11,3		
Bi1		5,4		1,6	6,1	0,15	0,06	7,9	0,1	3,05	11,1	72	0,01	13,4		
Bi2		5,1		1,1	4,8	0,12	0,08	6,1	0,2	2,56	8,9	69	0,03	13,7		
Bi3		5,0		1,0	4,4	0,12	0,08	5,6	0,2	2,39	8,2	68	0,03	21,3		
Bi4		5,0		1,3	3,5	0,02	0,09	4,9	0,3	2,06	7,3	68	0,06	15,8		
Bi5		5,2		0,9	4,2	0,13	0,11	5,3	0,3	1,90	7,5	71	0,05	24,5		

PERFIL: 03 Terço superior  
DATA: 07/05/2011  
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico típico  
LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.  
SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob mata nativa  
ALTITUDE: 234 m  
MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos produzidos do intemperismo de biotita gnaisse.  
PEDREGOSIDADE: Ausente  
ROCHOSIDADE: Não rochoso  
RELEVO LOCAL: Forte ondulado  
RELEVO REGIONAL: forte ondulado  
EROSÃO: Laminar moderada  
DRENAGEM: Bem drenado  
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.  
USO ATUAL: Fragmento Florestal Nativo.  
DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Elias Mendes Costa.

### Descrição Morfológica

A 0 – 11 cm, preto-avermelhado (2,5YR 2,5/1 úmido) e vermelho-muito-escuro-acinzentado (2,5YR 2,5/2 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

AB 11 – 19 cm, vermelho-muito-escuro-acinzentado (2,5YR 2,5/2 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

BA 19 – 30 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3); argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana gradual.

Bw1 30 – 45 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw2 45 – 76 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw3 76 – 86 cm, bruno-avermelhado (2,5YR 4/4); argila; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw4 86 – 105 cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4); argilo-arenosa; fraca, pequena, blocos sub-angulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw5 105 – 126+ cm, bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4); argilo-arenosa; fraca, pequena, blocos sub-angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-11	0	0	0	380	150	180	290								
AB	11-19	0	0	0	360	150	140	350								
BA	19-30	0	0	0	290	160	130	420								
Bw1	30-45	0	0	0	270	140	120	470								
Bw2	45-76	0	0	0	290	120	90	500								
Bw3	76-86	0	0	0	310	150	100	440								
Bw4	86-105	0	0	0	340	140	150	370								
Bw5	105-126+	0	0	0	340	130	150	380								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								%	(m)	Mehlich	Olsen	
A		6,6		18,9	7,8	0,46	0,03	27,2	0,0	3,71	30,9	88	0,00	11,7		
AB		6,0		8,1	3,0	0,31	0,06	11,5	0,0	3,38	14,9	77	0,01	2,9		
BA		5,7		7,0	1,2	0,18	0,06	8,4	0,0	3,38	11,8	71	0,00	1,7		
Bw1		6,0		4,4	2,1	0,13	0,06	6,7	0,0	1,57	8,3	81	0,00	7,1		
Bw2		5,8		3,2	2,1	0,10	0,06	5,5	0,0	1,40	6,9	80	0,02	6,4		
Bw3		6,1		2,8	1,8	0,10	0,06	4,8	0,0	1,24	6,0	79	0,00	12,5		
Bw4		6,0		3,1	2,9	0,12	0,06	6,2	0,0	1,07	7,2	85	0,02	12,1		
Bw5		5,9		2,7	1,5	0,13	0,06	4,4	0,0	1,07	5,5	80	0,02	10,0		

PERFIL: 4 Topo  
DATA: 07/05/2011  
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico  
LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.  
SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob mata nativa  
ALTITUDE: 266 m  
MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos produzidos do intemperismo de biotita gnaisse.  
PEDREGOSIDADE: Ausente  
ROCHOSIDADE: Não rochoso  
RELEVO LOCAL: Forte ondulado  
RELEVO REGIONAL: Forte ondulado  
EROSÃO: Laminar moderada  
DRENAGEM: Bem drenado  
VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.  
USO ATUAL: Floresta Estacional Semidecidual.  
DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Elias Mendes da Costa.

### Descrição Morfológica

A 0 – 9 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 úmido) e bruno-avermelhado (2,5YR 4/3 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara;

AB 9 – 16 cm, vermelho-escuro-acinzentado (2,5YR 3/2 úmido) e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3 seco); franco-argilo-arenosa; moderada, pequena, granular; macia, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana gradual; raízes finas comum.

BA 16 – 25 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3); argilo-arenosa; moderada, pequena blocos angulares; dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi1 25 – 40 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 2,5/4); franco-argilosa; moderada, pequena, blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi2 40 – 57 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); argila; moderada, pequena blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi3 57 – 77 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argila; moderada, média, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi4 77 – 93 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argila; moderada, média, blocos sub-angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi5 93 – 114 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argila; moderada, pequena blocos sub-angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bi6 114 – 125<sup>+</sup> cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); muito-argilosa; moderada, pequena blocos sub-angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Obs: Horizonte A com raízes médias comuns.

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-9	0	0	0	370	160	170	300								
AB	9-16	0	0	0	330	140	180	350								
BA	16- 25	0	0	0	300	160	170	370								
Bi1	25-40	0	0	0	290	150	160	400								
Bi2	40-57	0	0	0	220	140	150	490								
Bi3	57-77	0	0	0	240	120	70	570								
Bi4	77-93	0	0	0	260	140	110	490								
Bi5	93-114	0	0	0	260	120	170	450								
Bi6	114- 125+	0	0	0	240	120	30	610								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
		g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>							%	(m)	mg kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>
					Mehlich	Olsen										
A		7,4		16,8	2,9	0,65	0,08	20,4	0,0	7,94	28,4	72	0,00	4,0		
AB		7,4		10,9	4,2	0,59	0,07	15,8	0,0	8,04	23,8	66	0,00	2,5		
BA		7,4		8,2	3,5	0,59	0,06	12,3	0,0	8,00	20,3	61	0,00	7,7		
Bi1		7,2		6,4	3,8	0,61	0,06	10,9	0,0	7,67	18,5	59	0,00	1,0		
Bi2		7,4		5,0	2,3	0,62	0,06	8,0	0,0	7,92	15,9	50	0,00	1,6		
Bi3		7,2		5,2	1,4	0,61	0,06	7,3	0,0	7,74	15,0	48	0,00	2,7		
Bi4		7,2		4,0	1,6	0,52	0,09	6,2	0,0	7,67	13,9	45	0,00	4,9		
Bi5		6,9		3,2	1,4	0,41	0,10	5,1	0,0	7,14	12,3	42	0,00	5,1		
Bi6		6,5		2,4	1,7	0,36	0,07	4,5	0,0	6,57	11,1	41	0,00	10,0		



## ANEXO 2

### Descrição dos perfis de solos sob plantio de *C. citriodora* com regeneração de espécies nativas

PERFIL: 1 Terço inferior

DATA: 19/06/2010

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO Distrófico argissólico

LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa .

SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pente linear/convexa, sob plantio de eucalipto com regeneração nativa.

ALTITUDE: 171 m

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos coluviais.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual .

USO ATUAL: Plantio de eucalipto com regeneração de espécies nativas

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Rafael Sant'Ana.

#### Descrição Morfológica

A 0 – 6 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido) e bruno (7,5YR 5/4 seco); franco-argilo-arenosa; fraca muito pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana clara.

AB 6 – 18 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido) e bruno (7,5YR 4/4 seco); franco-argilo-arenosa; fraca muito pequena blocos sub-angulares; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana clara.

BA 18 – 26 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); argilo-arenosa; fraca muito pequena blocos sub-angulares; macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bw1 26 – 42 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; fraca muito pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade fraca e pouca; transição plana difusa.

Bw2 42 – 64 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; fraca muito pequena blocos angulares; dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade fraca e pouca; transição plana difusa.

Bw3 64 – 99 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); muito-argilosa; fraca pequena blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade fraca e pouca; transição plana difusa.

Bt 99 – 118+ cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; moderada média blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade moderada e comum.

Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-6	0	0	0	430	130	140	300								
AB	6-18	0	0	0	370	120	160	350								
BA	18-26	0	0	0	320	130	150	400								
Bw1	26-42	0	0	0	220	110	160	510								
Bw2	42-64	0	0	0	230	100	160	510								
Bw3	64-99	0	0	0	180	80	130	610								
Bt	99-118+	0	0	0	240	70	110	580								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl										%	(m)	Mehlich	
		mg kg <sup>-1</sup>														
A		6,08		1,00	5,30	0,09	0,09	6,48	0,00	3,47	9,95	65	0,00	1,5		
AB		5,61		0,70	4,30	0,32	0,10	5,42	0,00	3,14	8,56	63	0,00	0,46		
BA		5,84		0,80	4,70	0,25	0,09	5,84	0,00	2,31	8,15	72	0,00	0,46		
Bw1		5,55		0,70	4,80	0,24	0,10	5,84	0,15	1,65	7,64	76	0,03	0,46		
Bw2		5,78		0,80	4,50	0,15	0,09	5,54	0,00	1,49	7,03	79	0,00	0,46		
Bw3		5,73		0,90	4,10	0,27	0,09	5,36	0,15	1,32	6,83	78	0,03	0,79		
Bt		6,43		0,60	3,40	0,27	0,09	4,36	0,00	0,99	5,35	81	0,00	1,6		

PERFIL: 2 Terço médio

DATA: 19/06/2010

CLASSIFICAÇÃO: ARGISOLO VERMELHO – AMARELO Eutrófico típico

LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.

SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob plantio de eucalipto com regeneração nativa.

ALTITUDE: 229 m

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos coluviais.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar Ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.

USO ATUAL: Plantio de eucalipto com regeneração de espécies nativas

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Rafael Sant'Ana.

### **Descrição Morfológica**

A 0 – 10 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3 úmido) e bruno-avermelhado (5YR 4/4 seco); argilo-arenosa; forte pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

E 10 – 22 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido) e bruno-avermelhado (5YR 5/4 seco); franco-argilo-arenosa; fraca muito pequena blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

Bt1 22 – 34 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4); franco-argilo-arenosa; moderada muito pequena blocos sub-angulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bt2 34 – 52 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3); argila; forte muito pequena blocos angulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bt3 52 – 68 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3); argila; forte muito pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bt4 68 – 100<sup>+</sup> cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco-argilo-arenosa; forte muito pequena blocos angulares; seca muito dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade fraca e pouca.

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-10	0	0	0	160	360	80	400								
E	10-22	0	0	0	480	130	80	310								
Bt1	22- 34	0	0	0	210	90	120	580								
Bt2	34-52	0	0	0	220	90	100	590								
Bt3	52-68	0	0	0	230	60	120	590								
Bt4	68- 100+	0	0	0	470	130	60	340								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	KCl	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								%	(m)	Mehlich	Olsen	
A		5,56		0,80	3,80	0,46	0,08	5,14	0,20	2,48	7,82	66	0,04	2,26		
E		4,79		0,00	2,00	0,29	0,08	2,37	0,50	1,16	4,03	59	0,17	1,59		
Bt1		4,17		0,00	1,20	0,16	0,08	1,44	1,05	2,48	4,97	29	0,42	1,86		
Bt2		4,53		0,30	2,20	0,11	0,08	2,69	0,30	0,66	3,65	74	0,10	1,26		
Bt3		4,91		0,40	3,00	0,08	0,08	3,56	0,15	0,83	4,54	78	0,04	1,19		
Bt4		4,99		0,40	3,50	0,10	0,09	4,09	0,25	0,83	5,17	79	0,06	1,26		

PERFIL: 3 Terço superior

DATA: 19/06/2010

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO Distrófico típico.

LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.

SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob plantio de eucalipto com regeneração nativa.

ALTITUDE: 239 m

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos coluviais.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: forte ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.

USO ATUAL: Plantio de eucalipto com regeneração de espécies nativas

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Rafael Sant'Ana.

### Descrição Morfológica

A 0 – 14 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2 úmido) e bruno (7,5YR 5/4 seco); argilo-arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

AB 14 – 26 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido) e bruno (7,5YR 4/4 seco); franco-argilo-arenosa; forte pequena blocos sub-angulares; dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

BA 26 – 43 cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); argila; forte pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw1 43 – 56 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; forte pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw2 56 – 71 cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); muito-argilosa; forte muito pequena blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

Bw3 71 – 100+ cm, bruno-forte (7,5YR 5/8); muito-argilosa; forte pequena blocos angulares; dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof. cm	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
					g kg <sup>-1</sup>						Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>			
A	0-14	0	0	0	420	110	130	340								
AB	14-26	0	0	0	370	110	120	400								
BA	26-43	0	0	0	270	110	130	490								
Bw1	43-56	0	0	0	230	90	110	570								
Bw2	56-71	0	0	0	160	60	140	640								
Bw3	71-100+	0	0	0	110	50	110	730								
Hor	C-org g kg <sup>-1</sup>	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável mg kg <sup>-1</sup>		Equiv. CaCO <sub>3</sub> g kg <sup>-1</sup>
		H <sub>2</sub> O	KCl	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>						%	(m)	Mehlich	Olsen			
A		5,26		1,00	4,00	0,37	0,08	5,45	0,15	3,80	9,40	58	0,03	1,35		
AB		4,92		0,30	2,30	0,32	0,08	3,00	0,35	3,63	6,98	43	0,10	1,09		
BA		4,54		0,20	2,00	0,23	0,08	2,51	0,60	3,14	6,25	40	0,19	0,37		
Bw1		4,47		0,30	2,30	0,24	0,08	2,92	0,50	2,81	6,23	47	0,15	0,44		
Bw2		4,67		0,50	3,00	0,25	0,08	3,83	0,25	2,81	6,89	56	0,06	0,57		
Bw3		4,47		0,40	2,90	0,19	0,09	3,58	0,20	1,65	5,43	66	0,05	0,77		

#### PERFIL: 4 Topo

DATA: 19/06/2010

CLASSIFICAÇÃO: ARGISOLO VERMELHO – AMARELO Distrófico típico

LOCALIZAÇÃO: Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.

SITUAÇÃO: Terço inferior de encosta com pendente linear/convexa, sob plantio de eucalipto com regeneração nativa.

ALTITUDE: 263 m

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos coluviais.

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Não rochoso

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

RELEVO REGIONAL: forte ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual.

USO ATUAL: Plantio de eucalipto com regeneração de espécies nativas

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Gervasio Pereira, Luciano de Oliveira Toledo, Daniel Costa de Carvalho, Cátia Aparecida Simon e Rafael Sant'Ana.

#### Descrição Morfológica

A 0 – 7 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4 úmido) e bruno-escuro (7,5YR 3/4 seco); argilo-arenosa; moderada pequena granular; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana clara.

AB 7 – 19 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 úmido) e bruno-forte (7,5YR 4/6 seco); argila; moderada muito pequena blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana clara.

E 19 – 32 cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); argila; moderada pequena blocos angulares; dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bt1 32 – 47 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); muito-argilosa; fraca muito pequena blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bt2 47 – 68 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); muito-argilosa; forte muito pequena blocos angulares; dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana difusa.

Bt3 68 – 91+ cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); muito-argilosa; forte muito pequena blocos angulares; seca dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana difusa.

### Análises físicas e químicas

Hor.		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				AN	GF	Silt/Arg	Densidade		Porosidade		
Símb	Prof.	Calhau	Casc.	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila		%		Ds	Dp			
	cm	g kg <sup>-1</sup>										Mg m <sup>-3</sup>		dm <sup>3</sup> dm <sup>-3</sup>		
A	0-7	0	0	0	380	90	120	410								
AB	7-19	0	0	0	290	110	110	490								
E	19- 32	0	0	0	420	130	90	360								
Bt1	32-47	0	0	0	160	70	90	680								
Bt2	47-68	0	0	0	140	60	130	670								
Bt3	68- 91+	0	0	0	140	60	110	690								
Hor	C-org	pH (1:2,5)		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+2</sup>	Valor S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	Valor T	Valor V	Sat. Al <sup>+</sup>	P Assimilável		Equiv. CaCO <sub>3</sub>
	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>		cmol. kg <sup>-1</sup>								%	(m)	mg kg <sup>-1</sup>		
		H <sub>2</sub> O	KCl											Mehlich	Olsen	g kg <sup>-1</sup>
A		4,98		0,70	4,80	0,47	0,10	6,07	0,20	4,79	11,06	55	0,03	1,68		
AB		4,26		0,00	1,60	0,28	0,09	1,97	0,95	3,96	6,88	29	0,33	1,29		
E		4,51		0,00	1,60	0,28	0,09	1,97	0,65	2,15	4,77	41	0,25	1,03		
Bt1		4,11		0,00	1,80	0,18	0,08	2,06	0,90	3,47	6,43	32	0,30	0,44		
Bt2		4,12		0,00	1,40	0,13	0,08	1,61	0,95	2,48	5,04	32	0,37	0,24		
Bt3		4,26		0,00	1,50	0,08	0,10	1,68	0,70	2,31	4,69	36	0,29	0,24		