

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Avaliação da Dinâmica de Restauração de  
Ecossistemas Perturbados da Mata Atlântica em  
uma Região de Exíguos Atributos Ambientais, Nova  
Iguaçu – RJ.**

**Cristiane Roppa**

**2009**



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

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DE RESTAURAÇÃO DE  
ECOSSISTEMAS PERTURBADOS DA MATA ATLÂNTICA EM UMA  
REGIÃO DE EXÍGUOS ATRIBUTOS AMBIENTAIS, NOVA IGUAÇU -  
RJ.**

**CRISTIANE ROPPA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Ricardo Valcarcel**

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  
Março de 2009

574.5098153

R784a

T

Roppa, Cristiane, 1984-

Avaliação da dinâmica de restauração de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica em uma região de exíguos atributos ambientais, Nova Iguaçu - RJ / Cristiane Roppa - 2009.

114f.: il.

Orientador: Ricardo Valcarcel.

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

Bibliografia: f. 84-95

1. Ecossistemas - Mata Atlântica - Nova Iguaçu (RJ) - Teses. 2. Degradação ambiental - Mata Atlântica - Nova Iguaçu - Teses. 3. Reflorestamento - Mata Atlântica - Nova Iguaçu - Teses. 4. Sistemas silviculturais - Teses. I. Valcarcel, Ricardo, 1953-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

2

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

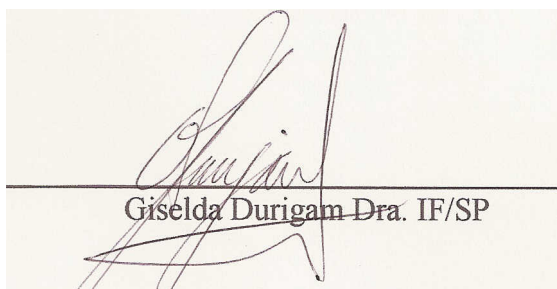
**CRISTIANE ROPP A**

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 26/03/2009



Ricardo Valcarcel. Dr. UFRRJ  
(Orientador)



Giselda Durigam Dra. IF/SP



Alexandra Pires Fernandez Dra. UFRRJ

## **Dedicatória**

*Aos meus pais, Rosane e Nelci A. Roppa, minha irmã Daniela,  
Aos meus avós, Teresa M. e Olívo H. Roppa (in memoriam)  
E a todos os amigos que me ajudaram a superar os momentos de dificuldades*

*Com muito amor,*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, Filho e Espírito Santo pelo dom da vida e pela saúde e força que me concedeste, possibilitando-me a realização deste trabalho.

A meus pais, Rosane e Nelci Roppa, pela compreensão, apoio e força em todos os momentos desta caminhada. E a minha irmã Daniela por sempre recordar-me dos bons momentos que passamos em família.

A meus avós Teresa, Olívo (*in memoriam*) e Rosa, que sempre serviram de exemplo ensinando-me a lutar pela vida.

Ao Programa de Pós-graduação de Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF), da UFRRJ, por ter me possibilitado realizar um mestrado em uma linha de pesquisa que sempre desejei.

Ao professor Dr. Ricardo Valcarcel, pela orientação dos meus trabalhos e demais ensinamentos, por toda paciência, compreensão e amizade.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH), Flávia, Joana, Cristiana, Érika, Hiram, João Kleber, Schweyka, Piero, Wilson e Celso pelo convívio, troca de informações e apoio nas coletas. Vocês são minha segunda família, que encontrei nestas terras distantes! Obrigado a todos vocês por terem me ajudado a adaptar-me com facilidade em lugar que até então era completamente desconhecido para mim.

A João Kleber, pela triagem e processamento da parte de raízes.

A Regilaine, Júnior e Pollyana por terem contribuído em alguma parte deste trabalho (coletas ou processamento do material).

A pedreira Vigné Ltda pela ajuda na aquisição de parte do material de campo e por todo apoio para a realização deste trabalho.

A Luciana e Henrique, pela amizade, convívio e todas as informações prestadas.

A todos os amigos do Ministério Universidades Renovadas, especialmente os do Grupo de Oração Universitário (GOU) Renascer, da UFRRJ e Abba, Pai!, da UFSM. Agradeço por terem me ajudado a crescer na fé, nunca deixando de unir fé e razão, e acima de tudo a continuar sempre sonhando, de acordo com a vontade de Deus.

Agradeço de coração a amiga Ana Paula, por ter me acolhido em sua casa nos primeiros tempos em Seropédica, e também a toda sua família pela amizade e grande presença em minha vida.

Aos amigos Juan e Geisa, agradeço por termos partilhado intensamente nos últimos meses de escrita das nossas dissertações, das alegrias, tristezas e dificuldades encontradas em nossos trabalhos. A vocês amigos que nasceram pela fé, muito obrigada por toda força!

A Cristiana e Marcos, pela amizade, orações e momentos de convívio.

A Dr. Denise Pinheiro da Costa, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, pela identificação das amostras de musgos.

Ao técnico do Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Tiago e ao colega e amigo Hiram, pela ajuda na identificação do material botânico.

Ao professor Dr. Jorge Maeda e ao Dr. André, pela ajuda na estatística dos dados.

Ao professor Dr. Marcos Gervásio pela ajuda na classificação dos perfis de solo.

A professora Dr. Sílvia e ao professor Dr. Lelis, por terem me sinalizado os passos, dando-me informações que me permitiram chegar até o PPGCAF.

A fisioterapeuta Miriam e toda sua equipe, que estiveram sempre prontas a me socorrer em todos os momentos que precisei.

A FAPERJ, pela concessão da bolsa.

## RESUMO GERAL

ROPPA, Cristiane. **Avaliação da dinâmica de restauração de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica em uma região de exíguos atributos ambientais, Nova Iguaçu - RJ.** 2009. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

Em um enclave da Mata Atlântica com condições ambientais adversas, fortemente submetido a intenso uso dos solos no século XIX e, ausência de medidas conservacionistas até 1995, deram origem a paisagens com distintos níveis de degradação, onde os processos perduram até a presente data, trazendo sérios prejuízos a sociedade. Os desafios metodológicos para reverter os processos de degradação ainda não foram equacionados. Neste estudo se avaliou três estratégias de reflorestamentos com densidades similares, com 13 anos, e diferentes combinações de espécies rústicas (tratamentos - Ti): (T1 – com predomínio de 73% de *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), constando o restante de 9% de *Corymbia citriodora* e 18% de nativas regionais; T2 – com predomínio de 82% de *Corymbia citriodora* (eucalipto) e o restante 9% de *Mimosa caesalpiniiifolia* e 9% de nativas regionais; T3 – com predomínio de 75% de nativas, contendo também 15% de *Mimosa caesalpiniiifolia* e 10% de *Corymbia citriodora*), comparados com testemunha, representada por pastagens abandonadas com predomínio de *Panicum maximum* (capim-colonião) (T0). Foi selecionadas área com floresta secundária (T4) para referência de restauração. Foram realizados estudos dos processos ecológicos em parcelas permanentes com similares características ambientais durante os anos 2007 e 2008. O tratamento T2 apresentou melhor desenvolvimento silvicultural e o T3 tendência de restauração sustentável, segundo dados obtidos dos parâmetros: filtragem de energia solar, produção e decomposição de serapilheira, biomassa de raízes finas, ingresso de espécies colonizadoras espontâneas, características físicas do solo e biomassa de musgos. Informações, que permitiram aproximar o T3 aos dados registrados na área referência (T4).

**Palavras-chave:** Ecossistemas frágeis, Áreas Degradadas, Restauração, Reflorestamento, Construção de Ecossistemas.

## ABSTRACT GENERAL

ROPPA, Cristiane. **Evaluation of the restoration dynamics of Atlantic Forest disturbed ecosystems in a region of rare environmental attributes, Nova Iguaçu - RJ.** 2009. 133p. Dissertation (Master's Degree in Environmental Sciences and Forests). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

In one imbeds of the Atlantic Forest with adverse environmental conditions, highly submitted to intense soil use at the XIX century, and without any conservationist measures until 1995, originated landscapes with different degradation levels, where degradation process still happen in now days bringing many damages to local society. The methodological challenges to revert the degradation processes still were not set out. In this study was evaluated three strategies reforestations of similar densities, with 13 years, and different combinations of rustic species (treatments - Ti): (T1 – supremacy of 73% of *Mimosa caesalpinifolia* (sabiá), your remaining were consisting of the 9% of *Corymbia citriodora* and 18% of native regional; T2 - supremacy of 82% of *Corymbia citriodora* (eucalyptus) and the remaining 9% of *Mimosa caesalpinifolia* and 9% of native regional; T3 - supremacy of 75% of native, also containing 15% of *Mimosa caesalpinifolia* and 10% of *Corymbia citriodora*). These treatments were compared with witness represented by abandoned pastures with supremacy of *Panicum maximum* (grass-colonião) (T0). An area was selected with secondary forest (T4) for restoration reference. Studies of the ecological processes were maked in permanent plots with similar environmental characteristics during the years of 2007 and 2008. The treatment T2 presented the best silvicultural development and T3 the best tendency of sustainable restoration, according to obtained data from the parameters: sun light energy, litterfal production and decomposition, thin roots biomass, entrance of spontaneous species, soil physical characteristics and biomass of mosses. These informations allowed the approximation of T3 with the data registered in the reference area (T4).

**Key words:** Fragile ecosystems, degraded areas, restoration, reforestation, ecosystem construction



## ÍNDICE DE FIGURAS

1: Área de abrangência do estudo, situada na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha, Nova Iguaçu – RJ, com as áreas de estudo destacadas. E: 1:10.000. (Fonte: Google Earth, 2008). .....	3
I-1: Diâmetros de copa, sendo D1 = menor diâmetro e D2 = maior diâmetro.....	15
I-2: Levantamento da regeneração espontânea pelo método de pontos.. .....	16
I-3: Classe de distribuição dos diâmetros dos indivíduos arbóreos dos tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008. (Continua).....	23
I-4: Distribuição dos valores máximo, mínimo e média para os DAPs (cm) dos indivíduos arbóreos, de cada um dos tratamentos avaliados (T1- predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu - RJ. 2008.....	24
I-5: Distribuição dos valores máximo, mínimo e média para a altura total (m), dos indivíduos arbóreos de cada um dos tratamentos avaliados (T1- predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu - RJ. 2008.....	25
I-6: Distribuição por hábito, para o total de espécies da regeneração amostradas na testemunha T0 (pastagem), na área de referência T4 (floresta secundária) e nos tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), nos períodos de verão e inverno. Nova Iguaçu – RJ, 2008.....	35
I-7: Variação sazonal das espécies da regeneração na testemunha (T0 – pasto), referência (T4 – floresta secundária) e tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas). Onde a linha vermelha corresponde ao período de verão/2008 e a azul ao período de inverno/2008, enquanto as linhas em preto representam o ajuste pelo modelo logarítmico E, sendo a linha pontilhada para o período de verão e a linha inteira para o período de inverno. Nova Iguaçu – RJ. ....	47
II-1: Variação anual da intensidade de luz, para a testemunha (T0 - pastagem), tratamentos (T1 - predomínio de sabia, T2 - predomínio de eucalipto e T3 - predomínio de nativas) e área de referência (T4 - floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	67
II-2: Diferentes tipos de ecounidades, de acordo com a abertura do dossel. (Fonte: Suganuma et al., 2008). .....	68
II-3: Produção mensal de serapilheira em relação a precipitação mensal, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá (B), T2 – predomínio de eucalipto (C) e T3 – predomínio de nativas (D)), testemunha (T0 – pastagem (A)) e referência (T4 – floresta secundária (E)). Nova Iguaçu- RJ, 2008. (Continua).....	69
II-4: Produção mensal de serapilheira em relação a temperatura média mensal, para a referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	72

## ÍNDICE DE TABELAS

I-1: Espécies florestais plantadas nos tratamentos de restauração de ecossistemas perturbados, com sua respectiva forma de dispersão e famílias botânicas.....	13
I-2: Médias dos parâmetros quantitativos avaliados para os tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e da referência (T4 – floresta secundária), onde s corresponde ao desvio padrão, CV ao coeficiente de variação experimental, QM ao quadrado médio, VT ao valor do teste (Kruskal-Wallis) e P a probabilidade a 5%. Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	20
I-3: Informações da literatura de altura e DAP, para as espécies pioneiras antropizadas utilizadas na composição dos tratamentos.....	21
I-4: Sobrevivência para cada uma das espécies implantadas nos tratamentos (T1 –predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas). Nova Iguaçu – RJ, 2008. ....	28
I-5: Médias das características de vitalidade e qualidade do fuste, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e referência (T4 – floresta secundária). Onde s corresponde ao desvio padrão, VT ao valor do teste (Kruskal-Wallis) e P a probabilidade a 5%.....	29
I-6: Espécies amostradas na testemunha T0 (pastagem de capim-colonião), referência T4 (floresta secundária) e tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 - predomínio de nativas), Nova Iguaçu – RJ. Onde: * corresponde ao período de verão e x ao período de inverno. (Continua).....	31
I-7: Estatística da análise de regressão da curva do coletor, ajustada pelo modelo logarítmico E, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha T0 (pastagem) e área de referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008.....	40
I-8: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da testemunha T0 (pastagem com capim-colonião), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	42
I-9: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1 (predomínio de sabiá), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância. ....	42
I-10: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2 (predomínio de eucalipto), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.. ....	43
I-11: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3 (predomínio de nativas), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR =	

densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	44
I-12: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da referência T4 (floresta secundária), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	45
I-13: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1 (predomínio de sabia), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	46
I-14: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2 (predomínio de eucalipto), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	46
I-15: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3 (predomínio de nativas), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	47
I-16: Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da referência T4 (floresta secundária), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.....	47
I-17: Índice de diversidade de Shannon (H'), para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 - floresta secundária), nos dois períodos de amostragem da regeneração. Nova Iguaçu, RJ. 2008.....	50
I-18: Índice de similaridade de Sørensen (%) da regeneração do período de verão, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 - floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008.....	51
I-19: Espécies arbóreas amostradas na área de referência T4 (floresta secundária), onde GE corresponde ao grupo ecológico das espécies. Nova Iguaçu – RJ, 2008.....	53
II-1: Espécies florestais plantadas nos tratamentos de restauração de ecossistemas perturbados, com sua respectiva forma de dispersão e famílias botânicas.....	62
II-2: Correlação (r) da produção mensal de serapilheira com a temperatura média mensal e a precipitação mensal, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	72
II-3: Médias do material vegetal remanescente da decomposição (%), nas quatro coletas avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 –	

predomínio de nativas), testemunha (T0 - pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde CV corresponde ao coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	73
II-4: Médias da serapilheira acumulada sobre o solo ( $t\ ha^{-1}$ ), para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde $s$ = desvio padrão e CV = coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008..	74
II-5: Médias da densidade de raízes finas vivas (RV), densidade de raízes fina mortas (RM) e massa seca de raízes finas vivas (M), nas três classes de profundidades avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	76
II-6: Densidade do solo ( $ds$ ), para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde $s$ corresponde ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	78
II-7: Médias da resistência a penetração no solo (MPa), nas três profundidades avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde VT acorresponde o valor do teste de Kruskal-wallis. Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	79
II-8: Massa seca de musgos, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e referência (T4 – floresta secundária), onde $s$ corresponde ao desvio padrão, CV ao coeficiente de variação e VT ao valor do teste de Kruskal-Wallis. Nova Iguaçu- RJ, 2008.....	81

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

I-1: Diâmetro a altura do peito a partir do CAP.....	14
I-2: Média dos diâmetros.....	14
I-3: Área basal (m <sup>2</sup> ).....	14
I-4: Cobertura de copa total (%).....	15
I-5: Densidade relativa.....	17
I-6: Vigor absoluto.....	17
I-7: Vigor relativo.....	17
I-8: Média de toques.....	17
I-9: Frequência ou cobertura absoluta.....	18
I-10: Frequência ou cobertura relativa.....	18
I-11: Valor de importância.....	18
I-12: Índice de Diversidade de Shannon.....	18
I-12: Similaridade de Similaridade de Sørensen.....	18
II-1: Massa remanescente (%).....	63
II-2: Resistência à penetração (MPa).....	65

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I – SUSTENTABILIDADE DA RESTAURAÇÃO DE TRÊS REFLORESTAMENTOS COM DIFERENTES ESPÉCIES RÚSTICAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Localização.....	11
2.2 Caracterização dos Tratamentos.....	12
2.3 Caracterização Silvicultural.....	14
2.3.1 Características quantitativas .....	14
2.3.2 Características qualitativas .....	15
2.3.3 Análise estatística .....	16
2.4 Avaliação da Regeneração.....	16
2.5 Classificação das Espécies em Grupos Ecológicos .....	19
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
3.1 Caracterização Silvicultural.....	19
3.1.1 Características quantitativas .....	19
3.1.2 Características qualitativas .....	29
3.2 Avaliação da Regeneração.....	31
3.2.1 Distribuição das espécies por hábito .....	33
3.2.2 Variação sazonal da colonização.....	36
3.2.3 Parâmetros fitossociológicos das espécies .....	41
3.3 Sustentabilidade da Restauração .....	51
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE COMPONENTES DO ECOSSISTEMA NOS PROCESSOS DE RESTAURAÇÃO PROVIDOS POR REFLORESTAMENTOS.....</b>	<b>56</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>57</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>58</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>61</b>
2.1 Localização.....	61
2.2 Caracterização dos Tratamentos.....	61
2.3 Quantificação da Incidência de Energia Solar.....	62
2.4 Avaliação da Produção e Decomposição da Serapilheira .....	63
2.5 Quantificação da Biomassa de Raízes Finas .....	63
2.6 Caracterização Física do Solo.....	64
2.7 Avaliação de Musgos .....	65

2.8 Análise Estatística .....	66
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
3.1 Quantificação da Incidência de Energia Solar.....	66
3.2 Produção Mensal, Acumulada e Decomposição da Serapilheira .....	68
3.2.1 Produção mensal de serapilheira .....	68
3.2.2 Decomposição da serapilheira.....	73
3.2.3 Serapilheira acumulada .....	74
3.3 Quantificação da Biomassa de Raízes Finas .....	75
3.4 Caracterização Física do Solo.....	78
3.5 Avaliação de Musgos .....	81
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo da história da humanidade, o ser humano manteve estreita dependência das florestas, tanto retirando matéria-prima para seu sustento (caça, pesca, coleta de frutos, sementes, raízes e demais produtos da floresta), como usufruindo os seus serviços (água, amenização térmica, biodiversidade, controle homeostático dos ecossistemas). Esta relação foi experimentando simples atividades (extrativismo) até atividades complexas (período industrial), onde a exploração foi, muitas vezes, depredatória e sem conhecimento da dimensão dos impactos causados ao ambiente.

O extrativismo mineral e vegetal desordenado, construção de hidrelétricas e grandes empreendimentos, sem os devidos cuidados ambientais, tem contribuído para agravar o quadro dos problemas ambientais desta geração, comprometendo as futuras, com os passivos deixados.

Associado aos usos indevidos, há a formação de ecossistemas naturalmente frágeis, devido as suas condições ambientais variáveis em função de agentes climáticos, topográficos e geológicos, originando solos pobres, ambientes submetidos a déficit hídrico pronunciado. Nestes uma simples intervenção pode comprometer toda a estrutura e funcionamento dos ecossistemas, levando-os a uma condição de degradação de difícil reversibilidade, a qualquer custo e prazo.

Os ecossistemas naturais continuam sendo constantemente pressionados pelas demandas econômicas externas, tendo iniciado pela cultura do café no século XVIII, até as commodities agrícolas, minerais e industriais. Todas elas geram problemas ambientais se não forem adotadas medidas mitigadoras pertinentes, sendo de difícil percepção pelas sociedades contemporâneas, principalmente os usuários imediatos das terras (beneficiários diretos), como os produtores de soja do cerrado, uma vez que, ao se exaurir os ecossistemas, eles migram para outras regiões e se ajustam as novas culturas de demanda internacional, gerando novos problemas e sem assimilar os passivos.

A área de domínio ecológico da Mata Atlântica abriga um extenso território, porém a vegetação remanescente encontra-se distribuída em fragmentos isolados, que totalizam aproximadamente 7,0 % de sua cobertura original, onde mais da metade da população brasileira exercem suas funções sociais (SOS MATA ATLÂNTICA, 2008), causando alguma forma de pressão de uso. Nestas áreas remanescentes, existem diversidade biológica e endemismo. A Mata Atlântica está inserida entre as cinco regiões que apresenta os maiores índices de endemismo de plantas vasculares e vertebrados (com exceção de peixes), abrigando aproximadamente 1.810 espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios, das quais 389 são endêmicas (MMA, 2000).

Em Nova Iguaçu, o cenário de perturbação e desestruturação dos ecossistemas se deveu a citricultura intensiva no final do século XIX (PMNI, 2007), que ocupou as encostas da Serra do Madureira-Mendanha, desestabilizando os ecossistemas, aumentando a erosão e empobrecendo os solos. Estes processos reduziram a produtividade da terra, geraram o abandono das culturas na década de 1930 (PMNI, 2007), dando origem a um novo ciclo de desenvolvimento regional, onde o predomínio foi o das pastagens rupestres, conformada por espécies rústicas, invasoras de rápido crescimento e agressivas. Isso contribuiu para a erradicação das poucas espécies remanescentes, já que as espécies invasoras são facilmente inflamáveis quando secas. Esse processo é aproveitado pelos pecuaristas extensivos, uma vez que a região é peri-urbana do Rio de Janeiro e apresenta vocação industrial.

Estes novos ciclos de uso se tornaram práticas comuns, mesmo em locais sem



vocação, contribuindo para a desestruturação dos ecossistemas. Essas alterações podem ser observadas nitidamente no Maciço do Madureira–Mendanha, localizado ao sul do município de Nova Iguaçu, o qual passou por vários ciclos econômicos (lavoura de cana-de-açúcar, cafeicultura, citricultura), predominando atualmente pastagens (parte superior), pedreiras e loteamentos na base da serra.

Com a crescente conscientização de limitação dos recursos naturais e com o maior conhecimento e difusão dos serviços ambientais prestados pela natureza, nos últimos anos tem aumentado a preocupação de preservar e conservar os recursos naturais, surgindo os programas de restauração de ecossistemas florestais, os quais passaram a ser mais difundidos no Brasil, a partir da década de 90. Inicialmente, as técnicas silviculturais foram postas em prática nos programas de restauração, apresentando resultados incipientes e gerando a necessidade de se buscar apoio em bases teóricas de funcionamento dos ecossistemas para formular modelos conceituais, que podem garantir a sustentabilidade ambiental dos processos de restauração.

A restauração florestal tem levado o homem a um questionamento mais aprofundado na busca de soluções para a recuperação dos remanescentes florestais. Um olhar consciente, na busca de detalhes que podem fazer a diferença no conjunto do ecossistema, interpretando as interações entre os seus componentes e as contínuas transformações que se processam no ambiente, como forma de respostas as adaptações que se processam por variações climáticas contínuas, são alguns pensamentos, que tem orientado os programas de restauração. Assumindo que os ecossistemas são dinâmicos, como reconstruí-los? Como proporcionar-lhes condições mínimas, que favoreçam o seu estabelecimento e desenvolvimento em forma similar ao do estado dinâmico natural.

Segundo Gandolfi (1991), os estudos das florestas tropicais têm crescido nas últimas décadas, focando não apenas à sua composição florística e estrutural, mas também, buscando entender a sua dinâmica e aspectos teóricos da sucessão ecológica.

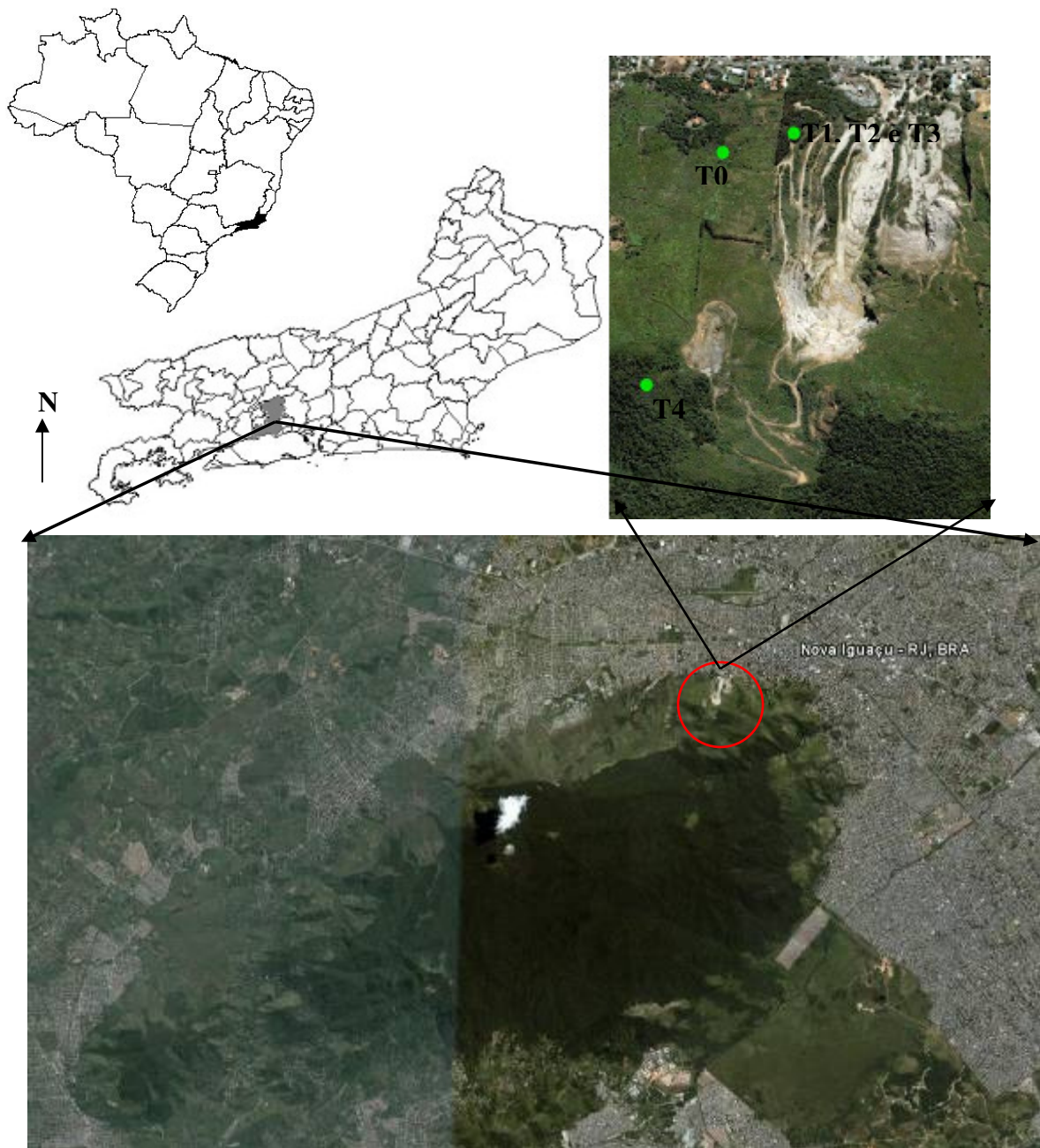
A conservação e restauração dos remanescentes florestais contribuem para a manutenção dos seres vivos, influenciando na qualidade de vida da sociedade. Nesse sentido, faz-se necessário reverter o atual quadro de tendência à degradação dos ecossistemas, através de ações auto-sustentáveis. Somente reflorestar áreas não é suficiente para garantir o sucesso dos projetos de restauração, pois não garante a manutenção dos ecossistemas e suas funções. É necessário entender a dinâmica de cada ecossistema local, para acertar os passos na restauração.

Este trabalho aborda a sustentabilidade da restauração de ecossistemas perturbados a partir da análise da estrutura de três reflorestamentos com diferentes combinações de espécies rústicas (Capítulo I) e a influência destes reflorestamentos nos processos de restauração (Capítulo II).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### Localização

A área de estudo situa-se na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha (Figura 01), no município de Nova Iguaçu, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 01:** Área de abrangência do estudo, situada na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha, Nova Iguaçu – RJ, com as áreas de estudo destacadas. E: 1:10.000. (Fonte: Google Earth, 2008).

## **Clima**

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, varia de Tropical de Altitude (Cwa) nas cristas da Serra a Tropical (Aw) nas áreas baixas, ambos caracterizados por verão chuvoso e inverno seco. A média anual de temperatura varia entre 17 a 22° C (Cwa) e 22 a 24° C (Aw). A precipitação média anual é de 1.212 mm (MATTOS *et al.*, 1998). O período de seca (inverno) ocorre, principalmente entre os meses de maio e setembro, estando as precipitações concentradas entre outubro e março (FIDERJ, 1978).

## **Solos**

O material geológico originário do tipo rochas gnáissicas, alcalinas e graníticas, quando intemperizados deram origem aos solos: Latossolos Álicos e Distróficos pouco profundos, associados a Cambissolos e Neossolos Litólicos, pouco desenvolvidos, com afloramentos rochosos, propiciado pelo relevo montanhoso (LUMBRERAS *et al.*, 2003). Os Neossolos Litólico não apresentam alterações expressivas em relação ao material de origem devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos (EMBRAPA, 2006) e, também, pelas características do relevo local, que condicionam o predomínio de solos rasos (DANTAS, 2001).

Entre as principais unidades de solo que ocorrem nas partes mais elevadas das serras do maciço do Gericinó-Madureira-Mendanha estão os Latossolos Vermelho-Amarelo álicos e Argissolos, predominando os Latossolos Vermelho-amarelo álicos em superfícies com relevo fortemente ondulado ou montanhoso, ocorrendo ocasionalmente em áreas onde o relevo é ondulado (SEMUAM, 2001).

## **Geologia**

A Serra do Mendanha está inserida no maciço alcalino Marapicu-Gericinó-Mendanha, que possui aproximadamente 3 Km de largura na sua parte central e cerca de 10 Km de comprimento, com um mergulho no sentido NW (KLEIN & MONTALVANO, 1985). O maciço do Mendanha pertence à formação intrusiva alcalina do Meso-Cenozóico e aflora no extremo SW do Rio de Janeiro, situando-se no alinhamento WNW-ESE e está correlacionado com o maciço do Marapicu, situado a oeste, abrangendo também o segmento oriental da serra do Madureira, no município de Nova Iguaçu (SILVA, 2001).

Na parte setentrional do maciço Marapicu-Gericinó-Mendanha, esta localizado o Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu, cuja estrutura compreende essencialmente um depósito de aglomerado vulcânico central, com bombas, tufos e lapilli abundantes, com sua cratera em forma de cone com diâmetro de 700 metros e concavidade voltada para leste (KLEIN, 1993). Devido às condições do clima tropical, que favorecem a ocorrência de processos erosivos, o cone do vulcão foi erodido, desaparecendo ainda mais rapidamente pela denudação da região. A superfície exposta é de estrutura subvulcânica, onde os corpos sieníticos do Mendanha correspondem à câmara magmática (MOTOKI & SICHEL, 2006).

A Serra do Mendanha apresenta rochas intrusivas alcalinas, classificadas na associação do tipo 4, onde ocorrem rochas plutônicas, vulcânicas e hipabissais, representadas por sienitos, brechas magmáticas intrusivas, brechas vulcânicas, tufos e aglomerados (BRASIL, 1983). A maior parte das intrusões ocorre sob a forma de plútons circunscritos e também na forma de diques (SILVA, 2001).

Entre as rochas que ocorrem na área de abrangência do local do estudo estão os gnaisses, sienitos, traquitos, brechas, lapilitos e aglomerados, além de intrusões tabulares variadas (lamprófiros, álcali-basaltos, fonolitos e traquitos), enquanto que na área de lavra as

unidades litológicas principais são sienitos indiferenciados, brechas heterolíticas e traquitos porfiríticos, as quais foram afetadas por fraturas e são cortadas por intrusões tabulares de composição variada (VALENTE *et al.*, 2005). Conforme descrito por Valente et al. (2005) o sienito apresenta em sua constituição mineralógica álcali-feldspatos (biotita, pirita, fluorita, calcita), sendo comum a presença de encaves de sienitos e mais raramente de basalto. As brechas heterolíticas são principalmente observadas em cotas superiores a 200 metros, na parte oeste da pedreira. Os traquitos porfiríticos incluem três fácies distintas: traquito porfirítico cinza-claro, traquito porfirítico lilás e pórfiro-traquito

## **Geomorfologia**

A Serra do Mendanha pertence a unidade geomorfológica denominada Maciço do Mendanha e consiste de um maciço montanhoso intrusivo isolado, com formato dômico, alongado na direção WSW-ENE, que atinge altitudes superiores a 800 m, a serra do Madureira com 940 m, e delimita-se abruptamente com as baixadas flúvio-marinhas e elevações isoladas. Apresenta cristas paralelas, integrando também nessa unidade o morro do Marapicu (620 m), localizado a sudoeste (DANTAS, 2001). O relevo desta unidade, conforme descrito por Dantas (2001), apresenta condições de moderadamente ondulado, forte ondulado e escarpas, com vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e gradientes de elevado a muito elevado, com sedimentação de colúvios e depósito de tálus. Os colúvios aparecem em maior espessura nas concavidades das bases das vertentes e diminuem gradativamente em direção ao topo das colinas, ocorrendo também matacões e blocos nas encostas em áreas onde não se registram espessuras significativas de colúvio (BRASIL, 1983).

Este maciço apresenta alto potencial à erosão e movimentos de massa, devido à existência de camadas alteradas nas vertentes. A estas características, incluem-se como agentes erosivos os altos índices pluviométricos e a forte pressão urbana a qual é submetido, notadamente nas partes norte-nordeste, onde a cobertura florestal foi substituída por gramíneas (BRASIL, 1983; DANTAS, 2001).

## **Vegetação**

A região pertence ao domínio da Mata Atlântica, estando a área de estudo em um enclave de Floresta Estacional Semidecidual, onde aproximadamente 50% das árvores perdem as folhas na estação seca (inverno com 4 a 6 meses). O ponto mais alto da serra é o Pico do Gericinó (964 m), onde a Floresta Estacional Semidecidual Montana é predominante. Muitos dos ecossistemas pertencem à formação vegetal da Floresta Estacional Semidecidual Submontana e apresentam níveis distintos de alterações e de espécies remanescentes. A floresta é classificada como secundária (IBGE, 1991), apresentando alterações indiretas, guardando diferentes níveis de resiliência. Havendo nas áreas próximas do local de estudo agricultura de subsistência e pecuária extensiva com manejo de queimadas, o que descaracterizou a vegetação original, sendo favorecidas pela presença dos acessos locais.

Os remanescentes florestais não sofrem cortes desde o início do século XX, pois a fronteira agrícola encontra-se em retrocesso por conta da vocação industrial no município. No entanto, eles sofrem ação de queimadas anuais, chamuscando as bordas e consumindo lentamente os fragmentos remanescentes. Já nos locais de difícil acesso os fragmentos resistiram e apresentam-se com fisionomia diferenciada, resguardando níveis de resiliência diferenciados.

## **Antecedentes de perturbação aos ecossistemas da região**

Os primeiros habitantes da região foram os índios Jacutingas que ocuparam as baixadas (PMNI, 2007). Em meados do século XVI chegaram os primeiros colonos europeus em busca de terras férteis para a agricultura, dando início ao conjunto de ciclos econômicos vinculados a conjuntura econômica externa: ciclo da cana-de-açúcar e, posteriormente, o ciclo do café, com a expansão das áreas cultivadas tanto nas baixadas e quanto nas encostas. Finalmente houve o ciclo da citricultura, todos estes ciclos tiveram em comum a atividade interligada com a supressão da vegetação da serra do Madureira-Mendanha (PMNI, 2007). As lavouras de cana-de-açúcar, arroz, milho, mandioca e feijão, foram as principais fontes de renda da região, onde a rentabilidade conjugava alta produtividade e facilidade de escoamento por via fluvial ou terrestre (TCE, 2007).

Os laranjais foram implantados no início do século XIX, aproveitando os terrenos secos onde anteriormente havia cana-de-açúcar. A facilidade de escoamento da produção e as grandes extensões dos plantios tornaram a citricultura no ano 1891, um dos principais elementos das pautas de exportações do País, entrando no seu período áureo na década de trinta (1930-1939), quando Nova Iguaçu foi chamada de “Cidade Perfume”, pois as laranjeiras em floração exalavam cheiro agradável ao longo do roteiro das ferrovias. As exportações foram interrompidas com a primeira guerra mundial e os laranjais entraram em decrepitude, cedendo lugar às atividades industriais e pastagens (TCE, 2007).

Hoje predominam na região a mineração na base da serra e a pecuária extensiva na parte superior. A pecuária ocupa a vertente norte e, é caracterizada por pequenos rebanhos criados de forma extensiva em terrenos alheios, sem investimentos ou agregação de tecnologia. A principal técnica de “renovação” das pastagens é a queimada dos capinzais, prejudicando lenta e gradualmente a vegetação nativa remanescente e os ecossistemas, o que contribui para criar um quadro inercial de tendência à degradação (SPOLIDORO, 1998). Em 2001 as formações florestais ocupavam 9,6% do município, a vegetação secundária (capoeiras e capoeirões) 18,5%, as áreas agrícolas 9,5%, os campos e pastagens 49,4%, as áreas urbanas 6,3% e as áreas degradadas 0,3% (TCE, 2007). Em um período de apenas sete anos os campos e pastagens cresceram 11%, o que não significa um aumento da produção pecuária, enquanto que as florestas foram reduzidas em 42% da sua cobertura original (TCE, 2007).

Todo este quadro de fatores tem contribuído para aumentar os problemas ambientais na região, como a suscetibilidade a processos erosivos, esgotamento do solo, enchentes nas várzeas e enxurradas nas encostas (PMNI, 2007). Diante disto, já foram feitas várias tentativas para implantar projetos de reflorestamentos das encostas, que buscam solucionar tais problemas, mas a maioria não promoveu resultados efetivos, apenas contribuindo para aumentar a biomassa combustível dos incêndios na estação seca.

# **CAPÍTULO I – SUSTENTABILIDADE DA RESTAURAÇÃO DE TRÊS REFLORESTAMENTOS COM DIFERENTES ESPÉCIES RÚSTICAS**

## RESUMO

Foi avaliado o processo de restauração em ecossistemas com exígua oferta de atributos ambientais, situados em parcelas permanentes com características ambientais similares, envolvendo a análise ambiental do desenvolvimento das espécies plantadas há 13 anos, segundo três estratégias diferentes de combinações de espécies rústicas (tratamentos - Ti): (T1 – predomínio de sabiá, 73%; T2 – predomínio de eucalipto, 82%; T3 – predomínio de nativas, 75%). Foram comparadas as características silviculturais dos reflorestamentos formados, seguidos das análises de tendências de restauração/degradação adquiridas em relação a testemunha T0 (pasto sem intervenção e com queimadas) e a referência T4 (vegetação de um fragmento florestal remanescente). O tratamento T2 (predomínio de eucalipto) apresenta melhor desempenho silvicultural, aproveitamento de energia, porém pouco contribui para a restauração. O tratamento T3 (predomínio de nativas) apresenta maior tendência de restauração, tanto por parte das características silviculturais como para a regeneração. O tratamento T1 (predomínio de sabiá) apresenta menor sustentabilidade, logo menor tendência em restauração. A a testemunha T0 (pastagem) continua com a “tendência inercial de degradação”, pois a regeneração natural não evoluiu. A referência T4 (floresta secundária) possui “tendência inercial de restauração”, avançando na sucessão e consolidado os processos ecológicos responsáveis pela sustentabilidade da floresta.

**Palavras-chave:** Silvicultura, Regeneração, Adaptação de espécies.

## ABSTRACT

### CHAPTER I: SUSTAINABILITY OF THE RESTORATION OF THREE REFORESTATIONS WITH PREDOMINANCE OF DIFERENT RUSTIC SPECIES

It was evaluated the restoration process of a ecosystem with low offer of environmental attributes, placed in permanent plots with similar environmental characteristics. The environmental analysis involved the development of planted species 13 years ago, using three different strategies of rustic species combination (treatments - Ti): (T1 - supremacy of *sabiá*, 73%; T2 - supremacy of *eucalipto*, 91%; T3 - supremacy of native species). It was compared the silviculturals characteristics of reforestations formed, followed by the analysis of restoration/degradation tendencies acquired in relation to pasture witness (without interference) and forest (vegetation of a remanescent forest fragment). The treatment T2 (supremacy of *eucalipto*) presented a better silvicultural development, energy utilization, but less contribution to restoration. The treatment T3 (supremacy of natives) showed the highest restoration tendency, in part by silvicultural characteristics and part by spontaneous regeneration. The T1 treatment (supremacy of *sabiá*) presented lower restoration tendency. The T0 witness (pasture) continues with a "inertial degradation tendency" by the lack of natural regeneration development. The T4 reference (secondary forest) has an "inertial restoration tendency", moving forward in the successional process, consolidating ecological processes responsible for the forest sustainability.

**Key-words:** Silviculture, Regeneration, Species adaptation



## 1 INTRODUÇÃO

A restauração ecológica, também chamada por alguns autores de restauração florestal, busca promover o retorno de uma área perturbada ou degradada a condição mais próxima possível da original, de forma que o aspecto estrutural e funcional do ecossistema seja semelhante aos da floresta que havia no local, ou seja, busca-se promover o retorno ao seu estado natural (CAIRNS JÚNIOR & HECKMAN, 1996; SNUC, 2000; FERRETTI, 2002; ENGEL & PARROTTA, 2003; KAGEYAMA & GANDARA, 2005). Ela consiste de uma série de atividades espontâneas ou intencionais que aceleram o retorno de um ecossistema a uma condição auto-sustentável, tendo como base o estabelecimento e a manutenção dos processos ecológicos (PARKER, 1997; ENGEL & PARROTTA, 2003; SER, 2004; RODRIGUES et al., 2007).

A atividade de restauração tem sentido prático quando envolve trabalhos que objetivam a recomposição da saúde ambiental dos ecossistemas via manejo das estruturas das comunidades biológicas, dos processos sucessionais (SER, 2004), podendo reconstruir complexas interações da comunidade (RODRIGUES & GANDOLFI, 2007).

Os agentes causadores de distúrbios nos ecossistemas podem ser divididos em função da sua natureza em: antrópica (p.ex. atividades agrícolas ou florestais, pecuária, queimadas, desmatamento, construção de grandes empreendimentos, introdução de espécies animais e vegetais, poluentes químicos) e natural (p.ex. fogo, geada, granizo, neve, tempestades, enchentes, salinização, secas, resfriamento, abertura de clareiras, radiação intensa, deslizamentos), sendo estes fatores responsáveis pela modificação dos ecossistemas (COATES & BURTON, 1997; HAVEN et al., 2001; LARCHER, 2004; SER, 2004; DREW, 2005; ATTANASIO et al., 2006; BEGON et al., 2007; REIS-DUARTE & GALVÃO-BUENO, 2007). Estes fatores condicionam diferentes níveis de perturbação, variando desde muito pouco (ecossistemas perturbados) até extremos (ecossistemas degradados), onde, sem apoio externo, não há condições dos ecossistemas se recuperarem dentro de uma perspectiva de vida humana, definindo as áreas degradadas (VALCARCEL & SILVA, 1997). Já os ecossistemas perturbados são ambientes que sofreram distúrbio, mas mantiveram meios de regeneração biótica, ou seja, um nível mínimo de resiliência capaz de promover a auto-regeneração (CARVALHO, 2000; CARPANEZZI, 2005).

As áreas objeto do presente estudo encontram-se na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha, onde predomina a formação de Florestas Estacionais (IBGE, 1991), sob um enclave fitogeográfico dentro da Mata Atlântica. No cenário regional encontram-se muitos ecossistemas perturbados decorrentes das atividades realizadas pela sucessão dos ciclos econômicos da cana-de-açúcar, café, citricultura, culturas de subsistência, pastagens e mineração (PMNI, 2007). Estes ecossistemas foram ainda mais prejudicados pelas condições ambientais exíguas do bioma, tais como o regime irregular de distribuição das chuvas, encostas com rampas longas (1000 m), declividade acentuada, exposição desfavorável do relevo a perda de umidade e interceptação horizontal das frentes frias (SPOLIDORO, 1998), ocorrência de solos rasos (DANTAS, 2001), com baixa capacidade de retenção de umidade.

Os ecossistemas perturbados podem se restaurar naturalmente, dependendo da combinação entre a intensidade dos agentes degradantes e o grau de resiliência (VALCARCEL & SILVA, 1997). Quando as magnitudes dos agentes causadores distúrbios afetam a resiliência, fragilizando os ecossistemas, ações de restauração permitem acelerar os processos de restauração, catalizando o estabelecimento da regeneração natural e criando condições para a sua auto-sustentabilidade (ENGEL & PARROTTA, 2003).

Ecossistemas perturbados em processos de restauração, sem fontes naturais de propágulos, tem dificuldades para estabelecer uma sucessão vegetal (ATTANASIO et al., 2006; BEGON et al., 2007) sendo necessário promover reflorestamentos com a função de induzir a regeneração (JESUS & ROLIM, 2005; KAGEYAMA & GANDARA, 2005; ATTANASIO et al., 2006). Todavia, os processos de restauração não devem ser vistos de forma reducionista como um simples plantio de árvores, sendo fundamental considerar os processos ecológicos que atuam no desenvolvimento dos estágios sucessionais e contribuem para o estabelecimento de florestas sustentáveis (ENGEL & PARROTTA, 2003; RODRIGUES & GANDOLFI, 2004; REIS-DUARTE & GALVÃO-BUENO, 2007).

No Brasil, a maioria das espécies plantadas em áreas perturbadas ou degradadas são exóticas, destacando-se os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, por serem rústicas e agressivas (CARVALHO, 2000), assim como as *Acacias* (FARIA & CAMPELLO, 2000), possibilitando o seu desenvolvimento mesmo em ambientes com baixa oferta de atributos ambientais.

Como a restauração dos ecossistemas compreende a reconstituição a níveis mais próximo possível das condições originais (SNUC, 2000), admite-se nas fases iniciais dos processos o uso de espécies exóticas (CARVALHO, 2000; JESUS & ROLIM, 2005), pois elas contribuem para a melhoria das condições do ecossistema, agregam propriedades emergentes e permitem o estabelecimento de espécies exigentes.

Conhecer o desenvolvimento silvicultural e a ecologia das espécies utilizadas nos plantios heterogêneos, com finalidade de promover a restauração, tem chamado a atenção de técnicos e pesquisadores, que buscam selecionar espécies adequadas para cada ecossistema, pois as funções exercidas pelas espécies e suas interações constituem um diferencial para reduzir esforços nas atividades de restauração (BARBOSA & BARBOSA, 2007). Além disso, avaliações da densidade e diversidade em áreas com regeneração natural sob reflorestamentos, relacionando os aspectos florísticos e estruturais, também permitem diagnosticar o nível de sustentabilidade dos ecossistemas em restauração (DURIGAN, 2007), onde estudos fitossociológicos podem fornecer indicativos do estado em que se encontra a comunidade (ROSA et al., 2008).

Este capítulo teve como objetivo avaliar a estrutura, a partir da caracterização silvicultural de reflorestamentos com diferentes combinações de espécies rústicas (tratamentos - Ti): (T1 – predomínio de sabiá, 73%; T2 – predomínio de eucalipto, 91%; T3 – predomínio de nativas), implantadas como estratégia de restauração; analisar a regeneração espontânea e avaliar as tendências de restauração/degradação após os 13 anos de plantio, em uma região com exíguas ofertas de atributos ambientais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização

A área de estudo localiza-se na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, no município de Nova Iguaçu – RJ. Os tratamentos encontram-se nas coordenadas UTM: T0 (657190 E; 7481817 N); T1, T2 e T3 (657359 E; 7481867 N); T4 (657015 E; 7481207 N).

Uma descrição mais detalhada da área se encontra anteriormente no item da caracterização da área de estudo.

## 2.2 Caracterização dos Tratamentos

Como tratamentos foram considerados os plantios equianos, em sítios edáficos similares e densidades semelhantes, efetuados em 1995, em 7, 75 ha, pelo Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas/UFRRJ, devido as exigências legais constadas no PRAD da Pedreira Vigné. Foram definidos três arranjos de espécies florestais (pioneiras antropizadas e nativas), uma testemunha sem reflorestamento (pastagem natural) e uma referência (remanescente de fragmento florestal espontâneo).

O meio físico da área de plantio apresenta características similares: declividade, ângulo de incidência de ventos, exposição solar, orientação do escoamento, comprimento de rampa, profundidade de solo, proximidade de fonte de propágulos, área de captação a montante, proximidade de acessos carroçáveis e altitude (CORTINES, 2005). Já a área testemunha com floresta localiza-se a 235 m acima da área com os plantios. Tanto a área dos tratamentos quanto a das testemunhas foram selecionadas considerando a similaridade dos fatores abióticos do meio físico, de modo a garantir a oferta similar de atributos ambientais, tornando homogêneos esses fatores de modo que se permita inferir os resultados com a relação entre componentes bióticos.

Os tratamentos T1, T2 e T3 se constituem em reflorestamentos com composições de espécies pioneiras nativas regionais e pioneiras antropizadas. Sendo as espécies pioneiras aquelas que não ocorrem no sub-bosque e desenvolvem-se em clareiras ou bordas de mata (GANDOLFI et al. 1995). Como espécie pioneira antropizada, considerou-se as espécies de outros ecossistemas trazidas pelo homem, como *Mimosa caesalpiniiifolia*, nativa da região Nordeste (LORENZI, 2002) e *Corymbia citriodora* nativa da Austrália.

No tratamento 1 (T1 – predomínio de sabiá) foram utilizadas 82% de espécies pioneiras antropizadas, sendo 73% de *Mimosa caesalpiniiifolia*, 9% de *Corymbia citriodora* e o restante, 18% de espécies nativas regionais. O tratamento 2 (T2 – predomínio de eucalipto) constou de 91% de espécies pioneiras antropizadas, constando de 9%, 82% e 9% para *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Corymbia citriodora* e nativas regionais, respectivamente. No tratamento 3 (T3 – predomínio de nativas) foi utilizado 25% das espécies pioneiras antropizadas, contendo 15% de *Mimosa caesalpiniiifolia*, 10% de *Corymbia citriodora* e 75% de nativas regionais distribuídas entre 7 espécies. As espécies utilizadas nos reflorestamentos encontram-se na Tabela I-1.

**Tabela I-1:** Espécies florestais plantadas nos tratamentos de restauração de ecossistemas perturbados, com sua respectiva forma de dispersão e famílias botânicas.

<b>Espécies Plantadas</b>	<b>GE</b>	<b>Dispersão</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Família</b>
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (sabiá)* <sup>1</sup>	P	Autocórica	08	01	03	Fabaceae - Mimosoideae
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) L.A. Jonson & K.D. Hill. (eucalipto) <sup>3</sup>	P	Anemocórica	01	09	02	Myrtaceae
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (aroeira-vermelha) <sup>3</sup>	P	Zoocórica	-	-	02	Anacardiaceae
<i>Acacia polyphylla</i> Dc. (monjoleiro) <sup>2</sup>	P	Autocórica	01	-	05	Fabaceae – Mimosoideae
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. (pau-ferro) <sup>2</sup>	SI	Barocórica	-	-	02	Fabaceae – Caesalpinoideae
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. (ipê-verde) <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	01	Bignoniaceae
<i>Psidium guajava</i> L. (goiabeira) <sup>2</sup>	P	Zoocórica	01	01	01	Myrtaceae
<i>Senna sp</i> <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	03	Fabaceae - Caesalpinoideae
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld (jacarandá bico-de-pato) <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	01	Fabaceae – Faboideae
Densidade (ind/ha)			1.923	2.222	2.000	

\* Nota: 1. Decídua, 2. Semidecídua e 3. Perenifólia; P-Pioneira, SI-Secundaria Inicial. Fonte: Lorenzi (2002a; 2002b modificado).

A testemunha (T0) corresponde à pastagem natural, sem manejo, onde predomina o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), com 25,019 ha, a qual foi abandonada no final do século XIX, permanecendo sem nenhuma forma de intervenção conservacionista, submetidas anualmente a queimadas espontâneas e induzidas pelo homem. Ela não reflete os efeitos dos reflorestamentos. Já a referência T4 representa um fragmento de floresta secundária, de aproximadamente 4,475 ha, pertencente a formação da Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 1991), com mais de 100 anos, segundo evidências fotográficas analisadas nos arquivos da comarca de Nova Iguaçu.

Em cada tratamento foi delimitada uma parcela permanente de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), dentro de um talhão, com características similares do meio físico, a qual foi subdividida em subparcelas de 5 x 5 m para fins de cálculos estatísticos. A busca de áreas fisicamente semelhantes para igualar os efeitos dos fatores ecológicos entre os tratamentos, acabou gerando limitação, reduzindo o tamanho da área amostral. A caracterização silvicultural dos indivíduos arbóreos e levantamentos da regeneração por método fitossociológico que mede distância entre plantas, foram feitos nas parcelas permanentes.

Para avaliar as habilidades dos reflorestamentos em restaurar o ecossistema, se utilizou como estratégia a quantificação indireta dos resultados produzidos pelas ofertas diferenciadas de propriedades emergentes, onde o parâmetro monitorado foi a regeneração espontânea sob os reflorestamentos (VALCARCEL & SILVA, 1997) e o próprio desenvolvimento das espécies plantadas.

## 2.3 Caracterização Silvicultural

### 2.3.1 Características quantitativas

Foram mensurados os seguintes parâmetros para os indivíduos arbóreos: circunferência a altura do peito (CAP;  $\simeq$  1,30 m do solo), altura total e comercial, diâmetro de copa e sobrevivência, avaliados de acordo com metodologias descritas por FINGER (1992). Para as espécies arbóreas da testemunha T4 (floresta secundária) foram considerados todos os indivíduos com CAP  $\geq$  15 cm (DAP  $\geq$  4,77 cm).

Para sobrevivência dos indivíduos que foram implantados, contou-se o número de indivíduos arbóreos remanescentes de cada tratamento comparando-se com o número de indivíduos implantados inicialmente. Para isso, foi considerada a semelhança de características como altura, CAP, base do tronco para as espécies que se bifurcam, forma das bifurcações e distribuição mais ou menos alinhada.

Para obtenção do CAP, foi utilizada fita métrica, tomando-se o valor da circunferência do fuste de cada indivíduo. Posteriormente esse foi transformado em DAP (diâmetro a altura do peito) (Equação I-01). A média dos diâmetros foi calculada conforme equação I-02.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (I-01)$$

Onde:

DAP = Diâmetro a altura do peito a 1,30 m (cm);

CAP = Circunferência a altura do peito a 1,30 m (cm);

$$\bar{D} = \frac{d1 + d2 + \dots + dn}{n} \quad (I-02)$$

Com os dados de DAP de cada árvore foi determinada a área basal individual (Equação I-03), transformada posteriormente para a área basal/hectare (G).

$$g = \frac{DAP^2 * \pi}{4} \quad (I-03)$$

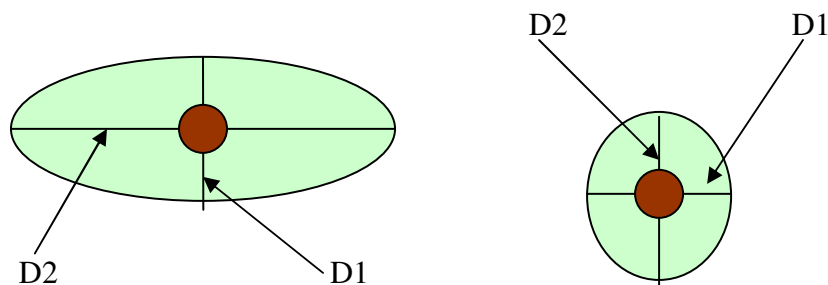
Onde:

g = área basal (m<sup>2</sup>)

DAP = diâmetro a altura do peito a 1,30 m (m).

A mensuração da altura comercial foi realizada com auxílio de uma vara graduada de 6 m posicionada ao longo do eixo da árvore, tomando-se a leitura no início da primeira bifurcação e em condições que o fuste ultrapassava a altura da vara, o restante estimava-se. Para a altura total, estimou-se a altura da copa por comparação com a altura da vara graduada, somando-se esta medida com a altura comercial.

O diâmetro da copa foi obtido através da distância da projeção da copa no solo, tomando-se a média entre o maior e o menor diâmetro (diâmetros horizontal e vertical) (Figura I-1).



**Figura I-1:** Diâmetros de copa, sendo D1 = menor diâmetro e D2 = maior diâmetro.

Com o valor do diâmetro médio foi calculada a área de cobertura de copa individual e essa foi utilizada na equação I-04 para determinação do índice de cobertura total dos tratamentos (GREIG-SMITH, 1964).

$$C = 100 \cdot \sum \frac{C_i}{A} \quad (\text{I-04})$$

Onde:

C = grau de cobertura de copa (%);

C<sub>i</sub> = cobertura individual (m<sup>2</sup>);

A = área útil da parcela (m<sup>2</sup>).

### 2.3.2 Características qualitativas

Entre as características físicas, foram avaliados o estado fitossanitário (vitalidade) e qualidade do fuste, conforme descrito por Tonini et al. (2006), a presença de gomose em eucaliptos e a forma das copas.

Para a avaliação do estado fitossanitário, observou-se características dos indivíduos que indicassem o grau de sanidade, tais como: condições de vitalidade (saudável ou morrendo), presença de doenças, ataque por fungos e/ou insetos, competição com lianas. Para cada indivíduo atribuiu-se valores de “0 a 6”, sendo que 0 representava condições muito ruim e 6 muito boa (TONINI et al, 2006). Já na avaliação da qualidade do fuste, atribuiu-se valores de “1 a 3”, sendo que 1 representava indivíduos com tronco levemente tortuoso, 2 troncos tortuosos e 3 muito tortuosos.

Para avaliação da “gomose do eucalipto” (“pau-preto”), de acordo com Moura et al. (1992), foi utilizada uma escala de valores de “0 a 4”, onde diferentes graus de severidade da doença foram dados a cada árvore:

"0" - ausência do sintoma;

"1" - retenção parcial da casca com pouca exudação de "kino";

"2" - retenção total da casca com bastante exudação de "kino";

"3" - forte exudação em toda extensão do tronco ("pau-preto" típico);

"4" - "pau-preto" típico, com seca de ponteiro ou morte devido à doença;

Foi observado o escurecimento do tronco em função da exudação de um líquido avermelhado, que segundo Moura et al. (1992) é comum em condições de clima subtropical e tropical com período de seca prolongado, onde o líquido, ao entrar em contato com o ar, oxida-se dando a coloração escura ao tronco. Conforme Moura et al. (1992) sua formação pode ocorrer tanto na região do floema como do xilema, variando de acordo com o grupo de espécies de *Eucalyptus*.

Quanto ao formato das copas, estas foram classificadas de acordo com Santos & Teixeira (2001) em: 1 (arredondada ou globosa), 2 (alongada) e 3 (irregular ou bifurcada).

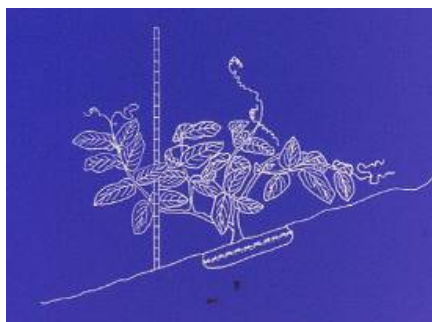
### 2.3.3 Análise estatística

Para análise dos dados quantitativos (DAP, altura total e comercial, diâmetro de copa, área basal e número de espécies) e qualitativos (estado fitossanitário e qualidade do fuste) foi utilizado o teste de Lilliefors para testar a normalidade dos dados. Para os dados com distribuição normal (DAP e altura total e comercial), realizou-se a análise de variância e para a comparação entre médias par a par utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Os demais dados, que não apresentaram distribuição normal foram submetidos à análise não-paramétrica, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis e a posteriori realizou-se teste para comparação de médias do SAEG, para comparações múltiplas de cada uma das variáveis entre os tratamentos. Foi utilizado o programa estatístico SAEG 9.1 e procedimentos descritos por Ribeiro Júnior (2001).

### 2.4 Avaliação da Regeneração

O levantamento da regeneração espontânea foi realizado no verão (final de fevereiro) e inverno (final de julho), através do método de pontos (COCKAINE, 1926, adaptado por MANTOVANI, 1987). Este método foi escolhido por ser recomendável para ambientes onde predominam espécies de porte herbáceo, arbustivo e trepadeiras (CASTELLANI & STUBBLEBINE, 1993), causando baixo impacto na vegetação e sendo de fácil aplicação.

O procedimento do método dos pontos consistiu em apoiar verticalmente uma vara graduada de 3 m de altura em distâncias de um metro, alocando-se um ponto, ao longo de 10 linhas (aproximadamente 100 pontos por tratamento), distancias entre si em um metro, seguindo a orientação do escoamento da água. Nos pontos registrava-se: a espécie, número de vezes que a espécie tocava na vara e altura da planta (Figura I-02).



**Figura I-02:** Levantamento da regeneração espontânea pelo método de pontos.

As espécies que não foram identificadas em campo, foram coletadas, etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos para transporte até o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH), da Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), onde foram herborizadas e identificadas por meio de comparação com exsiccatas e com a ajuda de profissionais da área, com o apoio do Herbário do Departamento de Botânica, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). As espécies foram classificadas de acordo com APG II (2003).

A suficiência amostral foi determinada através da curva do coletor, buscando alcançar o número de pontos de amostragem representativo da diversidade dos ecossistemas em construção durante os anos onde os reflorestamentos atuaram, a partir da relação do número de espécies inéditas acumuladas/pontos amostrados, até atingir estabilização. Para

identificação dos melhores ajustes, foram utilizados os modelos de regressão linear e logarítmico (GUEDES - BRUNI et al., 2002).

Os parâmetros fitossociológicos determinados foram os seguintes:

- DENSIDADE RELATIVA (DR): Relação entre o número de indivíduos tocados e totais amostrados, uma vez que não se utiliza área neste método (MATTEUCCI & COLMA, 1982) (Equação I-05).

$$DR = 100 \cdot \frac{n}{N} \quad (I-05)$$

Onde:

n = número de indivíduos da espécie considerada.

N = número total de indivíduos amostrados.

- VIGOR ABSOLUTO (VA): Expressa o êxito que uma espécie tem na comunidade. Para a metodologia de pontos, usa-se o número de toques da espécie na vara para o cálculo deste parâmetro que equivale à dominância em outros métodos (MATTEUCCI & COLMA, 1982) (Equação I-06).

$$VA = 100 \cdot \frac{NT}{NTP} \quad (I-06)$$

Onde:

NT = número de toques da espécie considerada.

NTP = número total de pontos.

- VIGOR RELATIVO (VR): Corresponde à proporção do vigor absoluto de cada espécie em relação às demais (MATTEUCCI & COLMA, 1982) (Equação I-07).

$$VR = 100 \cdot \frac{VA}{\sum VA} \quad \text{ou} \quad VR = 100 \cdot \frac{NT}{NTT} \quad (I-07)$$

Onde:

VA = vigor absoluto da espécie considerada.

$\sum VA$  = somatório dos vigos absolutos de todas as espécies .

NTT = número total de toques.

- MÉDIA DE TOQUES (MT): Estimativa da relação entre o número de vezes que a vara toca a espécie com o número de pontos onde a espécie ocorre, determinando o número médio de estratos de folhagem que cobre o solo (PEREIRA, 1990 **apud** SILVA, 1991) (Equação I-08).

$$MT = \frac{NT}{NP} \quad (I-08)$$

Onde:

NT = número de toques da espécie considerada.

NP = número de pontos com a espécie considerada.



- FREQUÊNCIA OU COBERTURA ABSOLUTA (FA): É a porcentagem do número de pontos onde ocorre a espécie em relação ao número total de pontos (MATTEUCCI & COLMA, 1982) (Equação I-09).

$$FA = 100 \cdot \frac{NP}{NTP} \quad (I-09)$$

Onde :  
NP= número de pontos/sp  
NTP= número total de pontos.

- FREQUÊNCIA OU COBERTURA RELATIVA (FR): É a comparação das frequências absolutas de cada espécie em relação às demais (MATTEUCCI & COLMA, 1982) (Equação I-10).

$$FR = 100 \cdot \frac{FA}{\sum FA} \quad (I-10)$$

Onde:  
FA = frequência absoluta da espécie considerada.  
 $\sum FA$  = somatório das frequências absolutas de todas as espécies

- VALOR DE IMPORTÂNCIA (VI): É calculado pela soma dos valores relativos de frequência, densidade e vigor (CURTIS & MCINTOSH, 1951) (Equação I-11).

$$VI = FR + DR + VR \quad (I-11)$$

Onde:  
FR = frequência relativa  
DR = densidade relativa  
VR = vigor relativo da espécie considerada.

- ÍNDICE DE DIVERSIDADE de SHANNON (H'): usado na determinação da riqueza de espécies por área (KREBS, 1978) (Equação I-12).

$$H' = -\sum \left( \frac{Ni}{N} \right) \log \left( \frac{Ni}{N} \right) \quad (I-12)$$

Onde:  
H' = índice de diversidade de Shannon  
ni = Número de indivíduos de cada espécie  
N = Número total de indivíduos.

- ÍNDICE DE SIMILARIDADE DE SORENSEN (S): mede a similaridade das espécies entre duas amostras, ponderando mais as presenças do que as ausências (PINTO-COELHO, 2000) (Equação I-13).

$$S = \frac{2a}{2a + b + c} \quad (I-13)$$

Onde:  
c = Número de espécies comuns entre duas parcelas.  
a = Número de espécies de uma parcela.  
b = Número de espécies da outra parcela.

## **2.5 Classificação das Espécies em Grupos Ecológicos**

As espécies arbóreas implantadas nos tratamentos e as do levantamento silvicultural da testemunha T4 (floresta secundária) foram classificadas de acordo com seu grupo ecológico, de acordo com a classificação de Gandolfi et al. (1995), sendo o sistema que mais se aproxima das características das florestas secundárias semidecíduas. Nesta classificação são consideradas quatro categorias: espécies pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI), secundárias tardias (ST) e as não classificadas ou caracterizadas (NC).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Caracterização Silvicultural**

#### **3.1.1 Características quantitativas**

As médias da altura total, comercial, DAP (diâmetro ao peito), número médio de espécies, área basal e cobertura de copa, para as árvores mensuradas em cada tratamento e na referência T4 evidenciaram, que a altura total e altura comercial apresentaram diferença significativa entre T2 e os demais tratamentos (Tabela I-2). Esses resultados tomaram em conta os efeitos da composição das espécies deste tratamento, pois foram empregadas 82% de eucalipto, espécie de crescimento rápido e grande produtividade, nos primeiros anos de ciclo de vida, principalmente em povoamentos homogêneos (MARCHIORI & SOBRAL, 1997), podendo atingir 18 m em 7 anos (Tabela I-3). O DAP deste tratamento apresentou a maior média, apesar de não ter se diferenciado estatisticamente dos demais, estando próximo aos registrados na literatura (Tabela I-3).

**Tabela I-2:** Médias dos parâmetros quantitativos avaliados para os tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e da referência (T4 – floresta secundária), onde s corresponde ao desvio padrão, CV ao coeficiente de variação experimental, QM ao quadrado médio, VT ao valor do teste (Kruskal-Wallis) e P a probabilidade a 5%. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	Altura total (m)	S (m)	Altura comercial (m)	s (m)	DAP (cm)	s (cm)	Número médio de espécies	s	Área basal (m <sup>2</sup> )	s (m <sup>2</sup> )	Cobertura de copa (m <sup>2</sup> )	s (m <sup>2</sup> )
T1	9,16b*	0,33	2,56b	0,74	9,78a	0,63	1,25a	0,50	0,00778a	0,001	12,32a	6,15
T2	12,66a	0,50	5,46a	0,50	13,21a	2,15	1,75ab	0,50	0,01482a	0,004	12,40a	4,84
T3	7,62b	2,46	2,64b	0,65	9,51a	3,46	3,00ab	0,82	0,01036a	0,007	10,67a	2,71
T4	7,07b	1,99	2,65b	0,46	10,07a	3,84	3,75b	1,26	0,01162a	0,009	9,01a	4,07
<b>CV(%)</b>	17,66	-	17,96	-	26,49	-	-	-	-	-	-	-
<b>QM**</b>	25,28656	-	8,133740	-	11,92275	-	-	-	-	-	-	-
<b>VT</b>	-	-	-	-	-	-	9,469	-	4,125	-	1,506	-
<b>P (0,05)</b>	-	-	-	-	-	-	7,810	-	7,810	-	7,810	-

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% e pelo teste de Kruskal-Wallis, para os três últimos parâmetros;

\*\* Significativo para  $F_{cal}$ .

**Tabela I-3:** Informações da literatura de altura e DAP, para as espécies pioneiras antropizadas utilizadas na composição dos tratamentos.

<b>Espécie</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Local</b>	<b>Fonte</b>
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	5-8	20-30	-	Região Nordeste até a Bahia	LORENZI (2002a)
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	6	6,5	7	Semi-árido Nordestino	RIBASKI et al. (2003)
<i>Corymbia citriodora</i>	15-30	-	-	Austrália	LORENZI et al. (2003)
<i>Corymbia citriodora</i>	31,1	11,7	14-15	Assis – SP	BOIAGO et al. (2007)
<i>Corymbia citriodora</i>	16,1-20	14,1-18	7	Duque de Caxias -RJ	BUOSI & FELFILI (2004)

O tratamento 2 demonstrou através das médias da altura, DAP, área basal e da cobertura de copa que está tendo uma maior eficiência energética no acúmulo de biomassa, devido ao desempenho dos indivíduos desta composição. A produção líquida da energia fixada pode ser expressa em peso seco, porém a produção líquida não representa a energia total fixada por uma planta, pois há também o uso da energia fixada para atividades de manutenção das plantas, onde a respiração é um dos principais componentes.

Apenas uma pequena fração da energia solar que chega a Terra é capturada pelas células fotossintetizantes, menos de 1% (WOODWELL, 1974; LARCHER, 2004; BEGON et al., 2007). Desta, os organismos fotossintetizantes transformam em compostos orgânicos, capazes de manter as complexas organizações e estruturas vitais dos ecossistemas (HAVEN et al., 2001; LARCHER, 2004; BEGON et al., 2007).

O tratamento T3 e a referência T4, apresentaram menores médias para a altura total e cobertura de copa. Estes ecossistemas, por serem mais diversificados, podem estar empregando a energia para manter a estrutura do conjunto, ou seja, a energia pode estar sendo desviada para todos os compartimentos, em vez de ser investida apenas no crescimento dos indivíduos arbóreos. Diferenças em altura, distribuição das folhas, forma da copa e alocação de energia para as raízes, afetam a taxa de crescimento de uma planta em relação a seus competidores, assim, em uma comunidade, as diferentes formas de crescimento, fisiologia fotossintética e alocação de energia permitem que espécies coexistam (HAVEN et al., 2001; LARCHER, 2004), mantendo a estrutura e função do ecossistema (WOODWELL, 1974).

Apesar das variáveis mensuradas não terem diferido significativamente entre T1, T3 e T4, os dados mostraram maior aproximação numérica entre T3 e T4. O tratamento T3 permitiu que os indivíduos implantados formassem uma estrutura semelhante aos indivíduos arbóreos de uma floresta, em apenas 13 anos.

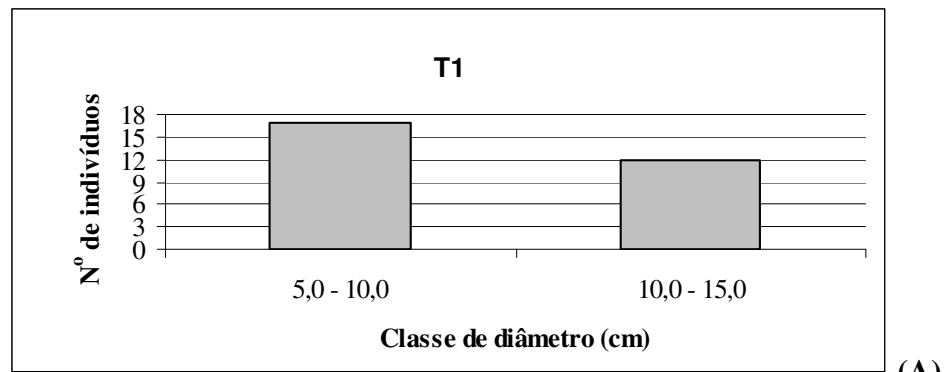
Provavelmente, a variabilidade natural existente entre os indivíduos da mesma área pode ter influenciado para que os tratamentos não apresentassem diferenças significativas quanto a maioria das variáveis analisadas. Com o tempo, as espécies começaram a atuar sobre o ambiente físico, transformando-o, visto que cada espécie pode desempenhar um papel ecológico diferente e, conseqüentemente, originam-se habitats diferentes, com variabilidade na disponibilidade de recursos dentro de uma mesma área. Estas diferenças passam a influenciar no desenvolvimento de cada indivíduo, fazendo com que possa haver variação de características (altura, DAP, forma de tronco e copa) para indivíduos da mesma espécie e idade.

Os organismos (fungos, bactérias, vegetais e animais), especialmente os vegetais, agem como “engenheiros físicos” do ecossistema controlando direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos pelas mudanças que causam no ambiente físico, criando habitats (JONES et al., 1997). Eles podem ser autogênicos quando transformam diretamente o ambiente por processos endógenos que alteram a estrutura do engenheiro e ele permanece como parte do ambiente transformado (por exemplo, o crescimento de árvores), ou halogênicos quando transformam materiais vivo ou morto de um estado físico para outro e o engenheiro não é necessariamente parte permanente da estrutura física do ecossistema (JONES et al., 1997).

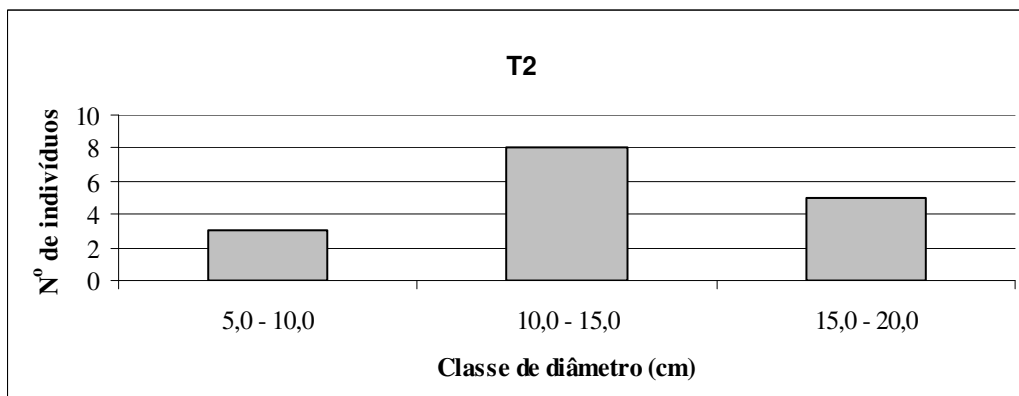
Dessa forma, um conjunto de espécies florestais introduzidos em um meio físico, por mais inóspito que ele seja, passa a exercer uma ação sobre os processos pedogenéticos, sobre o solo, sobre as demais espécies e, no decorrer do tempo, podem ofertar novos produtos ambientais ao ecossistema (ODUM, 1988), o que pode garantir a entrada e a manutenção de espécies mais exigentes e, conseqüentemente, os princípios básicos da sucessão vegetal (WEAVER & CLEMENTS, 1973; BEGON et al., 2007). A comunidade vegetal modifica em menor ou maior grau o ambiente onde se encontra (BERG, 2000), dado que em um ecossistema existem interações entre subsistemas do meio ambiente físico, do meio biótico e entre os meios físicos e bióticos (HAVEN et al., 2001).

Através das Figuras 3 A, B, C e D podem ser observadas as diferentes classes de diâmetro encontradas para os indivíduos arbóreos dos tratamentos e da referência T4. Os tratamentos T1 e T2 apresentaram um número menor de classes de diâmetro, enquanto o T3 e T4 apresentaram maior número de classes (Figura I-3). Nesses, as maiores densidades foram observadas para as menores classes de diâmetro, e as menores, para as maiores classes, o que tende a acontecer na natureza. Desta forma que, com a morte dos indivíduos de maior diâmetro, parte daqueles que pertence às classes menores virão a substituí-los, mantendo a dinâmica das florestas, com suas interações e processos funcionais úteis a sua sustentabilidade. Porém, segundo Berg (2000), isso só é válido se as taxas de crescimento e mortalidade forem constantes.

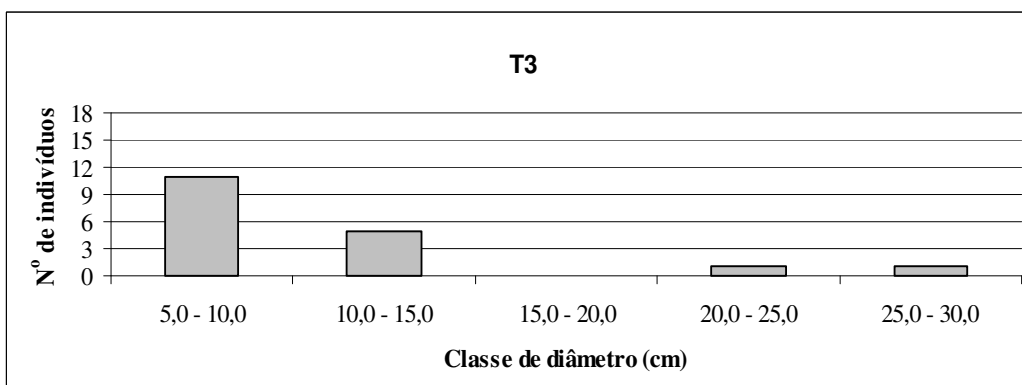
Nas florestas tropicais, é comum a distribuição do tamanho dos indivíduos, no modelo de “J” invertido (distribuição exponencial), característico de florestas inequidâneas, em que a maior frequência de indivíduos se encontra nas classes de diâmetros menores, ou seja, o número dos indivíduos jovens é maior do que o de adultos, permitindo assim a perpetuação das espécies na área, mantendo a regeneração num fluxo contínuo (LONGHI et al., 1999; BERG, 2000; CANALEZ et al., 2006; LINGNER et al., 2007; COSTA JÚNIOR et al., 2008). No entanto, esse modelo não ficou muito explícito para o T3, possivelmente tendo sido influenciado pelo tamanho da área de amostragem (100 m<sup>2</sup>), apesar da tendência a manter esse modelo (Figuras I-3 C e D). Além disso, em uma floresta podem existir árvores com pequeno diâmetro, mas que são velhas, pois muitos indivíduos podem permanecer nessa condição por anos, quando empregam seus recursos na tentativa de se manter na comunidade, em vez de produzir material lenhoso, ou seja, no crescimento em diâmetro (LINGNER et al., 2007). Isso, também deve ter influenciado na distribuição da densidade nas diferentes classes de diâmetro, principalmente para T4, por conter indivíduos mais velhos, já que é uma floresta com mais de 100 anos.



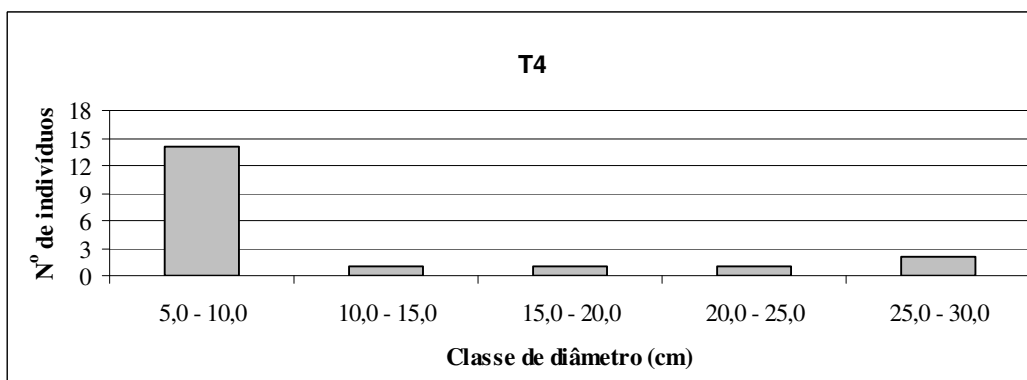
(A)



(B)



(C)



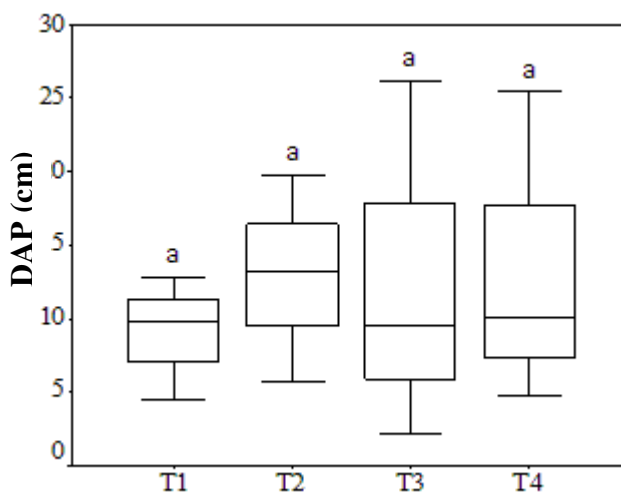
(D)

**Figura I-3:** Classe de distribuição dos diâmetros dos indivíduos arbóreos dos tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008.

Na Figura I-4 encontra-se a distribuição nos diagramas, para o valor máximo, médio e mínimo de DAP, dos indivíduos arbóreos. O T1 apresentou a menor amplitude de variação dos DAPs, provavelmente devido a sua maior homogeneidade, destacando-se dois indivíduos de *Mimosa caesalpinifolia*, com o maior valor (12,73 cm) e um da mesma espécie com o menor valor (4,46 cm). No tratamento T2, o indivíduo com maior DAP foi de *Corymbia citriodora* (19,73 cm) e o de menor foi *Psidium guajava* (5,73 cm), ficando a distribuição dos valores de DAP com menor dispersão em relação ao valor médio do tratamento, se comparado com o tratamento T3 e a referência T4, devido a maior porcentagem de eucalipto (82%) utilizada nesta composição.

No T3, houve a maior dispersão dos dados, para os valores de DAP dos componentes deste tratamento, destacando-se um indivíduo de *C. citriodora* com o maior valor (26,10 cm) e *Machaerium hirtum* com o menor valor (2,23 cm), podendo estar havendo dominância da espécie de *C. citriodora*, já que os dois únicos indivíduos desta espécie apresentaram DAPs bem maiores (26,10 e 24,19 cm) do que os indivíduos de *C. citriodora* no T2. Neste caso, por *C. citriodora* ser uma espécie exótica, recomenda-se o controle destes indivíduos, quando a regeneração estiver mais bem estabelecida, para que eles não venham impedir o estabelecimento de novas espécies na sucessão (SER, 2004), uma vez que, esse tratamento é o que mais se aproximou da referência T4, conforme pode ser observado na Figura I-4.

Na referência T4, também foi observado uma grande dispersão na distribuição dos valores de DAP em relação a média (Figura I-4), porém foi um pouco menor do que no T3. Esta situação já era esperada, por ser uma área de floresta, as quais podem apresentar uma grande diversidade etária de seus indivíduos para uma pequena unidade de área, justificando a ampla variação de DAPs encontrados para os indivíduos dessa área. O maior DAP foi de 25,46 cm, para um indivíduo de *Myrocarpus fastigiatus* e o menor foi de 4,77 cm, para indivíduos de *Samanea sp.* e *Brosimum guianenses*.



**Figura I-4:** Distribuição dos valores máximo, mínimo e média para os DAPs (cm) dos indivíduos arbóreos, de cada um dos tratamentos avaliados (T1- predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu - RJ. 2008.

Na Figura I-5 encontra-se a distribuição nos diagramas, para os valores máximo, médio e mínimo da altura, dos indivíduos arbóreos mensurados nos tratamentos (T1, T2 e T3) e na referência (T4). No T1 os valores de altura encontrados para os indivíduos apresentaram pequena dispersão em relação a média, possivelmente devendo-se ao a mesma situação

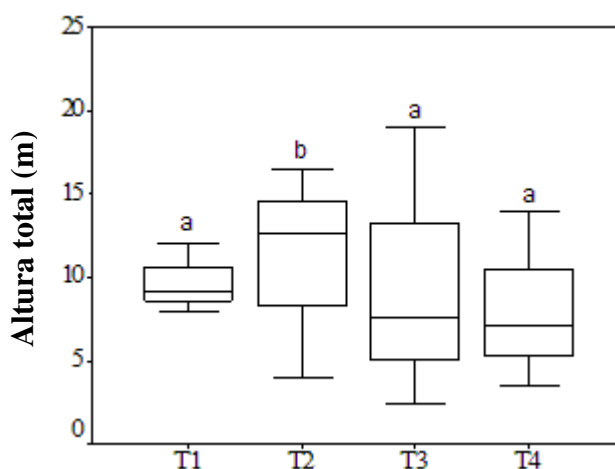
exposta para os valores de DAP. O maior valor de altura encontrado foi de 12 m, correspondendo a um indivíduo de *C. citriodora* e o menor foi de 8 m, correspondendo a dois indivíduos de *M. caesalpinifolia*.

No T2, após observar-se os diagramas da Figura I-5, percebeu-se que a dispersão dos dados de altura dos indivíduos deste tratamento foi maior, só não ultrapassou o T3. Destacou-se com a maior altura *C. citriodora*, com 16,5 m e com a menor altura *Psidium guajava*, com 4,0 m, sendo este indivíduo responsável pela dispersão dos dados que ficaram bem abaixo da média.

O T3 apresentou a maior dispersão nos valores de altura de seus componentes em relação a média do tratamento (Figura I-5), sendo responsáveis por isso a presença de um indivíduo de *C. citriodora* com 19 m de altura e um de *Machaerium hirtum*, com 2,5 m. Contudo, as demais alturas mensuradas dos componentes desse tratamento permaneceram muito próximas da média.

Na referência T4, pela distribuição das alturas dos indivíduos desta área (Figura I-5), foi possível perceber a organização da floresta em três estratos, apresentando um dossel com árvores maiores, um estrato intermediário e um estrato inferior, o que é desejável em uma floresta, pois contribui para manter a estrutura funcional do ecossistema. *Myrocarpus fatigiatus* destacou-se com a maior altura (14 m), enquanto *Brosimum guianenses* apresentou o menor valor de altura (3,5 m).

Algumas espécies utilizadas na composição de todos os tratamentos apresentaram variação nos valores de altura de seus indivíduos, de acordo com o tratamento em que se encontravam, podendo ser um fato positivo para o ecossistema, pois de acordo com Berg (2000) diferentes estruturas de tamanho podem ter diferentes significados ecológicos.



**Figura I-5:** Distribuição dos valores máximo, mínimo e média para a altura total (m), dos indivíduos arbóreos de cada um dos tratamentos avaliados (T1- predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas) e da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu - RJ. 2008.

Entre as espécies arbóreas utilizadas na composição de cada tratamento, após os 13 anos do plantio, diagnosticaram-se algumas de suas funções ecológicas, observadas pelas modificações promovidas ao ambiente. *Mimosa caesalpinifolia*, *Corymbia citriodora*, *Acacia polyphylla* e *Senna* sp., por serem pioneiras de rápido crescimento, foram responsáveis por formar uma camada de serapilheira mais densa, promovendo maior proteção ao solo, o que segundo Reis & Kageyama (2003) é característico de espécies pioneiras agressivas. Também *M. caesalpinifolia* e *A. polyphylla* promoveram um maior sombreamento do solo por



formarem copas mais amplas, influenciando no estabelecimento e desenvolvimento da regeneração e controle de espécies invasoras. *Mimosa caesalpinifolia*, *A. polyphylla*, *Caesalpinia ferrea*, *Senna sp.* e *Machaerium hirtum*, por serem leguminosas, provavelmente contribuíram fixando nitrogênio no sistema, melhorando as condições do solo. *Schinus terebinthifolius* e *P. guajava*, por produzirem frutos zoocóricos, devem ter contribuído para atrair a fauna e insetos polinizadores ao ecossistema. *Mimosa caesalpinifolia*, *C. citriodora*, *A. polyphylla* e *M. hirtum*, podem ter auxiliado na manutenção da estrutura física do ecossistema em construção, por resistirem mesmo sob condições de acentuado estresse hídrico.

Carvalho et al. (2000), em três avaliações realizadas no segundo ano, em plantios com leguminosas arbóreas em áreas degradadas, observaram que *M. caesalpinifolia* foi uma das espécies que apresentou os melhores resultados para crescimento em altura, diâmetro e cobertura de copa, indicando a eficiência desta espécie nos primeiros anos após o plantio. *Mimosa caesalpinifolia* parece ser uma espécie adequada para uso em regiões com exíguos atributos ambientais, exercendo importante papel nos primeiros anos de plantio.

O número total de espécies arbóreas encontradas e que permaneceram desde o plantio, foi de 2 (tratamento T1), 3 (T2), 9 (T3). Já para a área de referência T4 foram encontradas 11 espécies arbóreas para o mesmo espaço amostral, o que indica que o número de espécies a ser implantado na região, considerando o tamanho da área estudada, deve ser de aproximadamente 11 espécies arbóreas, logo o tratamento T3 foi o que chegou mais próximo desta condição. Quanto ao número médio de espécies foi encontrada diferença significativa entre T1 e a testemunha T4, devido a menor diversidade de espécies utilizadas no T1.

A área basal por hectare ( $m^2/ha$ ) dos tratamentos foi de 22,65 (T1), 23,71 (T2) 18,13 (T3) e 20,73 (T4). Melo & Durigan (2007), encontraram área basal de 23,32  $m^2/ha$  para uma área reflorestada com 13 anos, em mata ciliar, sob domínio de vegetação de Floresta Estacional Semidecidual, com uma densidade de 1888 ind./ha, incluindo indivíduos com DAP > 1 cm. Enquanto neste trabalho a densidade encontrada foi de apenas 1600 ind./ha, para T3 e 1100 ind./ha para T4, sendo incluídos no levantamento indivíduos com DAP  $\geq$  4,77 cm (CAP = 15 cm).

Souza et al. (2003) encontraram área basal de 31,03  $m^2/ha$ , com a densidade de 1487 árvores/ha, para uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, em área de mata ciliar, em Lavras-MG. Já Silva et al. (2000), encontraram para essa mesma tipologia de floresta, área basal de 26,73  $m^2/ha$  e densidade de 1653 ind./ha, no município de Viçosa. Imaña-Encinas et al. (2008), encontraram área basal de 20,08  $m^2/ha$  e densidade de 1855 ind./ha, para uma Floresta Estacional Semidecidual em Pirenópolis-GO, com a inclusão de indivíduos com DAP > 5 cm. Estes valores de área basal demonstram que nem sempre este parâmetro é proporcional a densidade, podendo variar muito de acordo com os atributos ambientais da região e as condições da floresta, o que explica os baixos valores encontrados neste estudo, mas que se situaram próximo dos valores citados.

Não foi encontrada diferença significativa na área basal média dos indivíduos, entre os tratamentos. No entanto, os valores dessa variável ficaram com o menor em T1 (0,00778  $m^2$ ) e o maior em T2 (0,01482  $m^2$ ), o que pode ser um resultado relacionado a composição das espécies nestes dois tratamentos. O menor valor pode ser justificado pelo diâmetro da espécie predominante no T1 (*M. caesalpinifolia*), pois segundo Gonçalves et al. (1999) esta espécie não atinge grandes diâmetros. Já o maior valor encontrado em T2 se deve possivelmente devido a maior densidade de *C. citriodora* e a alta produtividade que geralmente é obtida pelas espécies de eucaliptos. Já o T3 e T4 mostraram uma maior semelhança nas médias da área basal dos indivíduos.

O índice de cobertura total para os tratamentos foi de 308,63%; 198,42%; 158,28% e 165,46%, respectivamente para os tratamentos T1, T2, T3 e a referência T4. Estes índices

demonstraram que o T3 apresentou uma área de cobertura muito próxima com a área da floresta secundária (T4), indicando uma boa relação do conjunto das espécies implantadas, por proporcionar uma cobertura semelhante em apenas 13 anos.

Tanto os tratamentos quanto a referência T4 apresentaram uma taxa de cobertura satisfatória. Conforme Melo & Durigan (2007), taxas de cobertura superiores a 100% proporcionam um ambiente adequado à restauração, indicando um recobrimento total da área. Em áreas reflorestadas, o nível de cobertura promovido pelo dossel emergente constitui-se um dos grandes fatores para controle de espécies invasoras e gramíneas. A porcentagem de cobertura do dossel está diretamente relacionada com o desenvolvimento e densidade de gramíneas, as quais acabam sendo reduzidas em ambientes mais sombreados (GUILHERME, 2000; OLIVEIRA et al., 2007).

O nível de cobertura proporcionado pela vegetação, especialmente pelo dossel da floresta, desempenha um papel de grande importância para a manutenção de muitos processos ecológicos nos ecossistemas. A estrutura da copa é responsável pela dinâmica da floresta, determinando a coexistência de espécies (MORI & TAKEDA, 2004). Além disso, o dossel da floresta é o principal determinante de microhabitats dentro da floresta (COATES & BURTON, 1997; JENNINGS et al., 1999; MORI & TAKEDA, 2004; MELO et al., 2007).

Uma cobertura vegetal mais densa protege o solo, evitando e amenizando a ação de processos erosivos das chuvas, interceptando água, reduzindo a intensidade de escoamento, fornecendo matéria orgânica e sombreamento ao solo (LEPSCH, 2002). A estrutura do dossel controla a quantidade e distribuição da luz no sub-bosque, alterando a luminosidade, umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo, influenciando na precipitação local e movimentos do ar (POGGIANI et al., 1998; JENNINGS et al., 1999).

Florestas com diferentes níveis de cobertura frequentemente apresentam diversas condições de habitat para a regeneração de árvores, variando dentro dos espaços, na interfase do dossel fechado e abaixo do dossel (COATES & BURTON, 1997). A cobertura do dossel influencia na sobrevivência, crescimento e estabelecimento de plântulas, determinando a composição florística da comunidade, afetando processos de oxidação da matéria orgânica e controlando aspectos micro-climáticos do ambiente (JENNINGS et al., 1999; MORI & TAKEDA, 2004; HALE & BROWN, 2005; MELO et al., 2007).

Ao compararem-se as médias da cobertura de copa individual entre os tratamentos (T1- 12,31 m<sup>2</sup>; T2- 12,40 m<sup>2</sup>; T3- 10,67 m<sup>2</sup>) e a referência T4 (9,01 m<sup>2</sup>), não foram encontradas diferenças significativas, provavelmente devendo-se a variação no valor de cada indivíduo dentro dos tratamentos. Segundo Durlo et al. (2004), apesar de uma espécie apresentar uma tendência a possuir um tipo de copa, (mais estreita ou larga), estas podem sofrer modificações de acordo com a idade das árvores. O T1 e o T2 ficaram com as maiores médias para a cobertura de copa, o que pode ser explicado pela composição das espécies destes tratamentos, com grande porcentagem de sabiá no T1 e de eucalipto no T2, espécies estas que possuem como característica a formação de copas maiores já nos primeiros anos de desenvolvimento. Souchie et al. (2006) encontraram em plantios com 18 meses em área de pastagem, a projeção de copa de 4,5 m<sup>2</sup> para o sabiá e 0,52 m<sup>2</sup> para eucalipto, as quais se destacaram em relação a outras espécies, que apresentaram área de copa bem inferior. Esta situação sugere que os tratamentos com as maiores médias para a área de copa, na atual pesquisa, devem-se ao desempenho silvicultural das espécies.

O índice de sobrevivência pode ser considerado alto nos três tratamentos, sendo de 72% no T1, 73% no T2 e 86% no T3 (Tabela I-4), indicando o acerto na escolha das espécies. O tratamento T3 evidenciou melhor adaptação das espécies, significando que as interações desenvolvidas neste tratamento foram mais favoráveis para a coexistência das espécies (WRIGHT, 2002).

A grande maioria das espécies apresentou taxas de sobrevivência superiores a 65,0%, com exceção de *Psidium guajava* e *A. polyphylla*, no T1 e de *Senna* sp., no T3 (Tabela I-4). A mortalidade dos indivíduos de cada espécie demonstrou estar diretamente relacionada com a composição das espécies utilizadas em cada tratamento, o que pode ser facilmente percebido através da sobrevivência das espécies utilizadas em todos os tratamentos (*M. Caesalpinifolia*, *C. citriodora* e *P. guajava*). Com exceção de *M. caesalpinifolia*, que apresentou sobrevivência de 100,0% para todos os tratamentos, as outras duas espécies demonstraram ter respondido ao tipo de arranjo, apresentando sobrevivência diferenciada, de acordo com o tratamento (composição de espécies).

Outro motivo de causa da mortalidade de alguns indivíduos está relacionado com o ciclo de vida das espécies, pois algumas já estão completando seu ciclo vital e acabarão saindo do conjunto, passando a liberar espaço para a colonização por outros indivíduos, inclusive os da regeneração.

**Tabela I-4:** Sobrevivência para cada uma das espécies implantadas nos tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas). Nova Iguaçu – RJ, 2008.

Tratamento	Espécie	Sobrevivência por espécie (%)	Sobrevivência para o tratamento (%)
T1	<i>Corymbia citriodora</i>	66,7	72
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	100,0	
	<i>Psidium guajava</i>	0,0	
	<i>A. polyphylla</i>	0,0	
T2	<i>Corymbia citriodora</i>	70,4	73
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	100,0	
	<i>Psidium guajava</i>	100,0	
T3	<i>Corymbia citriodora</i>	100,0	86
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	100,0	
	<i>Psidium guajava</i>	100,0	
	<i>Acacia polyphylla</i>	80,0	
	<i>Senna sp</i>	25,0	
	<i>Schinus terebinthifolius</i>	100,0	
	<i>Caesalpinia ferrea</i>	100,0	
	<i>Machaerium hirtum</i>	100,0	
<i>Cyristax antisiphilitica</i>	100,0		

Nos tratamentos T1 e T2, verificou-se que o eucalipto apresentou maior mortalidade do que no tratamento T3, devido a competição com lianas, causando estrangulamento do tronco, principalmente no T2. As lianas também se desenvolveram nos galhos, aumentando o peso e provocando quebra e afetando o desenvolvimento das plantas (Anexo I - 1, 2 e 3). Conforme observado por Engel et al. (1998), os fragmentos florestais com elevada população de lianas ocasionava quebras em árvores jovens e tortuosidade em adultas, devido as sucessivas quebras.

A grande quantidade de lianas nos ecossistemas prejudica o crescimento das árvores, devido a competição e sombreamento, podendo afetar de forma irrecuperável as árvores jovens e adultas recomendando-se, nestas situações, o seu corte (FERREIRA & CARVALHO, 2002), porém elas também cumprem importante função ecológica no

ecossistema (PINHO et al, 2004), principalmente pela manutenção de insetos polinizadores no ambiente.

Também, no T2, devido a maior densidade de eucalipto, a competição entre os indivíduos da mesma espécie deve ter levado a mortalidade de alguns destes. Conforme Haven et al. (2001), na competição uma espécie pode interferir em outra espécie em grau suficiente para impedir o acesso da segunda espécie aos recursos, levando a exclusão de um indivíduo. Como os indivíduos da mesma espécie têm necessidades semelhantes para sobreviver, crescer e se reproduzir acabam competindo pelos mesmos recursos, ficando alguns privados deles (BEGON et al., 2007).

### 3.1.2 Características qualitativas

#### 3.1.2.1 Vitalidade e qualidade do fuste

Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, para as variáveis vitalidade e qualidade do fuste, todavia estas variáveis foram avaliadas através de notas muito próximas (0 a 6 para vitalidade e 1 a 3 para qualidade do fuste), o que pode ter tornado os dados homogêneos, inviabilizando o aparecimento de diferenças entre os tratamentos (Tabela I-5).

**Tabela I-5:** Médias das características de vitalidade e qualidade do fuste, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e referência (T4 – floresta secundária). Onde s corresponde ao desvio padrão, VT ao valor do teste (Kruskal-Wallis) e P a probabilidade a 5%.

Tratamento	Vitalidade	s	Qualidade do fuste	s
T1	3,37a*	0,80	1,58a*	0,23
T2	3,87a	0,43	1,38a	0,25
T3	3,90a	0,64	1,50a	0,22
T4	3,79a	0,76	1,61a	0,31
<b>VT</b>	1,445	-	2,619	-
<b>P (0,05)</b>	7,810	-	7,810	-

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando as médias para vitalidade, os tratamentos e a referência T4 indicaram que os indivíduos ficaram classificados na situação entre regular a médio. No entanto, nas condições naturais sempre existe variabilidade entre indivíduos, o que pode ter impedido o aparecimento de possíveis diferenças nas médias. Essa variabilidade pode estar relacionada com o conjunto de espécies utilizados nos tratamentos, com as características individuais ou com as condições do meio.

As condições de vitalidade podem ser influenciadas em grande parte pelo ataque de pragas e doenças (TONINI et al., 2006), contudo esses não foram de grande importância para as espécies avaliadas. Outro fator que pode estar influenciando na vitalidade das espécies é a disponibilidade de nutrientes e água, visto que o ambiente apresenta baixa disponibilidade de água no inverno. Segundo Larcher (2004), as plantas necessitam de ampla variedade de elementos químicos, para completar o seu ciclo de vida, sendo a água indispensável para realização dos processos bioquímicos.

A qualidade do fuste dos indivíduos foi similar nos tratamentos (T1, T2, T3) e para a referência T4, onde as médias foram semelhantes, classificadas como levemente tortuoso,

tendendo para tortuoso. Todavia, existem diferenças entre espécies do mesmo tratamento, pois as mesmas podem possuir como característica natural o desenvolvimento de troncos tortuosos, como é o caso da goiabeira (LORENZI, 2002a). O tratamento T2 apresentou a menor média de qualidade do fuste, devido a maior presença do eucalipto, os quais têm como característica fisiológica o desenvolvimento de troncos retilíneos e longos quando se encontram em disputa por radiação solar.

### 3.1.2.2 Gomose

Na avaliação da gomose para os indivíduos de eucalipto (Anexo I - 4, 5 e 6) foi encontrado para o T1 o maior percentual de árvores com IEK (Índice de Exudação de “Kino”) “0” – ausência do sintoma (100% dos indivíduos). No T2 foi encontrado IEK “0” para 46,15% dos indivíduos, IEK “1” – retenção parcial da casca com pouca exudação de “Kino”, para 38,46% e IEK “2” – retenção total da casca com bastante exudação de “Kino”, para 15,38%, representando um total de 53,84% de indivíduos atacados. No T3, os indivíduos dividiram-se nos IEK “0” e “2”, ficando cada um com 50% das árvores.

Apesar de mais da metade dos indivíduos do tratamento 2 terem apresentado gomose, aparentemente seu crescimento não foi afetado, enquanto que no tratamento 3 os indivíduos com IEK 2 apresentaram uma diferença inferior de crescimento em altura de 3 m, significando que este nível de exudação de “Kino” pode estar influenciando no crescimento em altura para esse tratamento. Moura et al. (1992), ao avaliarem o ataque por gomose em 13 procedências de *Eucalyptus grandis* em área de cerrado, verificaram que após cinco anos de idade, algumas procedências começaram a apresentar exudação de “Kino” e as procedências com maior número de indivíduos com IEK acima de 2 tiveram seu crescimento afetado, causando até mesmo a morte de alguns indivíduos, demonstrando-se o crescimento em altura ser mais afetado que em diâmetro.

Existem várias causas de formação do “Kino” registradas na literatura, onde os agentes podem ser: fogo, insetos, fungos e outros efeitos ambientais (JACOBS, 1937). No Brasil, exudação de “kino”, quando não associada a danos mecânicos ou ação de agentes biológicos, é chamada comumente de “gomose do eucalipto” ou “pau-preto” e é atribuída a problemas fisiológicos (FERREIRA, 1989), sendo comum em espécies como *Corymbia citriodora*, aparecendo em regiões submetidas a estresse hídrico (MOURA et al., 1992). Isto deve ter sido o principal motivo de causa do aparecimento da gomose nos indivíduos estudados, já que os mesmos se encontram em uma região que passa anualmente por um período de estiagem, nos meses de inverno. Em alguns indivíduos foi observado também rachaduras no lenho acompanhando a gomose, o que os torna mais suscetíveis a doenças, por proporcionar a entrada de patógenos.

### 3.1.2.3 Formato das copas

No T1, foi encontrado para 96,55% das árvores formato de copa do tipo 3 (bifurcada) e 3,45% para o formato do tipo 1 (arredondada), devendo-se a presença de maior número de indivíduos de sabiá, os quais desenvolvem copa com formato globoso (LORENZI, 2002b). A arquitetura das copas quando ocorrem em ambientes espaçados, com baixa competição por radiação, apresentam padrão diferenciado de situação com maior competição. Como no plantio o espaçamento inicial foi o mesmo, as variações se deveram a competição entre o desenvolvimento das espécies e suas adaptações ao meio abiótico.

Para o T2, 75% das árvores apresentaram o formato de copa do tipo 2 (alongada) e 25% do tipo 3 (bifurcada), devendo-se a maior porcentagem encontrada pela presença de um

maior número de indivíduos de eucalipto, os quais geralmente apresentam este tipo de copa, com forma alongada (LORENZI et al., 2003).

No T3, assim como no T1 e T4, predominou o formato de copa do tipo 3 (bifurcada), porém, em menor proporção, onde 76,48% das árvores apresentaram esse tipo de copa, distribuindo-se o restante em 11,76% para o formato do tipo 1 (arredondada) e 11,76% para formato do tipo 2 (alongada). Muitas das espécies desta composição, em condições naturais apresentam copa arredondada, entre elas a aroeira-vermelha e pau-ferro (SANTOS & TEIXEIRA, 2001), monjolo e jacarandá bico-de-pato (LORENZI, 2002a; LORENZI, 2002b). Isto significa que pode estar havendo competição entre os indivíduos por espaço, onde cada um modifica-se de forma a buscar os recursos para sua sobrevivência (ANDRAE, 1978), podendo também ter sido influenciada pelas condições ofertadas pelo meio abiótico, já que, estes indivíduos encontram-se em um ambiente com grande variação sazonal, determinada por um período de verão chuvoso e inverno seco, assim, cada um busca explorar e armazenar os recursos para seu desenvolvimento da melhor forma, podendo mudar o padrão no seu formato de copa para melhor aproveitar os recursos necessários à sua sobrevivência.

O T4 ficou em segundo lugar com a maior porcentagem de árvores classificadas com a forma de copa do tipo 3 – bifurcada (94,74% das árvores), aparecendo também o formato do tipo 1 (arredondada) para 5,26%. A maioria das espécies que ocorreram nesta área, geralmente apresenta copas alongada ou arredondada, conforme descrito por Lorenzi (2002a) e Lorenzi (2002b), entretanto, foi encontrado apenas 5,26% dos indivíduos com copa arredondada. Isto, provavelmente deve-se as mesmas condições conforme foi descrito anteriormente para as espécies do T3, sendo a variação sazonal de forte influência na determinação das características e das espécies que ocorrem nesta área de floresta (Floresta Estacional Semidecidual).

### 3.2 Avaliação da Regeneração

Foram amostrados 648 indivíduos na regeneração para o período de verão e 256 para o inverno, totalizando 904 indivíduos. As famílias botânicas mais representativas foram Fabaceae-Papilionoideae, Fabaceae-Mimosoideae, Bignoniaceae e Asteraceae, respectivamente com 14,58%; 10,42%; 8,33% e 6,25% das espécies. Ao total foram amostradas 21 famílias, distribuídas em 32 gêneros e 46 espécies (Tabela I-6).

**Tabela I-6:** Espécies amostradas na testemunha T0 (pastagem de capim-colonião), referência T4 (floresta secundária) e tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 - predomínio de nativas), Nova Iguaçu – RJ. Onde: \* corresponde ao período de verão e x ao período de inverno. (Continua)

Família/Nome científico	Nome Vulgar	Hábito	T0	T1	T2	T3	T4
<b>ALSTROEMERIACEAE</b>							
<i>Bomarea</i> sp.	-	Trepadeira					*
<b>APOCYNACEAE</b>							
Morfoespécie 11	-	Trepadeira					x
<b>ASTERACEAE</b>							
<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	-	Herbácea	*				

Continua...

**Tabela I-6:** Continuação.

<b>Família/Nome científico</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<i>Pterocaulon virgatum</i> (L.) DC.	-	Herbácea	*				
Morfoespécie 01	-	Herbácea	*				
<b>BIGNONIACEAE</b>							
<i>Arrabidaea leucopogon</i> (Cham.) Sandw.	-	Trepadeira		*		*X	
<i>Pyrostegia venusta</i> Miers.	Cipó-de-São-João	Trepadeira					*X
<i>Tabebuia cf. umbellata</i> (Sond.) Sandwith	Ipê-amarelo	Arbórea					*X
Morfoespécie 03	-	Herbácea			*	*	
<b>BROMELIACEAE</b>							
<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.	Bromélia 2	Herbácea					*X
<i>Crypthantus</i> sp.	Bromélia 1	Herbácea					*X
<b>COMMELINACEAE</b>							
<i>Commelina cf. erecta</i> L.	Trapoeraba	Herbácea		*			
<b>CONVOLVULACEAE</b>							
<i>Ipomea</i> sp.	-	Trepadeira		*	*X	*	
Morfoespécie 09	-	Trepadeira			*		
<b>ERYTHROXILACEAE</b>							
<i>Erythroxilum pulchrum</i> St. Hil.	Arco-de-pipa	Arbórea					*X
<b>EUPHORBIACEAE</b>							
<i>Croton</i> sp.	-	Arbustiva					*
<b>FABACEAE – MIMOSOIDEAE</b>							
<i>Acacia plumosa</i> Lowe	Arranha-gato	Trepadeira					*X
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Sabiá	Arbórea		*X			
<i>Samanea</i> sp.	-	Arbórea					*X
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Caroba-brava	Arbórea					X
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) M. Cillemão ex Berter	Jacaraná-da-Bahia	Arbórea				*X	
<i>Machaerium</i> sp.	-	Trepadeira					*X
<i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemão	Óleo-pardo	Arbórea		X		*X	*X
<i>Vigna</i> sp.	-	Trepadeira	*	*X	*	*	
<b>LAMIACEAE</b>							
<i>Lantana camara</i> L.	-	Herbácea				*	
<b>MALVACEAE</b>							
<i>Wissadula contracta</i> (Link.) R.E. Fries	-	Herbácea				*	
<b>MORACEAE</b>							
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	-	Arbórea					*X
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) L.A. Jonson & K.D. Hill.	Eucalipto	Arbórea			*X		
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Grumixama	Arbórea					*X
<b>ORCHIDACEAE</b>							

Continua...

**Tabela I-6:** Continuação.

<b>Família/Nome científico</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Hábito</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Orquídea	Herbácea					*X
<b>POACEAE</b>							
<i>Olyra</i> sp.	Bambú	Gramínea					*
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim-colonião	Gramínea	*	*X	*X	*X	
<b>SAPINDACEAE</b>							
<i>Serjania clematidifolia</i> Camberg.	-	Trepadeira					*X
<i>Serjania</i> sp.	-	Trepadeira					*
<b>SOLANACEAE</b>							
<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal	Joá-bravo	Herbácea	*				
<b>TRIGONIACEAE</b>							
<i>Trigonia villosa</i> Aubl.	-	Trepadeira			X		*
<i>Trigonia</i> sp.	-	Trepadeira		X	X		*
<b>Não identificadas</b>							
Morfoespécie 04	-	Trepadeira					*
Morfoespécie 05	-	Trepadeira					*
Morfoespécie 06	-	Arbustiva					*
Morfoespécie 07	-	Herbácea					*
Morfoespécie 08	-	Arbustiva					*
Morfoespécie 10	-	Trepadeira					*
Morfoespécie 12	-	Trepadeira					X

### 3.2.1 Distribuição das espécies por hábito

Quanto ao hábito as espécies amostradas na regeneração distribuíram-se em trepadeira (39,13%), herbácea (28,26%), arbórea (21,74%), arbustiva (6,25%), gramínea (4,35%). Constatando-se o predomínio de espécies do grupo das trepadeiras. Este grupo é formado por lianas herbáceas e lenhosas, as quais são ricas na vegetação tropical, sendo favorecidas nestes habitats, com exceção daqueles muito secos, frios ou com solo muito pobre (JANZEN, 1980).

Muitas das famílias encontradas e alguns gêneros de trepadeiras são característicos de Florestas Estacionais Semidecíduais. Famílias como Bignoniaceae, Malpighiaceae, Sapindaceae, Convolvulaceae, Apocynaceae e Fabaceae apresentaram a maior riqueza de espécies no levantamento florístico de lianas, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, realizado por Tibiriça et al. (2006), as quais também abrigam a maior diversidade das espécies neste estudo.

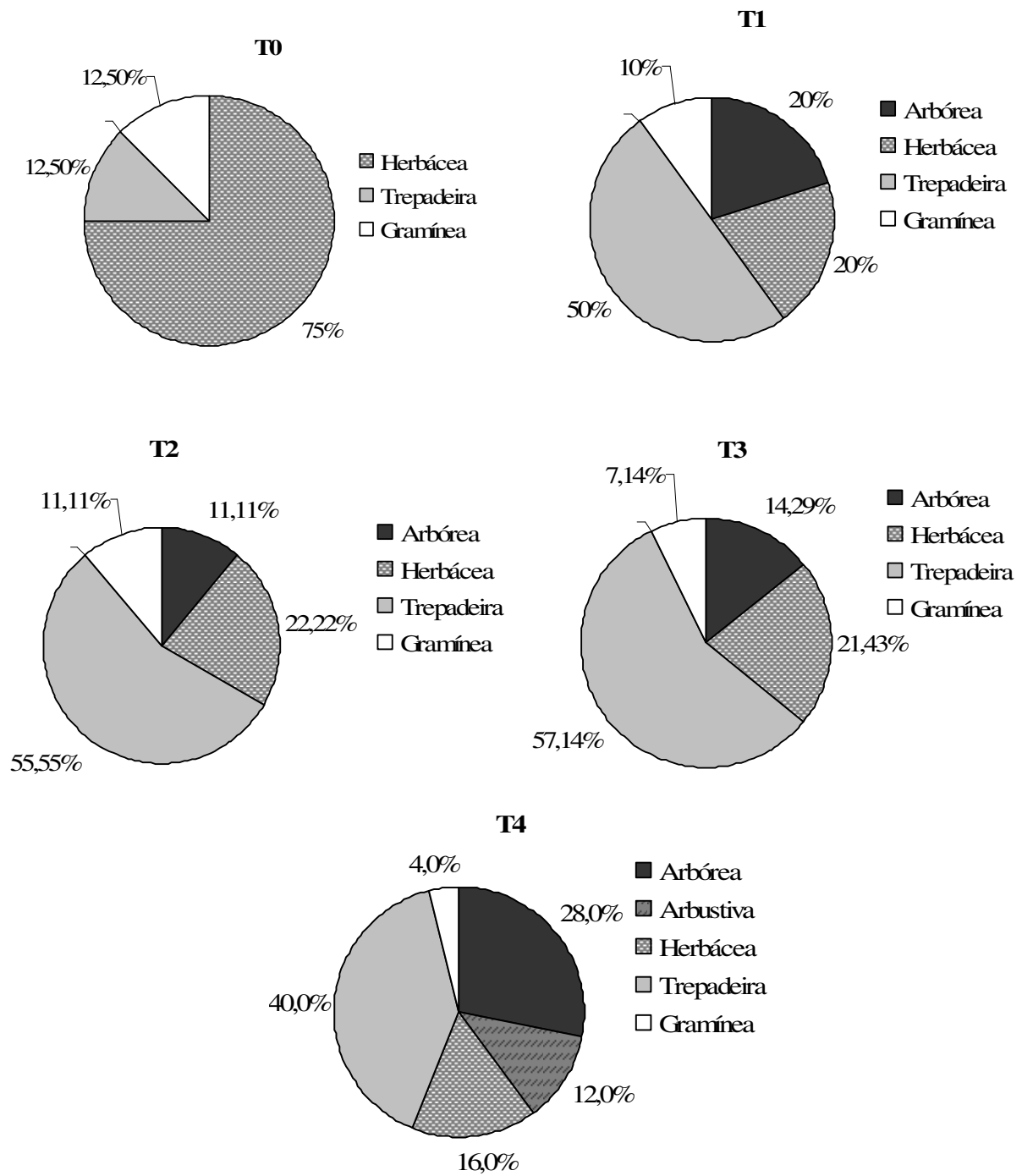
Observando a distribuição das espécies amostradas na regeneração, para os diferentes grupos de hábitos por tratamento e para as testemunhas, percebeu-se que a referência T4 (Figura I-6), caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual, apresentou elevada densidade de trepadeiras (40,0% das espécies amostradas). Este grupo, juntamente com as epífitas, abriga um grande número de espécies em habitats tropicais (JANZEN, 1980). Isto contribui para o aumento da diversidade biológica das Florestas Semidecíduais, como na área de floresta deste estudo, já que a escassez de água, em parte do ano, torna difícil o desenvolvimento e sobrevivência de muitas espécies. Nesta área, também foi encontrada a presença de gramíneas (4,0%), o que pode indicar algum nível de perturbação no ecossistema.



No T3 foi encontrada a maior proporção de espécies para o grupo das trepadeiras (57,14%), o que pode indicar que o ecossistema ainda não está totalmente ajustado de forma equilibrada. O desenvolvimento das trepadeiras neste tratamento deve ter sido favorecido pela área de cobertura do dossel, visto que foi uma das menores áreas encontradas.

Entre os tratamentos, verificou-se a ocorrência da maior porcentagem de espécies arbóreas na regeneração do T1, com 20%. Contudo, isso não significa um grande avanço na sucessão para o ecossistema, já que estas espécies são representadas apenas por *Mimosa caesalpinifolia* e *Myrocarpus fastigiatus*, sendo que *M. caesalpinifolia* regenerou-se a partir dos indivíduos plantados.

A distribuição da regeneração da referência T4 em cinco hábitos e predomínio das trepadeiras (Figura I-6), porém com equilíbrio entre eles, indicaram que esta área se apresenta estruturalmente mais evoluída e com tendência de restauração. Como não existem ações conservacionistas, diretas e nem indiretas, como aceiros, pode-se assumir que há sustentabilidade ambiental nos seus processos ecológicos.



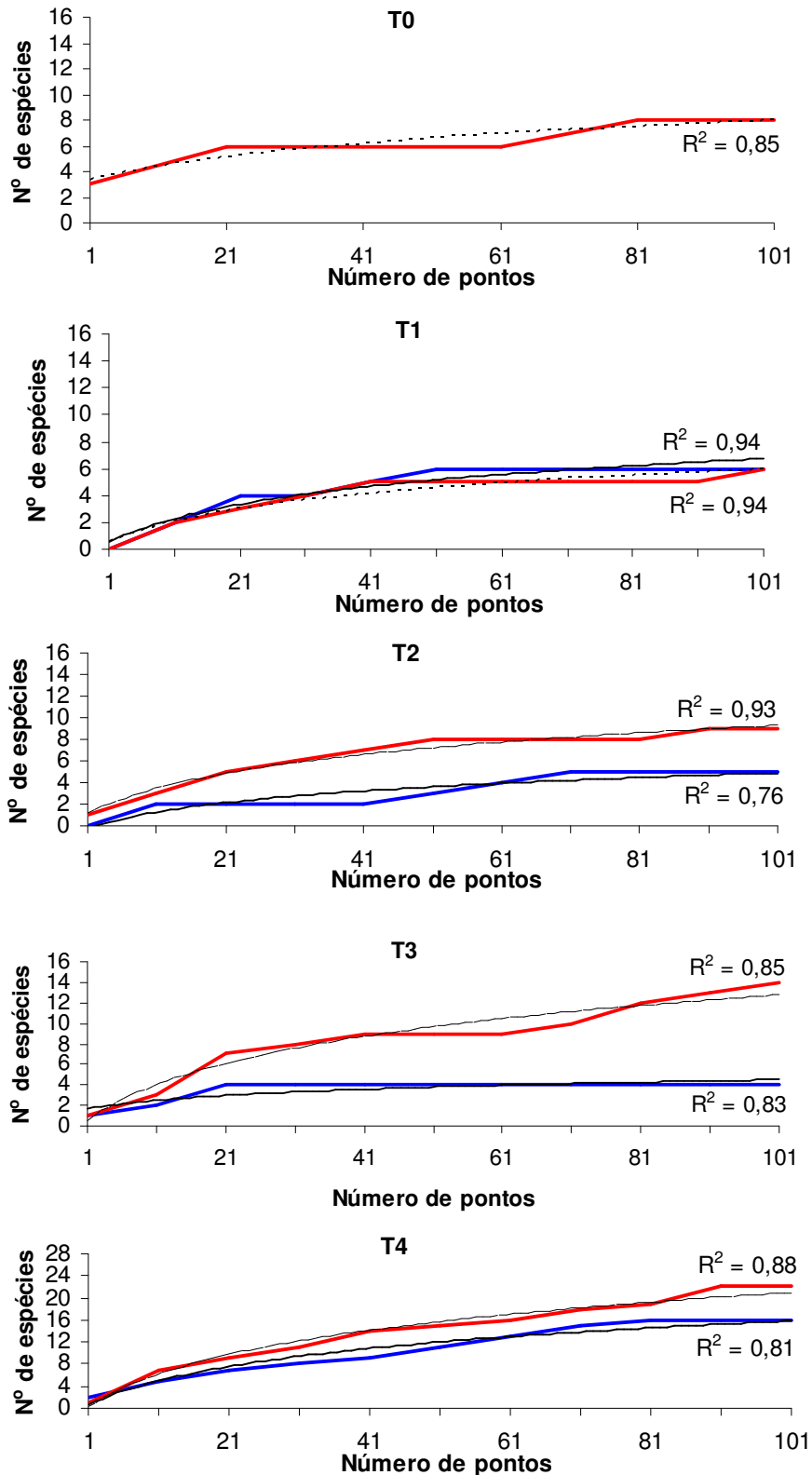
**Figura I-6:** Distribuição por hábito, para o total de espécies da regeneração amostradas na testemunha T0 (pastagem), na área de referência T4 (floresta secundária) e nos tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), nos períodos de verão e inverno. Nova Iguaçu – RJ, 2008.

### 3.2.2 Variação sazonal da colonização

Na Figura I-7 são apresentadas as curvas da variação sazonal da colonização, para as duas épocas de amostragem da regeneração. Geralmente estas são utilizadas apenas para indicar a suficiência do esforço amostral em um levantamento florístico, sendo conhecidas como curva do coletor, mas neste estudo foram utilizadas com a finalidade para indicar as variações impostas pelo ambiente (verão chuvoso e inverno seco). Quanto menor a diferença entre o período de verão e o inverno, maior será a adaptação das espécies ao ambiente e sua capacidade de mantêrem-se estruturalmente no sistema, suportando mecanismos causadores de stress.

A regeneração nas Florestas Estacionais Semidecíduais desenvolve-se de acordo com o ritmo das variações sazonais, as quais são responsáveis por provocarem no primeiro momento a abertura do dossel, através da deciduidade de muitas espécies arbóreas, interferindo na entrada de luz no sub-bosque e, conseqüentemente, na regeneração de plântulas. Nestas florestas, até 50% das espécies arbóreas perdem as folhas no período de inverno, devido a menor disponibilidade de água (IBEGE, 1992), reagindo como um sinal de estresse (LARCHER, 2004) e como mecanismo de salvaguarda do ecossistema.

Os indivíduos adultos, que já tem estrutura formada, sofrem pelo estresse hídrico, tendo que criar mecanismos adaptativos para resistir a falta de água, o banco de plântulas da regeneração torna-se mais vulnerável ainda, pois necessitam de maior oferta de fatores ecológicos para garantir seu estabelecimento e desenvolvimento. Estes fatos explicam a variação sazonal da densidade e diversidade de espécies entre verão chuvoso e inverno seco (Figura I-7).



**Figura I-7:** Variação sazonal das espécies da regeneração na testemunha (T0 – pasto), referência (T4 – floresta secundária) e tratamentos (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas). Onde a linha vermelha corresponde ao período de verão/2008 e a azul ao período de inverno/2008, enquanto as linhas em preto representam o ajuste pelo modelo logarítmico E, sendo a linha pontilhada para o período de verão e a linha inteira para o período de inverno. Nova Iguaçu – RJ.

Na testemunha T0 (Anexo I-7), o ponto que evidenciou tendência de estabilização da curva de variação sazonal da colonização, com suficiência amostral, para o período de verão, ocorreu no ponto 81. No período de inverno, todas as espécies foram eliminadas devido à ação do fogo, fato usual nas paisagens da vertente norte da região, favorecida pela baixa umidade do ar e oferta de biomassa vegetal seca nas encostas. Nesta área foram encontradas oito espécies, distribuídas em quatro famílias, sendo a maioria espécies herbáceas anuais (Tabela I-6).

As plantas anuais são consideradas do tipo investidor, pois usam seus assimilados para ganhar rapidamente uma abundante matéria orgânica, aproveitando um curto período favorável do ano para crescer, florescer e frutificar (LARCHER, 2004). Ao morrerem estas deixam suas sementes, que ficam em latência até o próximo período favorável para germinarem.

Considerando que a área da testemunha T0 permaneceu abandonada, aproximadamente desde 1930 (SEMUAM, 2001), ela tem contribuído muito pouco ou quase nada para que haja um avanço na sucessão, assim nenhuma espécie que persista consegue se estabelecer, levando a uma decrepitude no sistema, por não conseguir se ajustar às mudanças de forma equilibrada, ocasionando oscilações no ecossistema, ou seja, se em um ano ganha forças para evoluir, em outros as perde, conseqüentemente predomina a baixa diversidade, representada pelas espécies que permanecem apenas alguns meses. Segundo Woodwell (1974), as comunidades simplificadas estão sujeitas a rápidas mudanças na densidade desses organismos, os quais se reproduzem mais facilmente, levando a uma perda da estrutura e implicando também em perda de “regulação” do ecossistema.

No tratamento T1 (Anexo I-8), o ponto que evidenciou tendência de estabilização da curva da variação sazonal da colonização, com suficiência amostral foi o 41 para o período de verão, embora uma nova espécie tenha vindo a ocorrer no ponto 91 e o ponto 51 para o inverno. Ao total foram encontradas seis espécies, tanto para o verão quanto para o inverno, porém, verificou-se no momento do levantamento que a maioria das espécies encontradas para o período de inverno eram herbáceas anuais que já estavam morrendo e logo desapareceriam, todavia esse fato, no primeiro momento causou a impressão que este tratamento estava mantendo-se mais estável quanto as variações sazonais. Na realidade o Sabiá, pela sua maior rusticidade a seca está conseguindo amenizar o microclima e as plantas se valem desta condição para aumentar seu tempo de permanência no local.

Para o tratamento T2 (Anexo I-9), o ponto que evidenciou tendência de estabilização da curva da variação sazonal da colonização, com suficiência amostral foi o 91, no período de verão e 71, no inverno, devendo-se a variação principalmente ao desaparecimento de espécies herbáceas anuais no período de inverno. No verão foram amostradas nove espécies e no inverno cinco (Tabela I-6). Destas observou-se que a maioria das espécies encontradas no inverno são lianas, as quais persistiram com folhas no período desfavorável, embora nem todas tenham aparecido na amostragem do período de verão. Isso pode indicar que as espécies de lianas deste tratamento podem ser espécies resistentes mesmo em condições ambientais mais extremas, o que lhes confere uma maior facilidade para competir com outras espécies e impedir o seu estabelecimento e desenvolvimento, uma vez que na regeneração não foram encontradas muitas espécies, conferindo uma baixa biodiversidade a este ecossistema, podendo estar comprometendo os processos de restauração. Além disso, na regeneração deste tratamento foi encontrado apenas um indivíduo arbóreo, o qual se estabeleceu através das sementes de indivíduos plantados de *Corymbia citriodora*, o que significa que a combinação das espécies implantadas não favoreceu a entrada de espécies da regeneração natural, contribuindo pouco para a construção do ecossistema.

No tratamento T3 (Anexo I-10), no verão a primeira tendência de estabilização da curva da variação sazonal da colonização ocorreu no ponto 41, porém voltou a aumentar não

ocorrendo estabilização e devido ao tamanho da área não foi possível continuar a amostragem até atingir a estabilização. Esta situação segundo Vuono (2002), pode acontecer em estudos de fragmentos ou em florestas impactadas, onde nem sempre é possível obter-se a curva do coletor até a estabilização. Conforme SEMUAM (2001), trabalhos realizados na região demonstraram que a curva nem sempre se aproxima da estabilização devido a riqueza de espécies e a metodologia de levantamento florístico adotada. No inverno, o ponto que evidenciou tendência de estabilização da curva da variação sazonal da colonização, com suficiência amostral ocorreu no ponto 21, expressando a grande variação sazonal deste tratamento em relação aos demais, representado pela maior diferença do número de pontos entre o verão e inverno, necessários para atingir a estabilização da curva. Neste tratamento foram amostradas 14 espécies na regeneração, para o período de verão e 4 para o inverno, estando esta diferença representada através da queda na curva do coletor entre os dois levantamentos (Figura I-7, T3).

A maioria das espécies encontradas no verão, na regeneração do T3, foram herbáceas e trepadeiras, que fizeram com que este tratamento apresentasse a maior diversidade de espécies, para esta estação. O número de espécies encontradas na regeneração demonstra o grau de contribuição do conjunto das espécies implantadas, para o ecossistema. Neste tratamento, embora grande parte das espécies que apareceram no verão, posteriormente vieram a desaparecer no período de inverno e, na maioria eram de estágios iniciais da sucessão, não significa que as espécies implantadas tenham contribuído pouco no estabelecimento da sucessão através da regeneração natural. As espécies que apareceram na regeneração, devido a sua rusticidade, conseguiram desenvolver-se sob as condições criadas a partir das espécies arbóreas implantadas e estão cumprindo seu papel de melhorar a oferta de propriedades para a entrada de espécies mais exigentes. Isto vem reforçar a condição de auto-sustentabilidade dos processos de restauração, indicada pelo estabelecimento de espécies arbóreas da região na regeneração natural, entre elas *Myrocarpus fastigiatus* e *Dalbergia nigra*, sendo esta última segundo MARCHIORI (2007), produtora de madeira valiosa e em ameaça de extinção.

Na referência T4 (Anexo I-11), o ponto que evidenciou tendência de estabilização da curva da variação sazonal da colonização, com suficiência amostral, no verão ocorreu no ponto 91 e para o inverno, no ponto 81. No período de verão foram amostradas 22 espécies e no inverno 16, representando uma redução de 6 espécies entre os períodos, incluindo-se entre estas trepadeiras e arbustivas decíduas (Tabela I-6). A diferença encontrada para o número de espécies entre as duas estações pode ser considerada pequena, visto que a maioria das espécies da regeneração permaneceu nas duas estações, indicando a sua evolução e adaptação aos efeitos impostos pelas variações sazonais, como estresse hídrico e menor disponibilidade de nutrientes, de forma a superar os meses mais desfavoráveis, com menor oferta de recursos no ambiente, adquirindo capacidade de resistir e manter sua estrutura auto-sustentável.

Pela diversidade de espécies amostradas na regeneração da floresta secundária (T4), percebeu-se que o ecossistema possui condições para manter uma tendência futura de estabilidade, graças a presença de espécies dos vários grupos de sucessão e que pertencem, provavelmente, a diferentes grupos funcionais. Isto pode favorecer a formação de comunidades mais estáveis, capazes de suportar as variações sazonais de cada ano, já que cada grupo de espécies desempenha suas funções criando condições para que o ecossistema consiga acompanhar as mudanças impostas pelo ambiente, ou seja, aumenta a elasticidade do ecossistema (Grimm & Wissel, 1997).

A estratificação vertical, com árvores de diferentes idades, tem efeito sobre a regeneração e crescimento nas florestas (DONOSO, 2005), respondendo também aos espaços de abertura dossel, ao seu tamanho e forma, diferenças no microclima, substrato específico para colonização e efeito de raízes sobre a sua zona de influência (COATES & BURTON,

1997), condições estas que podem ter determinado a presença das espécies encontradas na regeneração da área de referência (T4). Nesta área foram amostradas, 7 espécies arbóreas (*Tabebuia cf. umbellata*, *Erythroxylum pulchrum*, *Samanea* sp., *Dalbergia brasiliensis*, *Myrocarpus fastigiatus*, *Brosimum guianense*, *Eugenia brasiliensis*) e 3 arbustivas (*Croton* sp., Morfoespécie 06 e Morfoespécie 08), fundamentais para manter o futuro dossel da floresta, bem como toda a estrutura da floresta, sustentando os processos ecológicos, responsáveis pela vida do ecossistema.

A maior diversidade na regeneração da área de referência T4 pode ser explicada pela formação de microhabitats por diferentes espécies, onde cada uma especializa-se em uma determinada função, e interagem com os demais constituintes do ecossistema, compartimentalizando-o. No ambiente, vários organismos (vegetais e animais), podem relacionar-se com ele de diferentes maneiras, subdividindo-o e conseguindo sucesso competitivo em distintos microambientes, assim esses organismos podem continuar a coexistirem (WEAVER & CLEMENTS, 1977; HAVEN et al., 2001).

Oliveira-Filho et al. (2001), encontraram resposta da vegetação as diferenças no regime de água do solo, entre os habitats, em um fragmento de floresta semidecidual em Martinho Campos – MG. Isso, mostra que em pequenas distâncias dentro de uma floresta podem existir variedades de microhabitats e conseqüentemente distribuição de diferentes grupos de espécies vegetais.

Considerando o efeito da influência da sazonalidade existente, onde o desenvolvimento das espécies passa a ser condicionado pela oferta da disponibilidade de recursos. Desta forma, a maioria das espécies herbácea e as gramíneas completam seu ciclo vital no inverno (estação de seca), saindo da comunidade, enquanto que as trepadeiras permanecem em estado vegetativo, com aspecto seco (ANEXO I-21). Segundo Janzen (1980), as trepadeiras são plantas perenes, geralmente decíduas, que se desenvolvem rapidamente na estação chuvosa e são capazes de regenerar-se rapidamente depois de roçadas por apresentarem rizomas resistentes. Estas características fazem com que esse grupo vegetal leve vantagens para sobreviver nos ecossistemas decíduos. A sobrevivência, adaptação e permanência das espécies nos diferentes períodos (verão e inverno) criam condições para o desenvolvimento de microhabitats que serão responsáveis pelo favorecimento da germinação e estabelecimento de outras espécies mais exigentes em termos de condições ambientais, permitindo assim a evolução da sucessão.

Os melhores ajustes da curva do coletor da testemunha T0, referência T4 e dos tratamentos (T1, T2 e T3) foram obtidos pelo modelo de regressão logarítmico E, tanto para o período de verão quanto para o inverno, evidenciado pelos maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) (Tabela I-7). Isto evidenciou que a curva do coletor provavelmente manterá a tendência que apresentou, por mais que se aumente o número de pontos amostrados, o número de espécies novas será muito baixo, acrescentando um grande esforço amostral para um pequeno aumento no número de espécies.

**Tabela I-7:** Estatística da análise de regressão da curva do coletor, ajustada pelo modelo logarítmico E, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha T0 (pastagem) e área de referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008.

Tratamentos	Teste F (verão)	Teste F (inverno)	$R^2$ (verão)	$R^2$ (inverno)
T1	140,75	138,04	0,94	0,94
T2	114,08	28,59	0,93	0,76
T3	52,36	45,27	0,85	0,83

Continua...

**Tabela I-7:** Continuação.

<b>Testemunha/ Referência</b>	<b>Teste F (verão)</b>	<b>Teste F (inverno)</b>	<b>R<sup>2</sup> (verão)</b>	<b>R<sup>2</sup> (inverno)</b>
T0	52,64	-	0,85	-
T4	64,60	38,36	0,88	0,81

### **3.2.3 Parâmetros fitossociológicos das espécies**

O valor de importância (VI) tem sido um parâmetro clássico utilizado para estabelecer o comportamento das espécies dentro de uma comunidade, além de ser importante para caracterizar as espécies que predominam na fisionomia da paisagem local (REIS & KAGEYAMA, 2003). Seu uso neste estudo demonstra como cada espécie da regeneração está se comportando diante das variações sazonais, dando uma maior ou menor contribuição para a comunidade do ecossistema em que está inserida (Tabelas I-8 a I-16).



**Tabela I-8:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da testemunha T0 (pastagem com capim-colonião), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Espécie	n	N	NT	NTP	NP	DR	VA	VR	MT	FA	FR	VI
<i>Panicum maximum</i>	100	163	581	100	100	61,35	581,00	85,82	5,81	100,00	61,35	208,52
<i>Desmodium barbatum</i>	22	163	38	100	22	13,50	38,00	5,61	1,73	22,00	13,50	32,61
<i>Solanum palinacanthum</i>	20	163	27	100	20	12,27	27,00	3,99	1,35	20,00	12,27	28,53
<i>Aeschynomene sp.</i>	10	163	15	100	10	6,13	15,00	2,22	1,50	10,00	6,13	14,49
<i>Vigna sp.</i>	7	163	8	100	7	4,29	8,00	1,18	1,14	7,00	4,29	9,77
<i>Orteropappus angustifolius</i>	2	163	2	100	2	1,23	2,00	0,30	1,00	2,00	1,23	2,75
<i>Pterocaulon virgatum</i>	1	163	4	100	1	0,61	4,00	0,59	4,00	1,00	0,61	1,82
Morfoespécie 01	1	163	2	100	1	0,61	2,00	0,30	2,00	1,00	0,61	1,52

**Tabela I-9:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1 (predomínio de sabiá), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Espécie	n	N	NT	NTP	NP	DR	VA	VR	MT	FA	FR	VI
<i>Panicum maximum</i>	12	22	14	100	12	54,55	14,00	33,33	1,17	12,00	54,55	142,42
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	4	22	21	100	4	18,18	21,00	50,00	5,25	4,00	18,18	86,36
<i>Ipomea sp.</i>	2	22	3	100	2	9,09	3,00	7,14	1,50	2,00	9,09	25,32
<i>Vigna sp.</i>	2	22	2	100	2	9,09	2,00	4,76	1,00	2,00	9,09	22,94
<i>Commelina cf. erecta</i>	1	22	1	100	1	4,55	1,00	2,38	1,00	1,00	4,55	11,47
<i>Arabidaea leucopogon</i>	1	22	1	100	1	4,55	1,00	2,38	1,00	1,00	4,55	11,47

**Tabela I-10:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2 (predomínio de eucalipto), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>	<b>NTP</b>	<b>NP</b>	<b>DR</b>	<b>VA</b>	<b>VR</b>	<b>MT</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Panicum maximum</i>	131	165	456	100	91	79,39	456,00	86,36	5,01	91,00	72,80	238,56
Morfoespécie 09	11	165	22	100	11	6,67	22,00	4,17	2,00	11,00	8,80	19,63
<i>Desmodium barbatum</i>	6	165	11	100	6	3,64	11,00	2,08	1,83	6,00	4,80	10,52
<i>Vigna sp.</i>	5	165	7	100	5	3,03	7,00	1,33	1,40	5,00	4,00	8,36
Morfoespécie 03	4	165	7	100	4	2,42	7,00	1,33	1,75	4,00	3,20	6,95
<i>Corymbia citriodora</i>	3	165	14	100	3	1,82	14,00	2,65	4,67	3,00	2,40	6,87
<i>Trigonía villosa</i>	2	165	7	100	2	1,21	7,00	1,33	3,50	2,00	1,60	4,14
<i>Ipomea sp.</i>	2	165	3	100	2	1,21	3,00	0,57	1,50	2,00	1,60	3,38
Morfoespécie 02	1	165	1	100	1	0,61	1,00	0,19	1,00	1,00	0,80	1,60

**Tabela I-11:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3 (predomínio de nativas), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>	<b>NTP</b>	<b>NP</b>	<b>DR</b>	<b>VA</b>	<b>VR</b>	<b>MT</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Panicum maximum</i>	83	112	211	100	69	74,11	211,00	79,03	3,06	69,00	70,41	223,54
<i>Arabidaea leucopogon</i>	7	112	13	100	7	6,25	13,00	4,87	1,86	7,00	7,14	18,26
<i>Ipomea sp.</i>	5	112	7	100	5	4,46	7,00	2,62	1,40	5,00	5,10	12,19
Morfoespécie 04	3	112	5	100	3	2,68	5,00	1,87	1,67	3,00	3,06	7,61
<i>Lantana camara</i>	2	112	7	100	2	1,79	7,00	2,62	3,50	2,00	2,04	6,45
Morfoespécie 05	2	112	4	100	2	1,79	4,00	1,50	2,00	2,00	2,04	5,32
<i>Trigonia sp.</i>	2	112	4	100	2	1,79	4,00	1,50	2,00	2,00	2,04	5,32
<i>Wissadula contracta</i>	2	112	3	100	2	1,79	3,00	1,12	1,50	2,00	2,04	4,95
<i>Dalbergia nigra</i>	1	112	4	100	1	0,89	4,00	1,50	4,00	1,00	1,02	3,41
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	1	112	3	100	1	0,89	3,00	1,12	3,00	1,00	1,02	3,04
Morfoespécie 02	1	112	2	100	1	0,89	2,00	0,75	2,00	1,00	1,02	2,66
Morfoespécie 03	1	112	2	100	1	0,89	2,00	0,75	2,00	1,00	1,02	2,66
<i>Trigonia villosa</i>	1	112	1	100	1	0,89	1,00	0,37	1,00	1,00	1,02	2,29
<i>Vigna sp.</i>	1	112	1	100	1	0,89	1,00	0,37	1,00	1,00	1,02	2,29

**Tabela I-12:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da referência T4 (floresta secundária), para o período do verão de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Espécie	n	N	NT	NTP	NP	DR	VA	VR	MT	FA	FR	VI
<i>Brosimum guianense</i>	93	186	251	101	73	50,00	248,51	54,33	3,44	72,28	43,97	148,30
<i>Samanea sp.</i>	21	186	64	101	21	11,29	63,37	13,85	3,05	20,79	12,65	37,79
<i>Serjania sp.</i>	12	186	26	101	12	6,45	25,74	5,63	2,17	11,88	7,23	19,31
<i>Acacia plumosa</i>	11	186	22	101	11	5,91	21,78	4,76	2,00	10,89	6,63	17,30
<i>Eugenia brasiliensis</i>	6	186	16	101	6	3,23	15,84	3,46	2,67	5,94	3,61	10,30
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	6	186	11	101	6	3,23	10,89	2,38	1,83	5,94	3,61	9,22
<i>Tabebuia cf.umbellata</i>	5	186	13	101	5	2,69	12,87	2,81	2,60	4,95	3,01	8,51
<i>Serjania clematidifolia</i>	5	186	7	101	5	2,69	6,93	1,52	1,40	4,95	3,01	7,22
<i>Crypthantus sp.</i>	5	186	7	101	5	2,69	6,93	1,52	1,40	4,95	3,01	7,22
<i>Prostegia vemusta</i>	4	186	7	101	4	2,15	6,93	1,52	1,75	3,96	2,41	6,08
<i>Bromelia antiacantha</i>	3	186	5	101	3	1,61	4,95	1,08	1,67	2,97	1,81	4,50
Morfoespécie 06	2	186	6	101	2	1,08	5,94	1,30	3,00	1,98	1,20	3,58
<i>Bomarea sp.</i>	2	186	6	101	2	1,08	5,94	1,30	3,00	1,98	1,20	3,58
<i>Stygmaphyllon ciliatum</i>	2	186	4	101	2	1,08	3,96	0,87	2,00	1,98	1,20	3,15
<i>Oeceoclades maculata</i>	2	186	3	101	2	1,08	2,97	0,65	1,50	1,98	1,20	2,93
<i>Olyra sp.</i>	1	186	3	101	1	0,54	2,97	0,65	3,00	0,99	0,60	1,79
Morfoespécie 08	1	186	3	101	1	0,54	2,97	0,65	3,00	0,99	0,60	1,79
<i>Myrocarpus fastiguatus</i>	1	186	2	101	1	0,54	1,98	0,43	2,00	0,99	0,60	1,57
Morfoespécie 07	1	186	2	101	1	0,54	1,98	0,43	2,00	0,99	0,60	1,57
<i>Machaerium sp.</i>	1	186	2	101	1	0,54	1,98	0,43	2,00	0,99	0,60	1,57
<i>Croton sp.</i>	1	186	1	101	1	0,54	0,99	0,22	1,00	0,99	0,60	1,36
Morfoespécie 10	1	186	1	101	1	0,54	0,99	0,22	1,00	0,99	0,60	1,36

**Tabela I-13:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T1 (predomínio de sabia), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>	<b>NTP</b>	<b>NP</b>	<b>DR</b>	<b>VA</b>	<b>VR</b>	<b>MT</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Panicum maximum</i>	8	21	15	100	8	38,10	15,00	40,54	1,88	8,00	38,10	116,73
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	7	21	13	100	7	33,33	13,00	35,14	1,86	7,00	33,33	101,80
<i>Trigonía sp.</i>	2	21	3	100	2	9,52	3,00	8,11	1,50	2,00	9,52	27,16
<i>Desmodium barbatum</i>	2	21	3	100	2	9,52	3,00	8,11	1,50	2,00	9,52	27,16
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	1	21	2	100	1	4,76	2,00	5,41	2,00	1,00	4,76	14,93
<i>Vigna sp.</i>	1	21	1	100	1	4,76	1,00	2,70	1,00	1,00	4,76	12,23

**Tabela I-14:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T2 (predomínio de eucalipto), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

<b>Espécie</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<b>NT</b>	<b>NTP</b>	<b>NP</b>	<b>DR</b>	<b>VA</b>	<b>VR</b>	<b>MT</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Panicum maximum</i>	40	52	69	100	40	76,92	69,00	78,41	1,73	40,00	76,92	232,26
<i>Ipomea sp.</i>	6	52	10	100	6	11,54	10,00	11,36	1,67	6,00	11,54	34,44
<i>Corymbia citriodora</i>	3	52	4	100	3	5,77	4,00	4,55	1,33	3,00	5,77	16,08
<i>Trigonía villosa</i>	2	52	3	100	2	3,85	3,00	3,41	1,50	2,00	3,85	11,10
<i>Trigonía sp.</i>	1	52	2	100	1	1,92	2,00	2,27	2,00	1,00	1,92	6,12

**Tabela I-15:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea do tratamento T3 (predomínio de nativas), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Espécie	n	N	NT	NTP	NP	DR	VA	VR	MT	FA	FR	VI
<i>Panicum maximum</i>	29	37	59	100	29	78,38	59,00	84,29	2,03	29,00	78,38	241,04
<i>Arabidaea leucopogon</i>	6	37	8	100	6	16,22	8,00	11,43	1,33	6,00	16,22	43,86
<i>Dalbergia nigra</i>	1	37	2	100	1	2,70	2,00	2,86	2,00	1,00	2,70	8,26
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	1	37	1	100	1	2,70	1,00	1,43	1,00	1,00	2,70	6,83

**Tabela I-16:** Parâmetros quantitativos da regeneração espontânea da referência T4 (floresta secundária), para o período de inverno de 2008. Onde n = número de indivíduos da espécie; N = número total de indivíduos; NT = número de toques; NP = número de pontos; DR = densidade relativa, VA = vigor absoluto; VR = vigor relativo; MT = média de toques; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; VI = valor de importância.

Espécie	n	N	NT	NTP	NP	DR	VA	VR	MT	FA	FR	VI
<i>Brosimum guianense</i>	79	146	192	101	64	54,11	190,10	60,00	3,00	63,37	48,86	162,97
<i>Samanea sp.</i>	16	146	32	101	16	10,96	31,68	10,00	2,00	15,84	12,21	33,17
<i>Acacia plumosa</i>	11	146	18	101	11	7,53	17,82	5,63	1,64	10,89	8,40	21,56
<i>Serjania clematidifolia</i>	7	146	10	101	7	4,79	9,90	3,13	1,43	6,93	5,34	13,26
<i>Erythroxylum pulchrum</i>	6	146	11	101	6	4,11	10,89	3,44	1,83	5,94	4,58	12,13
<i>Eugenia brasiliensis</i>	4	146	15	101	4	2,74	14,85	4,69	3,75	3,96	3,05	10,48
<i>Crypthantus sp.</i>	5	146	7	101	5	3,42	6,93	2,19	1,40	4,95	3,82	9,43
<i>Tabebuia cf.umbellata</i>	4	146	8	101	4	2,74	7,92	2,50	2,00	3,96	3,05	8,29
<i>Prostegia vemusta</i>	3	146	7	101	3	2,05	6,93	2,19	2,33	2,97	2,29	6,53
<i>Dalbergia brasiliana</i>	2	146	7	101	2	1,37	6,93	2,19	3,50	1,98	1,53	5,08
<i>Machaerium sp.</i>	2	146	3	101	2	1,37	2,97	0,94	1,50	1,98	1,53	3,83
Morfoespécie 02	2	146	3	101	2	1,37	2,97	0,94	1,50	1,98	1,53	3,83
<i>Bromelia antiacantha</i>	2	146	2	101	2	1,37	1,98	0,63	1,00	1,98	1,53	3,52
Morfoespécie 01	1	146	2	101	1	0,68	1,98	0,63	2,00	0,99	0,76	2,07
<i>Myrocarpus fastigiatus</i>	1	146	2	101	1	0,68	1,98	0,63	2,00	0,99	0,76	2,07
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	146	1	101	1	0,68	0,99	0,31	1,00	0,99	0,76	1,76

Na testemunha T0, as três principais espécies com maior VI, para o período de verão foram: capim-colonião (*Panicum maximum*), *Desmodium barbatum* e *Solanum paniculatum*, com 208,52; 32,61 e 28,53% de VI, respectivamente (Tabela I-8). Estas espécies são resistentes às condições ambientais mais desfavoráveis, conseguindo se reproduzirem ano após ano mesmo após a ocorrência de eventos mais extremos, como a passagem do fogo, temperaturas elevadas, escassez de água e minerais. Como são espécies anuais, crescem, florescem e frutificam deixando um banco de sementes no solo, que germinam no ano seguinte.

A baixa diversidade de espécies, da área de pastagem indica que esta vegetação pode estar impedindo a entrada de outras espécies. Isso pode ser causado pelo fato da pastagem ter grande capacidade de competir com outras espécies, onde ela se auto-perpetua, resultando num processo de exclusão de outras espécies. Este processo pode ser intensificado na presença do fogo, pois este é um fator que prejudica a regeneração (POGGIANI et al., 1983).

No tratamento T1, os maiores VI, no período de verão foram encontrados para as espécies de capim-colonião (*Panicum maximum*), *M. caesalpinifolia* e *Ipomea* sp., respectivamente com 142,42; 86,36 e 25,32%, enquanto no período de inverno as espécies mais representativas foram *P. maximum*, *M. caesalpinifolia* e *Trigonía* sp. com 116,73; 101,80 e 27,16% de VI (Tabelas I-9 e I-13). Isso indica um pequeno avanço na sucessão possivelmente causado pela dominância de capim-colonião e de sabiá, que de certa forma age controlando a entrada da regeneração natural.

No tratamento T2, para o período de verão, as três principais espécies com maior VI foram *P. maximum*, Morfoespécie 09 e *D. barbatum*, respectivamente com 238,56; 19,63 e 10,54% e para o período de inverno, *P. maximum*, *Ipomea* sp. e *Corymbia citriodora* com 232,26; 34,44 e 16,08% de VI (Tabelas I-10 e I-14). Estes valores revelam a predominância do capim-colonião sobre as demais espécies e seu desenvolvimento deve estar sendo favorecido pela maior entrada de luz que se deve ao formato das copas de eucalipto, geralmente mais abertas.

No tratamento T3, destacaram-se no período de verão, *P. maximum*, *Arabidaea leucopogon* e *Ipomea* sp. com os maiores VI, 223,54; 18,26 e 12,19%, respectivamente e para o período de inverno *P. maximum*, *A. leucopogon* e *D. nigra*, com 241,04; 43,86 e 8,26% de VI (Tabelas I-11 e I-15). Estes dados mostraram que a trepadeira *A. leucopogon* predomina neste ecossistema e caso ocorra algum desajuste ela poderá vir a se reproduzir em excesso a ponto de intervir no progresso da sucessão. No entanto, no estado atual, pode-se dizer que ela se encontra estável, pois não está impedindo o estabelecimento de outras espécies na regeneração.

Comparando os três tratamentos percebeu-se que o capim-colonião ocorreu em todos os tratamentos e pode estar exercendo papel limitante no avanço da sucessão das comunidades vegetais, através de interações competitivas. Entretanto no T1, devido ao maior sombreamento promovido por uma maior área de cobertura, o capim-colonião apresentou o menor VI de todos os tratamentos, porém não significou com isso um aumento da diversidade. O capim-colonião resiste bem a ambientes sombreados, por isso conseguiu desenvolver-se bem sob a copa das árvores implantadas. Segundo Bhatt et al. (2002), o capim-colonião resiste a sombreamentos mais forte, superior a 75% de sombra.

Na testemunha T4, as principais espécies com maior VI, no período de verão foram *B. guianense*, *Samanea* sp. e *Serjania* sp., ficando respectivamente com 148,30; 37,79 e 19,31 %, enquanto no período de inverno destacaram-se *B. guianense*, *Samanea* sp. e *Acacia plumosa*, com 162,97; 33,17 e 21,56% do VI (Tabelas I-12 e I-16). *Brosimum guianense* apresentou maior representatividade nas duas estações, chegando até mesmo a aumentar seu VI no período de inverno, demonstrando que a regeneração desta espécie conseguiu se manter bem mesmo no período mais desfavorável, passando apenas por uma pequena variação na

densidade relativa (DR), de 50,0% para 54,11%. Isso pode se dever a presença de algumas espécies decíduas, que na época da amostragem estavam sem folhas, tornando a presença de *B. guianense* mais expressiva. VI de *B. guianense* foi favorecido pela sua distribuição abundante na área (Anexo I-22), pois conforme Lorenzi (2002b), essa espécie apresenta distribuição algumas vezes esparsa e outras abundante.

Vale destacar ainda que, na área de referência (T4), *Eugenia brasiliensis* ficou em quinto lugar, apresentando um VI de 10,30%, estando bem representada dentro deste ecossistema. Segundo Lorenzi (2002a), esta espécie possui regeneração natural limitada e é de ocorrência bastante rara. Este fato somado com a diversidade de espécies que existe na área, vem confirmar que esta floresta apresenta uma tendência natural de restauração bem avançada, considerando as interferências que sofreu no passado.

Ao comparar os tratamentos com a testemunha T0, notou-se que os tratamentos com exceção do T1 apresentaram maior VI para o capim-colonião do que a testemunha T0, que a princípio deveria destacar-se com esta espécie. Comparando-se também a altura máxima do capim-colonião, encontrada no levantamento de verão, com 2,00 m; 1,18 m; 2,20 m e 3,00 m respectivamente para T0, T1, T2 e T3, percebeu-se que no tratamento T3 a altura foi maior do que na área de pastagem (T0), indicando com isso a perda do vigor do capim nesta área. Estes fatos indicaram que a área possivelmente está com tendência de degradação, onde nem mesmo o próprio capim, sendo uma espécie rústica consegue desenvolver-se bem.

Comparando a altura média das espécies da regeneração, do período de verão, do levantamento atual com o de três anos atrás realizado por Cortines (2005), observa-se que a referência T4 apresentou um crescimento médio significativo de 1,12 m para 1,72 m, o tratamento T3 de 1,13 m para 1,27 m, enquanto T2 e T1 apresentaram as menores médias, passando de 1,43 m para 1,48 m e de 1,20 m para 1,08 m respectivamente, representando um decréscimo para o T1. As menores médias encontradas, principalmente para o T1, se justificam pelos indivíduos da regeneração serem na maioria espécies anuais, variando seu porte a cada ano. Já as maiores médias, justificam-se pela presença, na regeneração de mais indivíduos do porte arbóreo e arbustivo, os quais continuam crescendo a cada ano até atingir a maturidade.

Também a densidade de indivíduos da regeneração do levantamento atual, do período de verão, em relação a três anos atrás, para a mesma estação, apresentou uma grande redução do número de indivíduos para os tratamentos e testemunhas. A testemunha T0 variou de 274 indivíduos para 163, sendo que só na densidade de capim-colonião houve uma redução de 14 indivíduos, T1 passou de 168 indivíduos para 22, T2 passou de 211 para 165, T3 de 219 para 112 e a testemunha T4 de 388 para 186 indivíduos. Estas situações, na redução da densidade da vegetação podem ser explicadas por três motivos. O primeiro seria o crescimento de indivíduos da regeneração, principalmente no T2, onde muitos indivíduos vieram a partir da germinação das sementes dos eucaliptos plantados e na amostragem atual não foram incluídos como regeneração por estarem com altura superior a 3 m, que foi a altura considerada para este levantamento, não tocando assim na vara. Outro motivo é a redução no índice pluviométrico, em períodos de provável germinação e crescimento de espécies anuais. E o terceiro motivo é o desenvolvimento das copas formando um dossel denso, que passou a impedir o desenvolvimento de espécies rústicas, herbáceas e gramíneas, geralmente pioneiras.

Foi observado, através de comparações de dados pluviométrico, disponibilizados pela estação meteorológica da Ecologia Agrícola (Seropédica-RJ), que há três anos atrás, no mês de Dezembro, a precipitação foi de 170,2 mm, enquanto que para Dezembro/2007 (período que antecedeu o levantamento), a precipitação foi de apenas 33,7 mm, devendo ter influenciado na germinação e principalmente no crescimento da vegetação, representando um déficit hídrico para os indivíduos que germinaram, mas não conseguiram crescer e persistirem até completarem seu ciclo, determinando assim, em um número reduzido de



indivíduos na regeneração. Levando em conta a série histórica de 44 anos dos dados pluviométricos, para essa estação meteorológica, verificou-se que a chuva no mês de dezembro que antecedeu o período de amostragem representou apenas 17,8% do total que geralmente ocorre (FIDERJ, 1978). Conforme Weaver & Clements (1973), fatores como água, umidade, luz, temperatura, solutos e ar do solo afetam diretamente as plantas, porque variam de habitat para habitat, sendo o vapor de água do ar um dos principais fatores que influencia a vegetação. Também Andrae (1978), cita que os fatores secundários do solo, clima e vegetação do habitat possuem uma relação mútua, relativamente estreita. Mudanças na temperatura e precipitação alteram processos nos ecossistemas como a reprodução (BONAN, 2002) e como conseqüência afetam também a densidade da vegetação.

Já o terceiro motivo, justifica o crescimento dos reflorestamentos e da floresta, evoluindo para uma condição mais estável, determinando com isso uma menor densidade e diversidade da vegetação. Algumas comunidades vegetais mudam rapidamente através da sucessão e esta ocorre numa taxa variável em todas as áreas que são perturbadas temporariamente, sendo a competição entre plantas pioneiras de crescimento rápido frequentemente intensa e a diversidade de espécies maior do que em ambientes mais estáveis (HAVEN et al., 2001). Também o dossel por influenciar na penetração de luz, afeta indiretamente a comunidade de plantas do sub-bosque, bem como seu desenvolvimento e sobrevivência (JENNINGS et al., 1999).

Leopold & Salazar (2008), estudando a riqueza de espécies sob plantações e florestas tropicais na Costa Rica, encontraram maior diversidade de vegetais em florestas secundárias (111 e 134%) e até mesmo sob áreas reflorestadas (109 e 113%), do que em florestas primárias (92 e 100%), onde herbáceas e trepadeiras apresentam uma menor diversidade. A regeneração natural sob florestas tropicais secundárias degradadas ou perturbadas é geralmente um processo lento e incerto devido a uma combinação de fatores que a impedem, entre eles as condições climáticas desfavoráveis (PARROTTA et al., 1997). Contudo, o conhecimento dos vários processos que afetam a recolonização das espécies em uma determinada área ainda é limitado (KEENAN et al., 1997).

Os índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) (Tabela I-17) da regeneração variaram de acordo com a sazonalidade das estações, diminuindo para o inverno, com exceção do tratamento T1, o qual foi um pouco maior para esta estação, devido ao ciclo de vida de algumas espécies anuais que persistiram até o final da estação. Entre os tratamentos, considerando o período de verão, a regeneração do T1 apresentou maior diversidade (1,36) e o T2 menor diversidade, provavelmente devido a estrutura do dossel com maior abertura de copa, que deve estar influenciando nas espécies da regeneração, podendo também estar acontecendo alguma interação competitiva do tipo alelopática, em que um dos organismos competidores produz substâncias químicas inibindo o crescimento de espécies, podendo acontecer até mesmo com membros da sua própria espécie (HAVEN et al. 2001).

**Tabela I-17:** Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 - floresta secundária), nos dois períodos de amostragem da regeneração. Nova Iguaçu, RJ. 2008.

Tratamentos	$H'$ (verão)	$H'$ (inverno)
T1	1,36	1,47
T2	0,89	0,82
T3	1,17	0,68
T0	1,25	-
T4	1,99	1,78

Os índices de diversidade encontrados (Tabela I-17), podem ser considerados baixos, se levarmos em conta a forma padrão como são avaliados, considerando os valores mínimo e máximo, mas para este estudo eles devem ser vistos de uma forma diferenciada, em relação a outros locais onde a oferta de atributos ambientais é bem maior, visto que a área do estudo apresenta exíguas ofertas de atributos ambientais, limitando o estabelecimento de uma vegetação exuberante, rica em espécies, como é padrão ocorrer em áreas de florestas da Mata Atlântica. Sendo assim, a diversidade da regeneração pode não estar tão baixa, quanto parecem mostrar os números. Mesmo outros trabalhos como os de Melo & Durigan (2007), também encontraram poucas espécies na regeneração sob reflorestamentos, com índices próximos aos encontrados neste estudo, os quais comentam que isso não significa que os reflorestamentos tenham tendência em transformar-se em comunidades simplificadas, pois com o tempo espera-se a formação de comunidades vegetais mais diversificadas, devido a diferenciação de micro-habitats sob as áreas reflorestadas.

A regeneração da área de referência T4, também não foi muito diversificada (1,99), mas é esperado encontrar valores menores para esta área, devido ao tipo de formação do fragmento da floresta estudada (Floresta Estacional Semidecidual). Estas possuem menor diversidade, em relação a outras tipologias de florestas, por passarem anualmente por um período de forte variação sazonal, com estresse hídrico pronunciado, dificultando o desenvolvimento da vegetação (KLENNER et al., 2008).

A similaridade entre as áreas estudadas (Tabela I-18), pode ser considerada baixa, com exceção da testemunha T0 e o tratamento T1, para o qual foi encontrada maior semelhança (67%), o que indica que o conjunto de espécies utilizadas na composição deste reflorestamento, até o momento, foi a que menos contribuiu com a regeneração natural, por guardar maior semelhança com a área de pastagem, cuja tendência é de degradação. Este fato leva-nos a desconfiar sobre a continuidade de uma tendência de restauração futura no tratamento T1 quando não houver mais a manutenção dos aceiros.

O índice de Sørensen não leva em conta a densidade que uma espécie apresenta em cada local, mas considera apenas a sua presença ou ausência (PINTO et al., 2005), por isso, mesmo valores de 60% podem ser considerados baixos, conforme verificado em estudos comparativos de diferentes fisionomias sucessionais, realizados por Vaccaro et al. (1999).

**Tabela I-18:** Índice de similaridade de Sørensen (%) da regeneração do período de verão, para os tratamentos avaliados (T1 – predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto, T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 - floresta secundária). Nova Iguaçu, RJ. 2008.

<b>Tratamento/ testemunha</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>T0</b>	-	67,00	57,00	52,00	42,00
<b>T1</b>	-	-	50,00	40,00	35,00
<b>T2</b>	-	-	-	47,00	45,00
<b>T3</b>	-	-	-	-	55,00

### 3.3 Sustentabilidade da Restauração

Os tratamentos (T1, T2, T3), a testemunha (T0) e a referência (T4) representam hoje ecossistemas com características bióticas diferenciadas, onde cada um guarda seu nível de resiliência.

Através das características silviculturais quantitativas e qualitativas avaliadas percebeu-se maior semelhança do tratamento T3 com a referência T4, indicando a evolução deste tratamento em apenas 13 anos e o nível da sustentabilidade da restauração adquirido pelo conjunto das espécies implantadas. Estes resultados mostraram que para a região de estudo, na qual predominam exíguos atributos ambientais, tornando extremamente difícil a adaptação e sobrevivência das espécies, mesmo das nativas locais, as espécies desta composição com sua distribuição percentual mostraram ser as mais indicadas para reflorestamentos com fins de restauração naquela região. Também a regeneração natural deste tratamento, apesar da sua pequena evolução até o momento, foi mais um indicativo de que este ecossistema criou condições auto-sustentáveis para manter a tendência de restauração.

Quanto aos tratamentos T2 e T1, as características silviculturais avaliadas mostraram que as composições das espécies implantadas nestes tratamentos proporcionaram uma menor contribuição para que prevaleçam condições sustentáveis a restauração após a saída das espécies implantadas, uma vez que estas contribuíram pouco para a entrada da regeneração natural. Modificando-se a porcentagem das espécies destas composições poderiam ser encontrados outros resultados, talvez mais viáveis para a restauração, o que não significa que as espécies utilizadas nestas composições não sejam adequadas para plantios de restauração em ambientes com exíguas ofertas de atributos ambientais.

Na testemunha T0 (Anexo I-14), pela situação verificada, predomina a “tendência inercial de degradação”, ou seja, esta área vem sofrendo ano após ano com a ação do fogo que ocorre de forma espontânea na região, favorecido em algumas ocasiões pela ação antrópica, o que tem conduzido a um empobrecimento lento e gradual do ecossistema, promovido pela ação do desenvolvimento de processos erosivos (erosão laminar e entre sulcos), perdas de nutrientes por lixiviação e volatilização, pela cinza transportada pelo vento e perda da biodiversidade de espécies.

Na testemunha T0 predominou o capim-colonião, que assim como outras gramíneas possui o sistema radicular superficial, acentuando a deficiência de água para outras espécies, principalmente para as espécies da regeneração (RESENDE et al., 2002). Isso reduz as chances de estabelecimento e sobrevivência de muitas espécies que poderiam vir a colonizar a área e, desta forma, segundo Resende et al. (2002), a recuperação da vegetação fica reduzida e o solo torna-se exposto.

Os sistemas naturais apresentam um limiar para o qual as mudanças impostas se tornam irreversíveis, existindo casos em que a magnitude de um distúrbio pode exceder a sua capacidade de recuperação, sendo que alguns sistemas se desintegram com maior facilidade, reagindo rapidamente a uma tensão por oferecerem menos resistência do que outros (DREW, 2005).

Na área referência T4 (Anexo I-15), de acordo com as características encontradas pode-se dizer que predomina uma “tendência inercial de restauração”, ou seja, o ecossistema, após ter sofrido no passado ações antrópicas e naturais de perturbação, foi abandonado, evoluindo espontaneamente através das condições promovidas pelo estabelecimento dos estágios sucessionais mais avançados, apresentando atualmente características próximas de ecossistemas restaurados, de acordo com as características das florestas mais preservadas da região.

As espécies arbóreas encontradas na amostragem do levantamento silvicultural para a área da floresta (T4) indicam a evolução deste ecossistema (Tabela I-19). Das 11 espécies encontradas, três pertencem ao grupo das secundárias iniciais e duas ao grupo das secundárias tardias, pertencendo a nove famílias botânicas diferentes. Por formarem um dossel bem estratificado estas espécies favorecem a manutenção da vegetação em três estratos distintos, mantendo assim, também os processos ecológicos, garantindo a sustentabilidade da floresta, pois segundo Haven et al., (2001), as diferenças entre as espécies arbóreas desempenham um

importante papel na determinação do seu sucesso e na estrutura da floresta já desenvolvida. Todavia, esta floresta ainda não está completamente restaurada, por predominar a presença de algumas espécies de lianas, como *A. plumosa* (Arranha-gato), a qual pode indicar a presença de perturbação, mas as espécies arbóreas e as da regeneração indicaram que a “tendência inercial de restauração” predomina.

**Tabela I-19:** Espécies arbóreas amostradas na área de referência T4 (floresta secundária), onde GE corresponde ao grupo ecológico das espécies. Nova Iguaçu – RJ, 2008.

Família	Nome científico	Nome Vulgar	GE*
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia</i> af. <i>heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Ipê-roxo	P
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandw.	Ipê-amarelo	P
ERYTHROXILACEAE	<i>Erythroxylum pulchrum</i> St. Hil.	Arco-de-pipa	NC
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Dalbergia</i> sp.	-	P
FABACEAE-FABOIDEAE	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Caroba-brava	SI
FABACEAE-MIMOSOIDEAE	<i>Samanea</i> sp.	-	P
FABACEAE-CAESALPINOIDEAE	<i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemao	Óleo-pardo	SI
MORACEAE	<i>Brosimum guianenses</i> (Aubl.) Huber	Pau-de-leite	ST
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> Vell.	João-mole	ST
RUBIACEAE	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum	Quina	SI
SOLANACEAE	<i>Metternichia princeps</i> J. C. Mikan.	-	NC

\* P = pioneira, SI = secundária inicial, ST = secundária tardia, NC = não classificadas.

O desenvolvimento da floresta foi provavelmente favorecido no passado por depósitos de pedras transportadas por escravos e quilombolas no período colonial (SEMUAM, 2001). Estes distribuíram na região, onde hoje se localiza o Parque Municipal de Nova Iguaçu, amontoados de pedras colocadas em fileiras alinhadas, provavelmente usadas na construção de cemitérios da época (SEMUAM, 2001), situados próximos da área da floresta estudada (aproximadamente 2 km), mostrando pela forma de distribuição das pedras, que na área estudada provavelmente deve ter sido um dos cemitérios (Anexo I-16). Esse fato veio a contribuir para a restauração da floresta, criando maiores condições de resiliência no ecossistema, por armazenar água e solo entre os espaços das pedras, permitindo a colonização de plantas (Anexo I-17), alterando o microclima do local e favorecendo a entrada de outras espécies, pois conforme Wright (2002) as comunidades que se estabelecem em um determinado lugar refletem um balanço de muitos fatores ambientais.

A floresta avaliada, (referência T4), por pertencer a um fragmento de floresta semidecidual, possui naturalmente barreiras que impedem seu pleno desenvolvimento, proporcionando uma oferta de atributos reduzidos a vegetação, ou seja, a sazonalidade, além de causar variação na morfologia da parte vegetativa das plantas, implica em um nível maior de modificações e adaptações diferenciadas, devido a variações extremas impostas pelo ambiente nas diferentes estações (JANZEN, 1980).

A referida floresta (T4), provavelmente evoluiu por ter criando condições que a tornaram mais resistente e elástica, para suportar o período de estresse hídrico do inverno, onde muitas espécies perdem as folhas ou permanecem murchas, aguardando as primeiras chuvas da estação úmida, quando expõe suas brotações e a reposição de folhas novas (Anexos I-18 e I-19).

Quanto maior a resistência de um ecossistema, maior sua capacidade em manter-se estrutural e funcionalmente diante dos stress e distúrbios e quanto maior sua elasticidade, maior será a velocidade de retorno para o estado anterior de uma perturbação temporária (GRIMM & WISSEL, 1997; SER, 2004). Resistência e elasticidade são propriedades de resiliência, a qual é considerada o ponto no qual o meio tolera as mudanças impostas sem provocar uma alteração no conjunto do sistema, ou seja, a capacidade do ecossistema em recuperar-se estrutural e funcionalmente dos danos sofridos por estresse ou distúrbios, criando propriedades emergentes (PETERSON, ALLEN & HOLLING, 1998; GUNDERSON, 2000; SER, 2004; DREW, 2005).

## 4 CONCLUSÕES

Através dos resultados encontrados conclui-se que:

\* Quanto a estrutura dos tratamentos:

- Características silviculturais, como altura total, forma de distribuição dos diâmetros em classes, dispersão das alturas total e DAP, área total de cobertura de copa indicaram uma semelhança do tratamento T3 (predomínio de nativas) com a área da referência T4 (floresta secundária).

\* Quanto a regeneração:

- Os três tratamentos implantados como estratégia de restauração, em condições de exíguas ofertas de atributos ambientais, criaram após 13 anos, propriedades emergentes para abrigar 2 (T1), 2 (T2) e 7(T3) espécies a mais, que a testemunha com pasto (6 espécies);

- A distribuição dos percentuais dos hábitos gramínea + herbácea/arbórea (T0 – 87,5/0; T1 – 30/20; T2 – 33,33/11,11; T3 – 28,57/14,29; e T4 – 20/40) evidencia que na testemunha não houve colonização espontânea de espécie de hábito arbóreo;

- O tratamento T3 (predomínio de nativas) é o que possui maior regeneração espontânea de espécies arbóreas nativas, sendo uma delas ameaçada de extinção e também o que apresentou maior índice de similaridade em relação a referência T4 (floresta secundária);

- A presença do capim-colônião ainda é marcante nos três tratamentos, por destacar-se com os maiores valor de importância (116,73% a 241,04%), tanto para a estação de verão quanto para a de inverno, sinalizando que o processo de restauração encontra-se em desenvolvimento.

\* Quanto as tendências de restauração/degradação que predominam:

- Os três tratamentos implantados, criaram após 13 anos uma estrutura capaz de conter a “tendência inercial de degradação”, que predomina na região em ambientes onde o capim-colônião permanece sem a implantação de medidas de recuperação (T0);

- O tratamento T1 (predomínio de sabiá) apresenta menor sustentabilidade, logo menor também a sua tendência em evoluir na restauração;

- O tratamento T2 (predomínio de eucalipto) apresenta bom desempenho silvicultural, com um melhor aproveitamento de energia, porém seus indicativos não deixam claro se ele permanecerá evoluindo em condições que aumentem sua tendência de restauração;

- O tratamento T3 (predomínio de nativas), é o que apresenta uma maior tendência de restauração, tanto por parte das características silviculturais e pela presença da regeneração espontânea;

- A testemunha T0 (pastagem) apresenta indícios de continuar em “tendência inercial de degradação”, pois não houve colonização espontânea de modo a garantir a sucessão vegetal em 13 anos;

- A área de referência T4 (floresta secundária) apresenta indícios de continuar em “tendência inercial de restauração”, pois permitiu o ingresso de vegetação de porte herbáceo durante o período de estudo em menor densidade e garantiu a permanência de 40% das espécies de porte florestal, em diferentes estratos, indicando que há sustentabilidade deste ecossistema na região;

**CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE COMPONENTES  
DO ECOSISTEMA NOS PROCESSOS DE RESTAURAÇÃO PROVIDOS  
POR REFLORESTAMENTOS**

## RESUMO

Foi avaliado o processo de restauração de um ecossistema com exígua oferta de atributos ambientais, situados em parcelas permanentes com características ambientais similares, com tendência inercial de degradação, envolvendo a análise ambiental do desenvolvimento das espécies plantadas há 13 anos, segundo três estratégias diferentes de combinações de espécies rústicas (tratamentos - Ti): (T1 – predomínio de sabiá, 73%; T2 – predomínio de eucalipto, 82%; T3 – predomínio de nativas, 75%). A influência da dinâmica de fatores bióticos e abióticos nos processos de restauração de ecossistemas perturbados foi avaliada a partir da filtragem de energia solar, produção e decomposição de serapilheira, biomassa de raízes finas, características físicas do solo e biomassa de musgos. Os resultados sinalizam que: testemunha T4 (floresta secundária) apresenta intensa interação dos fatores bióticos e abióticos, produção, decomposição e acúmulo de serapilheira, distribuição de biomassa de raízes finas, densidade do solo, resistência à penetração na superfície, filtragem regular de energia solar com menos picos e, maior presença de musgos, características que facilitam a entrada e estabelecimento de espécies mais evoluídas, corroborando a tese de que a mesma se encontra em estágio inercial de restauração espontânea. A testemunha T0 (pastagem) apresenta níveis opostos evidenciando que há tendência inercial de degradação durante os 13 anos de estudo. Os três tratamentos implantados como estratégia de restauração apresentam condição intermediária entre as testemunhas, sendo que o tratamento T3, apresentou condições que mais se aproximam a das condições da floresta (T4).

Palavras-chave: Construção de ecossistemas, componentes bióticos, componentes abióticos.



## ABSTRACT

### CHAPTER II: EVALUATION OF THE INFLUENCE OF COMPONENTS OF THE ECOSYSTEM IN THE PROCESSES OF RESTORATION PROVIDED BY REFORESTATIONS

It was evaluated the restoration process of a ecosystem with low offer of environmental attributes, placed in permanent plots with similar environmental characteristics. The environmental analysis involved the development of planted species 13 years ago, using three different strategies of rustic species combination (treatments - Ti): (T1 - supremacy of *sabiá*, 73%; T2 - supremacy of *eucalipto*, 91%; T3 - supremacy of native species). The influence of the dynamics of biotics and abiotics factors on restoration processes of disturbed ecosystem were evaluated by the solar energy filtration, litter fall production and decomposition, thin roots biomass, soil physical characterization and mosses biomass. Results indicates that: Witness T4 (secondary forest) presents an intense abiotic-biotic interaction, literfall production, decomposition and acumulation, soil density, resistance to surface penetration, regular filtration of solar energy with less peaks and, presence of moss, characteristics that facilitates the entrance and establishment of more developed species, confirming the thesis that the same is on an inertial tendency of spontaneous restoration. The T0 witness (pasture) presents opposite levels showing that there's an inertial tendency of degradation along the 13 years of study. The three treatments introduced as a restoration strategy present an intermediate condition between the witnesses, but the T3 treatment, presented the closest conditions when compared to forest (T4).

**Key words:** Construction of ecosystems, Biotics components, Abiotics components

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração ecológica, também chamada por alguns autores de restauração florestal, busca promover o retorno de uma área perturbada ou degradada a condição mais próxima possível da original, de forma que o aspecto estrutural e funcional do ecossistema seja semelhante ao da floresta nativa, ou seja, busca-se promover o retorno ao seu estado natural (CAIRNS JÚNIOR & HECKMAN, 1996; SNUC, 2000; FERRETTI, 2002; ENGEL & PARROTTA, 2003; KAGEYAMA & GANDARA, 2005). No entanto, não tem a preocupação de buscar a formação de uma comunidade clímax como modelo de referência, mas sim o de formar uma comunidade funcional, já que as trajetórias da sucessão não convergem obrigatoriamente para um “ponto clímax ideal” (*sensu* RODRIGUES et al., 2007).

Dessa forma, a restauração constitui-se de uma série de atividades espontâneas ou intencionais que aceleram o retorno de um ecossistema a uma condição auto-sustentável, tendo como base o estabelecimento e a manutenção dos processos ecológicos (PARKER, 1997; ENGEL & PARROTTA, 2003; SER, 2004; RODRIGUES et al., 2007). Neste sentido, a presença de uma cobertura vegetal pode nem sempre significar a restauração do ecossistema, pois para atingir os objetivos da restauração é necessário recuperar as funções e a forma do ecossistema, com toda sua diversidade biológica (CARPANEZZI, 2000), permitindo que uma comunidade evolua e a sucessão natural ocorra (FERRETTI, 2002), o que é conseguido por meio dos processos ecológicos.

Os processos ecológicos são atributos dinâmicos dos ecossistemas, que incluem as interações entre organismos e estes com o ambiente, constituindo-se a base para a manutenção de um ecossistema (SER, 2004). Os organismos interagindo com o ambiente produzem estruturas funcionais e realizam a ciclagem de matéria, que passa pelas partes vivas e não-vivas dos ecossistemas, fortalecendo os seus processos de manutenção e crescimento, inter-relacionados por múltiplas dependências e interações (ODUM, 1988; GONZÁLEZ et al., 2001; LARCHER, 2004; BEGON et al. 2007).

Entre os principais processos dos ecossistemas encontram-se os ciclos hidrológico e do carbono, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia (ODUM, 1988; BONAN, 2002; LARCHER, 2004; DREW, 2005). Bonan (2002), faz uma abordagem dividindo em três tipos, os processos que ocorrem em ecossistemas: demográficos, fisiológicos e ecológicos. Nos processos demográficos considera aspectos de crescimento, mortalidade e reprodução de plantas. Nos processos fisiológicos o autor relaciona mecanismos de captação de CO<sub>2</sub>, captação e liberação de água e nutrientes pelas plantas. Já nos processos ecológicos ele considera as interfaces entre o meio biótico e o abiótico.

Processos dinâmicos de mortes, substituições e micro-sucessões são causas dos padrões espaço-temporais na composição de comunidades (BEGON et al., 2007). Também nos espaços porosos do solo, ocupados pelas fases líquida, gasosa e pelas raízes, ocorrem processos físicos de transporte de água, solutos e gases, além de alterações no regime térmico dos solos, os quais são fundamentais para manter as funções fisiológicas das plantas (PREVEDELLO, 1996).

No processo de ciclagem de nutrientes, a serapilheira é a porção mais dinâmica, sendo a decomposição uma das etapas mais importantes deste processo. Neste estão envolvidos mecanismos de regulação da entrada, através da deposição, e a saída ou transformação, pela decomposição, liberando nutrientes que são absorvidos e assimilados pelas plantas (CORREIA & ANDRADE, 1999).

Todavia, a vegetação e os animais são os principais responsáveis em interferir nas intensidades e direções dos fluxos nos processos dos ecossistemas. A vegetação, que representa cerca de 99% da massa viva sobre a Terra, constitui um fator de estabilização na

circulação de matéria, influenciando o clima e o solo (LARCHER, 2004), determinando a estrutura e a composição dos ecossistemas (BONAN, 2002). Em ecossistemas naturais, a regulação interna de seu funcionamento é, basicamente, um produto da diversidade biológica, que controla o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes (SWIFT & ANDERSON, 1993).

Neste sentido, a flora e a fauna atuam como agentes reguladores de muitos processos, viabilizando seu desenvolvimento ou impedindo, contudo as pressões exercidas sobre estes determinam a mudança de todo o conjunto do ecossistema. Organismos e processos do ecossistema respondem a manipulação na estrutura da floresta em escala espacial e temporal (COATES & BURTON, 1997; ENGEL & PARROTTA, 2003).

A interação dos processos ecológicos cria condições para a manutenção da vida nos ecossistemas, embora estes estejam sujeitos a possíveis ganhos (“inputs”) e perdas (“outputs”) causados pelas mudanças a que os processos são submetidos em suas diferentes fases, determinando assim as características dos habitats e conseqüentemente da vegetação local (ANDRAE, 1978). Isso é uma característica típica dos ecossistemas, uma vez que estes são considerados sistemas abertos, apresentando entradas e saídas. Por exemplo, na ciclagem de nutrientes, alguns minerais são exportados por escoamento e outros podem ser perdidos para a atmosfera, recebendo suprimentos advindos de outras fontes, que não dependem simplesmente da entrada de matéria orgânica decomposta (ODUM, 1988; BEGON et al., 2007).

Todos os processos ecológicos dos ecossistemas são sustentados pelas interações dos componentes bióticos (flora, fauna e microrganismos) e abióticos (água, clima, solo ou substrato, relevo, altitude, declividade, superfície de exposição, latitude e longitude geográfica) (WEAVER & CLEMENTS, 1973; ANDRAE, 1978; ODUM, 1988; PARKER, 1997; CARPANEZZI, 2000; SER, 2004), existindo algumas interações entre plantas/plantas, plantas/microrganismos e plantas/animais capazes de potencializar os processos de restauração (REIS & KAGEYAMA, 2003). Entretanto, as partes vivas e não-vivas se encontram intimamente entrelaçadas na natureza, sendo difícil separá-las e, por isso, as classificações funcionais não fazem distinções nítidas entre o meio biótico e o meio abiótico (ODUM, 1988).

Os ecossistemas estabelecem diferentes relações entre seus componentes, interagindo constantemente de forma dinâmica, ajustando-se de acordo com as pressões que lhe são impostas, em muitas situações implicando em modificações adaptativas ou evolutivas de seus componentes. Segundo Vaccaro et al. (2003), as florestas são sistemas biológicos dinâmicos que estão em constantes trocas. Sua sustentabilidade é garantida pelas funções do ecossistema (diversidade, produtividade, estoque e ciclo interno de nutrientes, regulação do fluxo hidrológico, regulação da composição química atmosférica e da temperatura, retenção do solo e resiliência), dando origem aos serviços ambientais, que em alguns casos necessitam de duas ou mais funções para originar um simples serviço (COATES & BURTON, 1997; COSTANZA et al., 1997; HOLMES & RICHARDSON, 1999; BONAN, 2002; CHAZDON, 2008).

Dado a importância que os processos ecológicos possuem em criar condições para a restauração de ecossistemas e diante do atual quadro de aumento das áreas degradadas e perturbadas, faz-se necessário uma maior compreensão dos estados dinâmicos suportados pelos fatores abióticos e bióticos, a fim de que se possa reproduzi-los na restauração de ecossistemas que tiveram processos alterados ou eliminados. Segundo Resende et al. (2006), quando buscamos entender os mecanismos e processos naturais para otimizá-los em nossos trabalhos, abrem-se novas perspectivas capazes de atingir a sustentabilidade ambiental.

Esse capítulo avalia a influência da dinâmica de fatores bióticos e abióticos nos processos de restauração de ecossistemas perturbados, a partir da filtragem de energia solar, produção e decomposição de serapilheira, biomassa de raízes finas, características físicas do

solo e biomassa de musgos, em três reflorestamentos distintos (T1 – predomínio de sabiá, 73%; T2 – predomínio de eucalipto, 91%; T3 – predomínio de nativas), após 13 anos de plantio, comparando com duas testemunhas (T0 – pastagem e T4 – floresta secundária), em uma região com exíguos atributos ambientais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização

A área de estudo localiza-se na vertente Norte da Serra do Madureira-Mendanha, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, no município de Nova Iguaçu – RJ. Os tratamentos encontram-se nas coordenadas UTM: T0 (657190 E; 7481817 N); T1, T2 e T3 (657359 E; 7481867 N); T4 (657015 E; 7481207 N).

Uma descrição mais detalhada da área se encontra anteriormente no item da caracterização da área de estudo.

### 2.2 Caracterização dos Tratamentos

Como tratamentos foram considerados os plantios equianos, em sítios edáficos similares e densidades semelhantes, efetuados em 1995, em 7, 75 ha, pelo Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas/UFRRJ, devido as exigências legais constadas no PRAD da Pedreira Vigné. Foram definidos três arranjos de espécies florestais (pioneiras antropizadas e nativas), uma testemunha sem reflorestamento (pastagem natural) e uma referência (remanescente de fragmento florestal espontâneo).

O meio físico da área de plantio apresenta características similares: declividade, ângulo de incidência de ventos, exposição solar, orientação do escoamento, comprimento de rampa, profundidade de solo, proximidade de fonte de propágulos, área de captação a montante, proximidade de acessos carroçáveis e altitude (CORTINES, 2005). Já a área testemunha com floresta localiza-se a 235 m acima da área com os plantios. Tanto a área dos tratamentos quanto a das testemunhas foram selecionadas considerando a similaridade dos fatores abióticos do meio físico, de modo a garantir a oferta similar de atributos ambientais, tornando homogêneos esses fatores de modo que se permita inferir os resultados com a relação entre componentes bióticos.

Os tratamentos T1, T2 e T3 se constituem em reflorestamentos com composições de espécies pioneiras nativas regionais e pioneiras antropizadas. Sendo as espécies pioneiras aquelas que não ocorrem no sub-bosque e desenvolvem-se em clareiras ou bordas de mata (GANDOLFI et al. 1995). Como espécie pioneira antropizada, considerou-se as espécies de outros ecossistemas trazidas pelo homem, como *Mimosa caesalpiniiifolia*, nativa da região Nordeste (LORENZI, 2002) e *Corymbia citriodora* nativa da Austrália.

No tratamento 1 (T1 – predomínio de sabiá) foram utilizadas 82% de espécies pioneiras antropizadas, sendo 73% de *Mimosa caesalpiniiifolia*, 9% de *Corymbia citriodora* e o restante, 18% de espécies nativas regionais. O tratamento 2 (T2 – predomínio de eucalipto) constou de 91% de espécies pioneiras antropizadas, constando de 9%, 82% e 9% para *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Corymbia citriodora* e nativas regionais, respectivamente. No tratamento 3 (T3 – predomínio de nativas) foi utilizado 25% das espécies pioneiras antropizadas, contendo 15% de *Mimosa caesalpiniiifolia*, 10% de *Corymbia citriodora* e 75% de nativas regionais distribuídas entre 7 espécies. As espécies utilizadas nos reflorestamentos encontram-se na Tabela II-1.

**Tabela II-1:** Espécies florestais plantadas nos tratamentos de restauração de ecossistemas perturbados, com sua respectiva forma de dispersão e famílias botânicas.

Espécies Plantadas	GE	Dispersão	T1	T2	T3	Família
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (sabiá)* <sup>1</sup>	P	Autocórica	08	01	03	Fabaceae - Mimosoideae
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) L.A. Jonson & K.D. Hill. (eucalipto) <sup>3</sup>	P	Anemocórica	01	09	02	Myrtaceae
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi (aroeira-vermelha) <sup>3</sup>	P	Zoocórica	-	-	02	Anacardiaceae
<i>Acacia polyphylla</i> Dc. (monjoleiro) <sup>2</sup>	P	Autocórica	01	-	05	Fabaceae – Mimosoideae
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. (pau-ferro) <sup>2</sup>	SI	Barocórica	-	-	02	Fabaceae – Caesalpinoideae
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart. (ipê-verde) <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	01	Bignoniaceae
<i>Psidium guajava</i> L. (goiabeira) <sup>2</sup>	P	Zoocórica	01	01	01	Myrtaceae
<i>Senna sp</i> <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	03	Fabaceae - Caesalpinoideae
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld (jacarandá bico-de-pato) <sup>1</sup>	P	Anemocórica	-	-	01	Fabaceae – Faboideae
Densidade (ind/ha)			1.923	2.222	2.000	

\* Nota: 1. Decídua, 2. Semidecídua e 3. Perenifólia; P-Pioneira, SI-Secundaria Inicial. Fonte: Lorenzi (2002a; 2002b modificado).

A testemunha (T0) corresponde à pastagem natural, sem manejo, onde predomina o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), com 25,019 ha, a qual foi abandonada no final do século XIX, permanecendo sem nenhuma forma de intervenção conservacionista, submetidas anualmente a queimadas espontâneas e induzidas pelo homem. Ela não reflete os efeitos dos reflorestamentos. Já a referência T4 representa um fragmento de floresta secundária, de aproximadamente 4,475 ha, pertencente a formação da Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 1991), com mais de 100 anos, segundo evidências fotográficas analisadas nos arquivos da comarca de Nova Iguaçu.

Em cada tratamento foi delimitada uma parcela permanente de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), dentro de um talhão, com características similares do meio físico, a qual foi subdividida em subparcelas de 5 x 5 m para fins de cálculos estatísticos. A busca de áreas fisicamente semelhantes para igualar os efeitos dos fatores ecológicos entre os tratamentos, acabou gerando limitação, reduzindo o tamanho da área amostral.

### 2.3 Quantificação da Incidência de Energia Solar

A intensidade de energia proveniente da radiação solar foi medida com luxímetro marca LT-Lutron, modelo LX-102, fornecendo a quantidade de luz visível em Lux, considerando critérios metodológicos descritos na literatura (SCHUMACHER & POGGIANI, 1993; POGGIANI et al., 1996; POGGIANI et al., 1998; PAIVA & POGGIANI, 2000).

As coletas de dados foram realizadas em um dia, da segunda quinzena de cada mês, para o período de novembro/2007 a outubro/2008, onde se escolheu dias claros, com nebulosidade mínima e horários entre 10 e 13 horas, quando os raios solares atingem as copas das árvores

verticalmente. Os dados foram coletados a 1,5 m do solo, em 20 pontos diferentes no interior dos tratamentos e testemunhas.

## 2.4 Avaliação da Produção e Decomposição da Serapilheira

Para a quantificação da deposição de serapilheira, foi coletado mensalmente todo o material retido em coletores circulares de 0,22 m<sup>2</sup>, com profundidade de 60 cm e fundo de nylon com malha de 2mm (permeável), dispostos a 40 cm da superfície do solo, distribuídos sistematicamente ao longo da encosta (Anexo II-1), com cinco repetições para cada tratamento e para as testemunhas. No momento da coleta, as amostras foram etiquetadas para identificação, levadas ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH/UFRRJ) para secagem em estufa a 65° C, até adquirir peso constante. Extrapolou-se o peso seco da área do coletor para 1 ha e obteve-se a deposição em kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>.

A serapilheira acumulada na superfície do solo foi coletada em 10 amostras aleatórias para os tratamentos e testemunhas, no final do mês de maio, coincidindo com o período intermediário da deposição máxima. Para coleta utilizou-se um gabarito metálico de 25 x 25 cm posicionado sobre a superfície, coletando todo o material no seu interior (Anexo II-2). Posteriormente o material foi identificado e levado para o LMBH/UFRRJ, para secagem em estufa a 65° C, até adquirir peso constante. Extrapolou-se o peso seco da área do coletor para 1 ha e obteve-se a deposição em kg.ha<sup>-1</sup>.mês<sup>-1</sup>.

A taxa de decomposição foi avaliada pela perda de massa através de sacos de polivinil (*litter-bags*), com malha de 2 mm, área de 20 x 20 cm, 1,5 cm de altura, contendo 4 furos laterais, de 9-10 mm de diâmetro para permitir a entrada da macrofauna (LUIZÃO & SCHUBART, 1986). Dentro de cada *litter-bag* foi colocado 30,5 g da serapilheira que se encontrava sob o solo dos tratamentos e das testemunhas, a qual inicialmente foi seca ao ar e transferida para a embalagem. Um total de 80 *litter-bags* (Anexo II-3) foi distribuído aleatoriamente na superfície do solo, de acordo com o local de origem da serapilheira, coletando-se 4 repetições, por tratamento, a cada 4 meses (1° mês – 30 dias; 4° mês – 120 dias; 8° mês – 240 dias e 12° mês – 360 dias), com exceção da primeira coleta, que foi realizada após transcorrido o primeiro mês de implantação (outubro). Após a coleta, o material foi limpo, retirando-se partículas de solo e outros resíduos, transferindo-o para secagem em estufa a 65° C, até adquirir peso constante, o qual foi posteriormente pesado em abalança analítica. Determinou-se o percentual de matéria seca remanescente em relação ao material inicial, correspondendo a taxa de decomposição, quantificada pela fórmula a seguir (Equação II-1) (FERNANDES et al., 2006).

$$Massa\ remanescente\ (\%) = \frac{massa\ final}{massa\ inicial} \times 100 \quad (II-01)$$

Onde:

massa final = peso seco do material remanescente após t dias;

massa inicial = peso seco do material colocado nos *litter-bags* no tempo zero (t = 0).

## 2.5 Quantificação da Biomassa de Raízes Finas

As raízes finas ( $\emptyset \leq 2\text{mm}$ ) foram extraídas do solo e de outras raízes através de um anel cilíndrico de 99 cm de altura e 4,2 cm de diâmetro (TRINDADE et al., 2003), no início do mês de abril, em cinco pontos centrais de cada tratamento, nas seguintes profundidades: 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Anexo II-4). Posteriormente, conforme recomendado por Hertel et al. (2003), as amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos, sendo guardadas em geladeira no LMBH/UFRRJ, até a triagem.

As raízes finas foram separadas do solo por lavagem com jatos de água, sob um tanque de flutuação, e coletadas com o auxílio de uma pinça (Anexo II-5). Posteriormente, foram classificadas de acordo com John et al. (2002) em viva ou morta utilizando-se critérios visuais (cor, grau de coesão entre a periderme e o córtex) e mecânicos (elasticidade, estabilidade), permanecendo armazenadas em frascos com álcool 10% até serem escaneadas.

Para obter-se a imagem das raízes, as mesmas foram dispostas sob uma placa de vidro e digitalizadas em imagens preto e branco por meio de escaner HP scanjet 2200c<sup>®</sup>. A seguir, as imagens foram submetidas ao programa de Análise de Fibras e Raízes 2006, sendo realçadas através do contraste entre as raízes e o fundo preto, gerando o esqueleto das raízes. Posteriormente no programa SIARCS 3.0 foi feita a binarização das imagens dos esqueletos e a contagem do comprimento total, utilizando um molde de 1 cm anexado as amostras para calibrar a escala.

Após estes procedimentos, as amostras de raízes foram secas em estufa a 65 °C até atingir peso constante. A massa seca das raízes finas foi obtida por pesagem em balança analítica.

## 2.6 Caracterização Física do Solo

A densidade do solo (ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997). Para isso foram coletadas oito amostras de solo indeformada, com umidade similar a capacidade de campo, utilizando anel de aço (anel de Kopecky), com bordas cortantes e volume interno de 78,54 cm<sup>3</sup>, as quais foram processadas no LMBH/UFRRJ.

Para avaliar a resistência do solo a penetração, utilizou-se penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar-Stolf com ângulo de cone de 30°. O penetrômetro de impacto permite determinar a resistência do solo à penetração de uma haste de aço após o recebimento de um impacto provocado por um êmbolo de ferro na parte superior (COSTA & NISHIYAMA, 2007) (Anexo II-6). A transformação da penetração da haste do penetrômetro no solo (cm/impacto) foi obtida através da equação II-02 (VAZ et al, 2002), sendo transformada em MPa, dividindo o resultado em Pa por 10<sup>6</sup>:

$$RP = \frac{M \cdot g \cdot h}{A \cdot x} \times \frac{M}{M + m} + \frac{M + m}{A} \times g \quad (\text{II-02})$$

Onde:

RP = resistência a penetração (Pa);

M = massa do êmbolo (4 kg);

m = massa do aparelho sem êmbolo (3,83 kg);

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>);

h = altura de queda do êmbolo (0,20 m);

A = área do cone que penetra no solo (1,29 x 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>);

x = distância de penetração após cada impacto (m).

Logo, para o penetrômetro usado a fórmula passa a ser expressa por (Equação II-03):

$$RP = \frac{0,031087}{x} + 0,595444 \quad (\text{II-03})$$

Na avaliação da resistência a penetração foram realizadas medições em 10 pontos distintos, distribuídos ao longo de uma linha em ziguezague, para os tratamentos e para as testemunhas, no período intermediário entre as estações chuvosa e a seca (mês de maio). Devido a grande variabilidade espacial das áreas avaliadas e pela presença de pedras e buracos, foi fixada a profundidade de 5 cm e medido os números de impactos até atingi-la,

segundo recomendado por Vaz et al. (2002), que acusa um problema para realizar a média das repetições, porque os pontos das profundidades dificilmente se repetem. Foram avaliados números de impactos para três classes de profundidade (0-5, 5-10 e 10-15 cm). A fórmula da equação 03,  $x$  (distância da penetração após cada impacto) foi ajustada para 5 cm, de modo a determinar a resistência à penetração (RP) (Equação II-04):

$$RP = 0,5954 + 0,62174 \times N \quad (\text{II-04})$$

Onde:

RP = resistência a penetração (MPa);

N = número de impactos para deslocar 5 cm (0,05 m)

Perfis do solo foram descritos adotando-se os procedimentos de Santos et al. (2005). Foram descritos três perfis para as seguintes áreas: testemunha T0 (pastagem), testemunha T4 e reflorestamentos (tratamentos T1, T2 e T3), coletando-se material, para uma observação mais detalhada em casos de eventuais dúvidas posteriormente.

Também foi avaliada a estrutura dos agregados da superfície do solo, para todos os tratamentos e as testemunhas, observando-se 10 amostras escolhidas aleatoriamente e comparando a forma de arranjo dos seus agregados com a descrição e gabarito conforme apresentada por Santos et al. (2005).

## 2.7 Avaliação de Musgos

Com a intenção de avaliar a influência dos musgos no fornecimento de propriedades emergentes aos ecossistemas (capacidade de absorção de água e a disponibilização da umidade para o ambiente), buscou-se conhecer um pouco do seu comportamento. Foram coletadas pedras com musgos, ou em caso de ausência destas, amostras de musgos diretamente do solo, em todos os tratamentos e nas testemunhas, com exceção da testemunha T0, na qual estes não foram encontrados. As coletas foram realizadas em locais com superfície e exposição aos fatores abióticos (sol, precipitação, ventos) semelhantes. Em laboratório conduziu-se análise da capacidade de absorção e retenção de água, adotando-se metodologia adaptada de Rixen & Mulder (2005).

Com o auxílio de uma circunferência de plástico de 3,5 cm de diâmetro, com bordas finas e uma espátula foram coletadas no mês de fevereiro (mês de maior precipitação), 10 amostras para cada tratamento e para a testemunha T4, as quais foram armazenadas em sacos plásticos a fim de evitar a perda de umidade durante o transporte (Anexo II-7).

No LMBH/UFRRJ, as amostras foram pesadas em balança analítica a fim de se determinar o quanto uma amostra consegue absorver de água em relação ao seu peso. Em 10 amostras extras, que serviram de teste, colocadas sob placas de petri, adicionou-se 5 ml de água deixando até ficarem completamente túrgidas para em seguida retirar-se o excesso de água. Como apenas 2 a 3 ml foram absorvidas, adicionou-se em todas as amostras com auxílio de um conta-gotas, 2 ml de água, considerando que apresentavam ainda o conteúdo de água da forma que vieram do campo. Estas foram acompanhadas até dessecação completo, realizando-se pesagem diariamente, à fim de avaliar-se o seu período de dessecação. No terceiro dia observou-se condensação da água nas placas, para isso foi colocado um palito de fósforo para manter uma abertura entre a parte superior e a inferior das placas (Anexo II-8).

Também, nesse período foram tomadas, sempre que possível, no mesmo horário, medidas da umidade relativa do ar no interior do laboratório, através de um psicrômetro, para fins de comparação com as condições de campo.

Após as amostras terem estabilizado, não apresentando mais perda de água, estas foram secas em estufas a 65 °C e posteriormente pesadas em balança analítica determinando-se o seu peso seco.



Também foi observada a cor das amostras de musgos no momento da coleta. A cor foi determinada com auxílio da Carta Munsell para plantas, pois uma de suas utilidades é facilitar o diagnóstico de condições adversas responsáveis pela deterioração de plantas, sendo uma concepção essencialmente científica para descrever e analisar cor (WILDE & VOIGT, s/d).

Foram coletadas dez pedras contendo musgos na área da testemunha T4 (floresta secundária), para caracterização das possíveis espécies de musgos que ocorrem no local. Estas foram encaminhadas a especialistas para identificação.

## **2.8 Análise Estatística**

Foi utilizado para análise o programa estatístico SAEG 9.1, conforme procedimentos adotados por Ribeiro Júnior (2001). Inicialmente foi verificada a distribuição dos dados quanto à normalidade através do teste de Lilliefors ( $p = 0,05$ ).

Para os dados que não apresentaram distribuição normal, procedeu-se a transformação. Dados da taxa de decomposição de material vegetal, para a testemunha T0 e tratamento T2 foram transformados por  $\arcsin \sqrt{X/100}$ . Enquanto os dados de deposição mensal de serapilheira de T0, T2, T3 e T4, resistência a penetração do solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-15 cm, massa seca de raízes finas vivas para as profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, comprimento de raízes finas mortas nas profundidades de 0-5 e 10-20 cm e massa seca de musgos foram transformados por  $\log_{10}(X+1)$ .

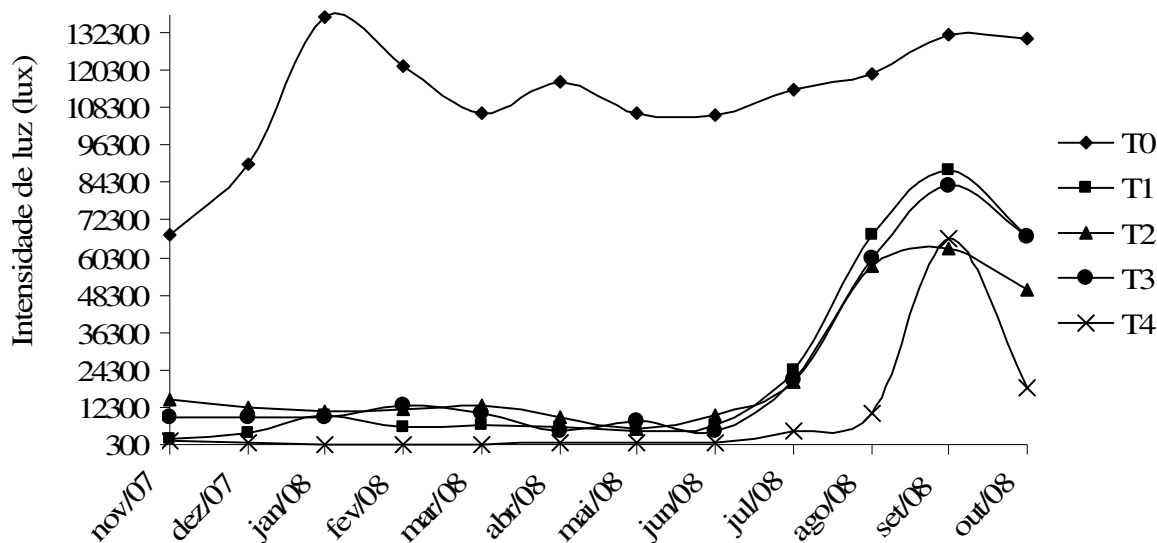
Para as variáveis que tiveram distribuição normal, realizou-se a análise de variância e para comparação de médias foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os demais dados, que não apresentaram distribuição normal, mesmo após transformação, foram submetidos à análise não-paramétrica, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis, com teste a posteriori conforme processado pelo SAEG, para comparações múltiplas de cada uma das variáveis entre os tratamentos.

Para as análises de correlação da deposição mensal de serapilheira com a temperatura média e precipitação foi utilizada a correlação de Pearson.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Quantificação da Incidência de Energia Solar**

A distribuição da intensidade de luz solar ao longo do ano para a testemunha T0 (Figura II-1), expressou a variação da luz próximo das condições reais que incidem na região em locais desprovidos de cobertura. Os raios solares que chegam nesta área não encontram barreiras, pois a vegetação que ai existe é de baixo porte e com distribuição espaçada (capim-colonião). A partir desta área foi possível estabelecermos uma comparação com as demais, diagnosticando-se as mudanças proporcionadas pelo dossel das copas sob a mudança na distribuição de luz no sub-bosque, de acordo com a variação mensal.



**Figura II-1:** Variação anual da intensidade de luz, para a testemunha (T0 - pastagem), tratamentos (T1 - predomínio de sabia, T2 - predomínio de eucalipto e T3 - predomínio de nativas) e área de referência (T4 - floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.

A menor incidência de luz na testemunha T0 nos meses de novembro e dezembro não significa que realmente as taxas de luz tenham sido menores nestes meses, pois as medidas foram tomadas com luxímetro e este aparelho segundo Suganuma et al. (2008) é sensível a pequenas variações, considerando também que na região de estudo, nestes meses há intensa variação das condições climáticas, com aumento de umidade e rápidas mudanças na formação de nuvens, afetando diretamente a luminosidade.

As diferentes composições de espécies implantadas nos reflorestamentos promoveram, ao longo dos 13 anos, a formação de um dossel com efeito semelhante ao da referência T4 quanto a filtragem de luz que chega ao sub-bosque, significando que os tratamentos estão acompanhando a dinâmica da floresta ao longo do ano, apesar de expressarem suas flutuações, às vezes, afastando-se um pouco da tendência apresentada pela referência T4 (Figura II-1). O tratamento T1 apresentou maior alternância entre picos, com oscilação relativas entre os demais tratamentos, referente a interceptação de radiação solar durante todo o ano.

Tanto os tratamentos, assim como a referência T4 filtraram a luz, reduzindo sua intensidade como esperado durante a maior parte do ano. Já as elevações na intensidade de luz (Figura II-1), registradas no mês de setembro ocorreram devido a queda de folhas de muitas espécies do dossel, aumentando a abertura entre copas e, conseqüentemente, a intensidade de luz no sub-bosque. Fica evidente a diferença da incidência da luz em áreas com boa cobertura para áreas com mínima cobertura (pastagem).

A referência T4 apresentou distribuição da interceptação de luz uniforme ao longo do ano, recebendo menor quantidade de luz no sub-bosque, devido ao dossel permanecer mais fechado, durante boa parte do ano e ser estratificado. Porém, nas médias de cada mês existem pontos com valores extremos, o que é esperado em condições naturais, onde a queda de galhos e árvores promove a abertura de buracos no dossel, permitindo uma maior entrada de luz. Conforme Suganuma et al. (2008) a abertura do dossel promove a formação na floresta de diferentes ecounidades (Figura II-2).



**Figura II-2:** Diferentes tipos de ecounidades, de acordo com a abertura do dossel. (Fonte: Suganuma et al., 2008).

A floresta, ao receber menos luz no sub-bosque ao longo do ano, pode estar contribuindo com a entrada de espécies de estágios mais adiantados da sucessão, enquanto o pasto, por receber mais luz, pouco favorece a regeneração de espécies de estágios mais avançados da sucessão, já que as condições neste ambiente podem ser consideradas extremas. Segundo Jennings et al. (1999) e Bonan (2002), o dossel controla o fluxo de luz quantitativamente e qualitativamente, de forma que, os raios solares ao atingirem a copa passam por processos dinâmicos, e ao saírem atuam regulando a evaporação do solo, umidade do ar, temperatura e a comunidade de plantas do sub-bosque, em alguns pontos dentro da floresta.

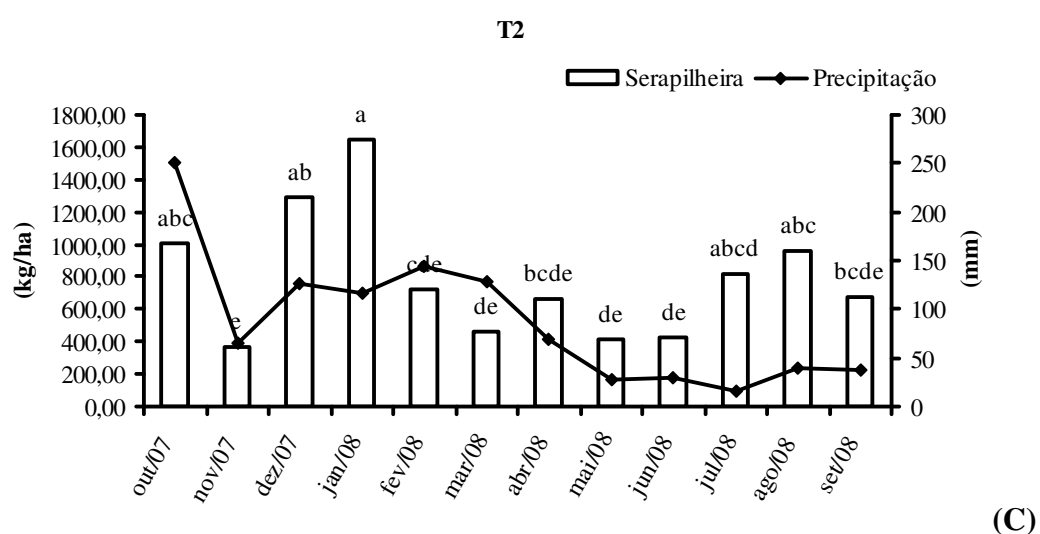
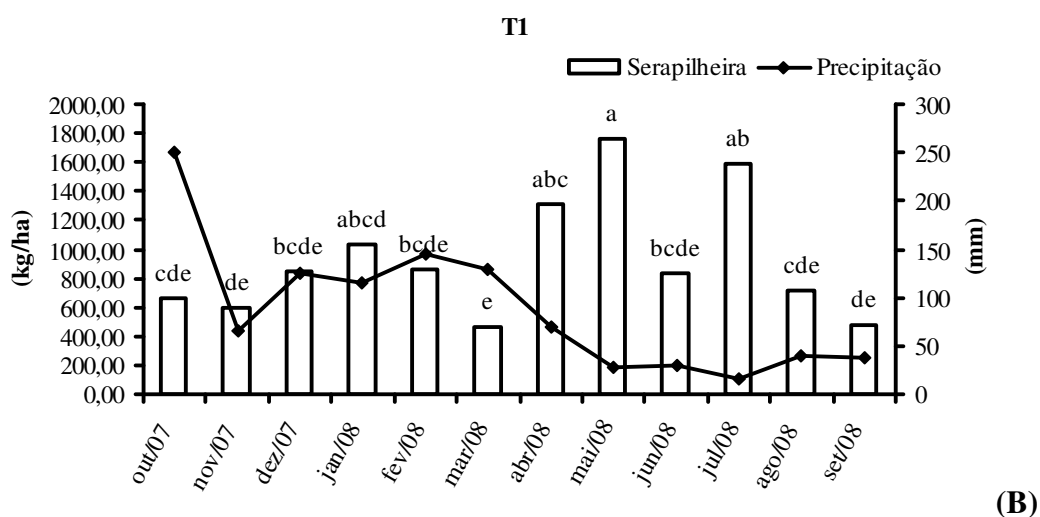
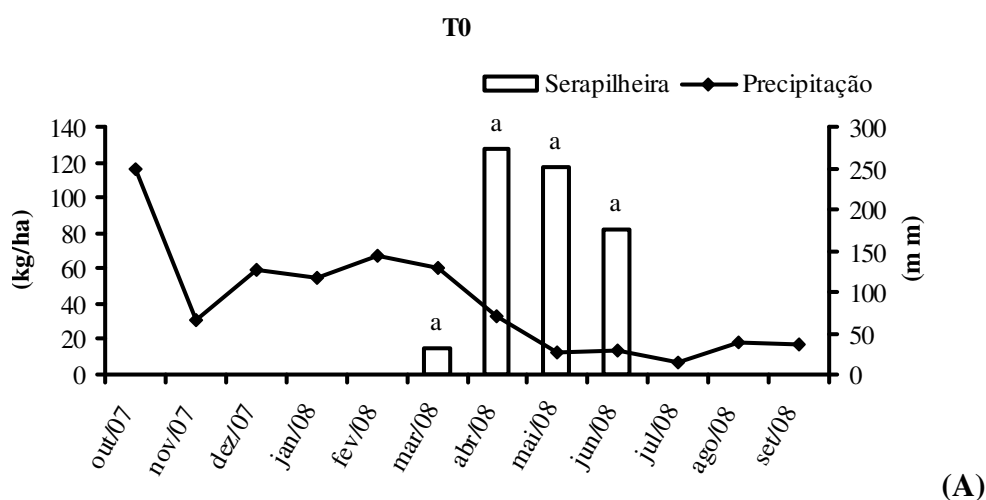
Isso nos revela o quanto a luz tem influência sobre os fatores bióticos, determinando muitos processos nos ecossistemas, inclusive os processos envolvidos na regeneração de plântulas. Gandolfi et al. (2007) ressaltam a importância das árvores do dossel como filtro de luz em função da sua permeabilidade ou impermeabilidade, principalmente em Florestas Estacionais Semidecíduais, pois certas espécies proporcionam diferentes regimes de luz, gerando distintas respostas biológicas, como germinação, estresse, crescimento, fotoinibição ou morte sobre os indivíduos que vivem embaixo do dossel. Com isso, o regime de luz pode trazer consequências em diferentes aspectos na dinâmica das florestas.

## 3.2 Produção Mensal, Acumulada e Decomposição da Serapilheira

### 3.2.1 Produção mensal de serapilheira

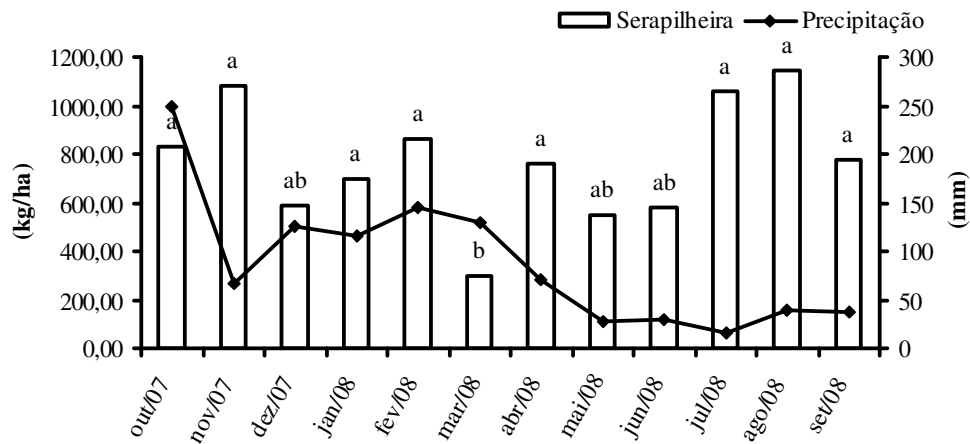
A deposição anual de serapilheira encontrada para a testemunha (T0) e referência (T4) foi respectivamente de 339,98 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 7.062,98 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, enquanto para os tratamentos foi de 11.171,48 (T1), 9.462,50 (T2) e 9.227,01 Kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (T3).

Os dados indicaram que tanto para os tratamentos quanto para a referência T4 a produção de serapilheira não foi homogênea ao longo do ano (Figura 3). No entanto, os padrões de produção de serapilheira foram distintos entre tratamentos e entre tratamentos, testemunha e referência, com os picos de produção de serapilheira ocorrendo em momentos distintos na maioria dos casos (Figura II-3).



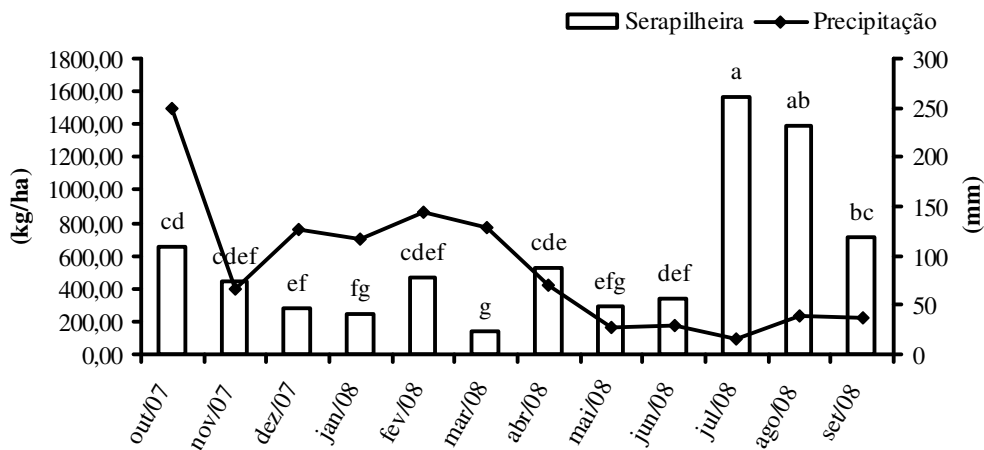
**Figura II-3:** Produção mensal de serapilheira em relação a precipitação mensal, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá (B), T2 – predomínio de eucalipto (C) e T3 – predomínio de nativas (D)), testemunha (T0 – pastagem (A)) e referência (T4 – floresta secundária (E)). Nova Iguaçu- RJ, 2008. (Continua)

T3



(D)

T4



(E)

A produção de material vegetal da testemunha T0 ocorreu apenas entre os meses de maio e junho, meses de menor precipitação (Figura II-3A), enquanto que nos meses de março e abril, a deposição correspondeu a maturação de sementes. Essa produção (de maio e junho), se deveu especialmente pela maior mortalidade do capim-colônião neste período de estiagem, onde ocorre maior produção de biomassa seca e, conseqüentemente, uma maior suscetibilidade ao fogo. Esta situação tem contribuído para o ciclo da ocorrência de queimadas, que se repetem anualmente na região, tanto que no mês de julho o fogo acabou passando pela área, eliminando a biomassa vegetal, e com grande probabilidade de ter causado exportação de nutrientes para fora do sistema através do transporte da cinza pelo vento, lixiviação e escoamento superficial (SAMPAIO et al., 2003). Este fato acaba por favorecer o empobrecimento lento e gradual deste ecossistema, impedindo a evolução da sucessão natural.

Observou-se que a deposição de serapilheira encontrada para a área de referência T4, que foi de  $7,06 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  está dentro da média encontrada para florestas da Mata Atlântica, que conforme Gonçalves et al. (2003) fica em média de  $7,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , havendo uma amplitude de variação de  $5 \text{ a } 10 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Correia & Andrade (1999), citam valores da deposição de serapilheira para as florestas tropicais brasileiras entre  $6,4 \text{ a } 9,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Este fato, por si explica o nível de restauração atingindo naturalmente pelo ecossistema, indicando que ali deve haver boas interações entre seus componentes bióticos e abióticos, que por sua

vez promovem a sustentabilidade dos processos ecológicos, refletindo na produção de serapilheira.

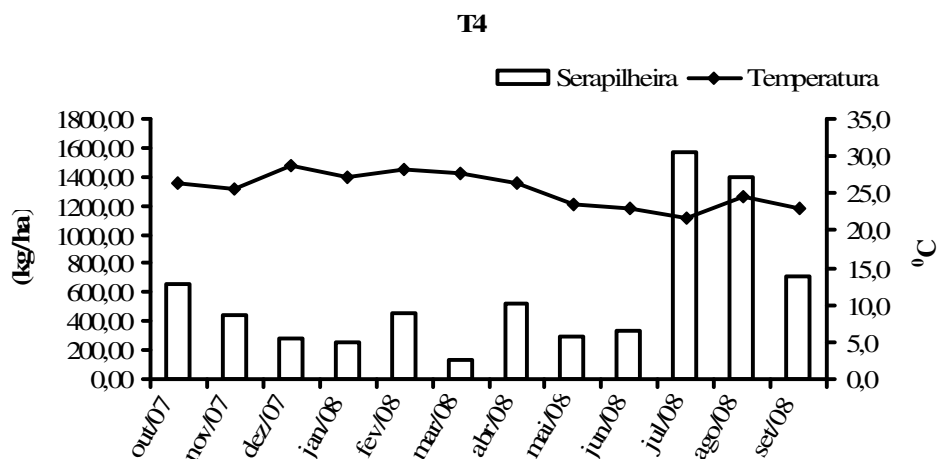
Entre os tratamentos, o T1 apresentou o maior aporte anual de serapilheira (11,17 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), o que se deve a espécie predominante neste tratamento, por ser pioneira. Fernandes et al. (2006), ao estudarem dois tipos de plantios (sabiá e andiroba), no município de Seropédica-RJ, encontraram maior deposição anual de serapilheira para o plantio de sabiá (9,06 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), sob um Planossolo, mencionando o fato a presença de maior número de espécies pioneiras. Esta condição pode explicar também a maior quantidade de serapilheira produzida anualmente, para os três tipos de reflorestamentos (tratamentos) em relação a referência T4, visto que quase todas as espécies implantadas são pioneiras.

Todos os tratamentos (T1, T2 e T3) apresentaram uma boa distribuição da deposição de serapilheira ao longo do ano (Figura 3 B, C e D), destacando-se o T3 por apresentar uma produção mais homogênea ao longo do ano, o que é desejável quando se pretende restaurar ou recuperar ecossistemas. O aporte de serapilheira em todos os meses provavelmente contribuiu para uma maior proteção do solo, absorvendo o impacto das gotas de chuvas e evitando processos erosivos, além de disponibilizar material continuamente para a ciclagem de nutrientes, fazendo com que o fluxo seja contínuo. Além disso, a serapilheira também protege a superfície do solo contra a radiação solar, reduzindo as perdas d'água por evaporação, fornecendo continuamente matéria orgânica, responsável pela manutenção da fertilidade do solo e pela fonte de nutrientes da flora e dos microrganismos e fauna do solo, os quais são responsáveis por produzirem substâncias envolvidas na formação e estabilização de agregados do solo (BORÉM & RAMOS, 2002; LEPSCH, 2002; KÖNIG et al., 2002; GONÇALVES et al., 2003; FERNANDES et al., 2006).

Ao observarmos a distribuição mensal da deposição de serapilheira nos tratamentos T1 e T3 e na referência T4 (Figura II-3 B, D e E), verificou-se que no mês de menor precipitação (julho) estas áreas apresentaram maiores aportes de serapilheira, embora para o T1 tenha ocorrido uma maior deposição no mês de maio, provavelmente relacionada a uma primeira redução na taxa de precipitação, voltando a aumentar novamente no mês de julho. No caso do T3 e T4, o aporte de material também foi elevado no mês seguinte (agosto), indicando haver variação sazonal. Isto, conforme Dias et al. (2002) e Moreira & Silva (2004) é explicado pela condição de estresse hídrico que o ecossistema é submetido no período de menor precipitação, ocasionando uma cascata de eventos fisiológicos nas plantas, levando a abscisão das folhas e consequentemente uma maior produção de serapilheira nesta época.

Já o tratamento T2 demonstrou ser mais resistente ao estresse hídrico, pois sua maior produção de serapilheira ocorreu nos meses de dezembro e janeiro com 1293,91 e 1646,18 Kg ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> respectivamente, quando a precipitação é bem mais elevada, porém nestes meses a temperatura média foi maior. Provavelmente as espécies deste tratamento respondem bem mais ao fator temperatura do que a redução na precipitação. Além disso, a espécie predominante neste tratamento (*C. citriodora*) não é considerada uma espécie com comportamento decíduo, enquanto nos demais tratamentos predominam espécies decíduas, o que também deve ter contribuído no padrão de deposição deste tratamento (T2).

A temperatura média anual variou muito pouco ao longo do ano (21 – 28 °C), mas provavelmente variações que ocorrem inesperadamente, distanciando-se das condições normais, devem ter influenciado fisiologicamente a vegetação, como aconteceu na testemunha T4 (Figura II-4).



**Figura II-4:** Produção mensal de serapilheira em relação a temperatura média mensal, para a referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Em geral, não houve correlação entre a deposição mensal de serapilheira e as variáveis de temperatura e precipitação, com exceção para a referência T4 que apresentou uma correlação negativa ( $p = 0,026$ ) com a temperatura (Tabela II-2; Figura II-4). Este fato provavelmente está relacionado com a redução de certas atividades metabólicas das plantas em resposta à redução na temperatura, ocasionando a queda de folhas (LARCHER, 2004).

**Tabela II-2:** Correlação ( $r$ ) da produção mensal de serapilheira com a temperatura média mensal e a precipitação mensal, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária). Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	Temperatura	p	Precipitação	p
T0	- 0,222	0,244	- 0,357	0,127
T1	- 0,346	0,135	- 0,395	0,102
T2	0,390	0,105	0,384	0,109
T3	- 0,322	0,154	- 0,191	0,276
T4	- 0,573	0,026	- 0,346	0,135

A taxa de produção mensal de serapilheira é influenciada por fatores bióticos e abióticos, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regime de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e tipo de solo (PARKER, 1997; CORREIA & ANDRADE, 1999; FERNANDES et al., 2006). No caso do presente estudo, a variação na deposição de serapilheira deveu-se mais ao componente biótico (vegetação), uma vez que os fatores abióticos foram os mesmos para todas as áreas e não apresentaram correlações significativas com a produção de serapilheira.

A serapilheira também é capaz de criar propriedades emergentes e segundo Odum (1988) elas revelam-se em todo o ecossistema, pela relação com os fatores bióticos. Compreender os padrões de variação na taxa de deposição da serapilheira é fundamental para entendermos como os sistemas operam para viabilizarmos os processos de restauração.

### 3.2.2 Decomposição da serapilheira

A testemunha T0 apresentou uma taxa de decomposição com diferenças significativas entre as quatro coletas avaliadas (Tabela II-3), porém a última coleta não pode ser avaliada, uma vez que o fogo passou pela área, consumindo os *litter-bags*. Pela taxa de perda de massa, provavelmente ao completar um ano, mais de 50% do material do capim-colonião iria permanecer sem decompor-se, visto que, grande parte de seu material é constituído por colmos e hastes (SORIA et al., 2003), os quais provavelmente possuem maior quantidade de lignina, que é a substância mais resistente a decomposição (FROUFE, 2003).

**Tabela II-3:** Médias do material vegetal remanescente da decomposição (%), nas quatro coletas avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 - pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde CV corresponde ao coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	30 dias	s	120 dias	s	240 dias	s	360 dias	s
T0*	97,97a	0,02	87,85b	0,08	76,40c	0,08	s/m***	-
T1*	95,17a	2,91	91,38a	4,65	69,20b	7,69	47,15c A	11,25
T2**	97,01a	1,88	84,32ab	7,88	43,88b	20,53	33,76b A	8,20
T3*	97,50a	2,01	76,96b	6,90	73,20b	11,97	44,86c A	11,01
T4*	98,44a	0,18	74,24b	4,74	63,20bc	19,68	51,04c A	4,08

\* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%;

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a probabilidade de 5%;

\*\*\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na 4ª coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%;

s/m = sem material.

Tanto o tratamento T1 como o T2 somente apresentaram uma perda de massa com diferença significativa aos 240 dias, o que provavelmente foi influenciado pelo período de maior precipitação, já que esta coleta foi realizada no início do mês de maio, tendo permanecido os *litter-bags* no campo desde setembro, ficando assim expostos nos meses de maior precipitação.

Considerando o tratamento T1, a sua perda de massa foi menor do que a do tratamento T2, apesar do material originado pelas leguminosas geralmente apresentarem uma maior taxa de perda de massa, por conterem mais nitrogênio, causando a aceleração da decomposição. Isto indica que provavelmente outro fator deve estar controlando a decomposição no tratamento T1.

Existem diversos fatores que estão envolvidos no processo dinâmico da decomposição da matéria orgânica, entre estes se inclui: macro e microorganismos do solo (fungos e bactérias), fauna edáfica, características química do material orgânico, tipo de solo, condições climáticas (temperatura, precipitação, evapotranspiração) e tipo de vegetação (ODUM, 1988; GUNAPALA et al., 1998; BONAN, 2002; LARCHER, 2004; ZHANG et al., 2008).

O tratamento T2, apesar de não ter apresentado uma diferença significativa entre os tratamentos e a referência T4, apresentou a menor média (33,76%) para a perda de massa aos 360 dias (Tabela 3). No entanto, este valor foi semelhante a perda de massa encontrada no final do período de decomposição em material de eucalipto por Costa et al. (2005), que foi de aproximadamente 30%, o que indica um possível padrão para a espécie quando submetida a condições ambientais semelhantes.

O tratamento T3 e a referência T4 apresentaram uma perda de massa com comportamento semelhante na taxa de decomposição ao longo do período avaliado,



diferenciando-se significativamente aos 120 dias em relação a primeira avaliação (30 dias) e depois aos 360 dias. Verificou-se que aos 120 dias a decomposição foi maior, resultando em uma menor massa remanescente em relação as demais áreas, sendo este fato característico em florestas, as quais possuem geralmente uma maior perda de massa nos primeiros meses (Fernandes et al., 2006). Essa semelhança, quanto ao tempo, para a perda de massa entre essas duas áreas, pode ser mais um indicativo de que os processos ecológicos estão se estabelecendo no tratamento T3, indicando um diferencial para a restauração deste ecossistema, podendo favorecê-lo para atingir um estágio avançado da restauração, como ocorreu naturalmente no T4.

Nas avaliações de perda de massa realizadas aos 240 dias foi encontrado, muitas raízes desenvolvendo-se dentro dos *litter-bags*, principalmente nos da T4 (Anexo II-9 e 10), contabilizando um peso total de massa seca de 0,648 g. Neste material foi observado que quase toda a matéria orgânica estava bem fragmentada, o que, segundo Correia & Andrade (1999), indica a ocorrência de humificação com liberação dos nutrientes da matéria orgânica, fazendo com que muitas raízes finas sejam produzidas, pela maior disponibilidade de nutrientes, disponíveis para a absorção direta.

Esta etapa da decomposição é favorecida por animais (detritívoros) que aceleram a decomposição da matéria orgânica por quebrarem o material em pedaços pequenos e acrescentarem substâncias que estimulam a atividade metabólica de microrganismos (ODUM, 1988).

Estes processos que ocorrem na decomposição contribuem para aumentar a resiliência dos ecossistemas, por disponibilizar nutrientes as plantas em uma maior velocidade, sendo de fundamental importância em regiões onde predominam exíguos atributos ambientais, os quais dificultam o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação, como no caso da floresta estudada.

Em condições ambientais estáveis, as atividades nos ciclos dos minerais tornam-se equilibradas, com entradas e saídas balanceadas, proporcionando alto grau de conservação interna de massa e energia (DREW, 2005).

### 3.2.3 Serapilheira acumulada

Ao analisarmos as médias encontradas para a serapilheira acumulada sobre o solo, na testemunha, referência e nos tratamentos (Tabela II-4), verificou-se que o maior acúmulo de material vegetal ( $11,60 \text{ t ha}^{-1}$ ) ocorreu para o tratamento T2, o qual apresentou diferença significativa do tratamento T1, da testemunha e da referência.

**Tabela II-4:** Médias da serapilheira acumulada sobre o solo ( $\text{t ha}^{-1}$ ), para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde s = desvio padrão e CV = coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	Serapilheira acumulada ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Máximo ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Mínimo ( $\text{t ha}^{-1}$ )	s ( $\text{t ha}^{-1}$ )	CV (%)
T0	2,66c*	3,54	1,77	0,61	22,80
T1	4,63c	5,50	3,35	0,70	15,12
T2	11,60a	16,75	4,50	3,33	28,67
T3	9,44ab	14,00	5,90	2,94	31,17
T4	7,81b	10,15	2,75	2,62	33,55

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

O elevado acúmulo de serapilheira no tratamento T2 (Tabela II-4) foi devido a predominância de indivíduos de eucalipto. As espécies de eucalipto geralmente possuem maiores concentrações de celulose e lignina na constituição de seus tecidos, o que retarda a velocidade de decomposição de seu material (COSTA et al., 2005), fazendo com que ele se acumule sobre o solo (MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES, 2004). Kleinpaul et al. (2005), ao estudarem a serapilheira acumulada sobre o solo do reflorestamento de *Eucalyptus* sp. com 12 anos de idade, encontraram  $11,63 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo grande parte do material formador constituído por galhos (38,8%), o que explicam ser devido ao processo intenso de desrama natural da espécie.

Já a menor quantidade de serapilheira acumulada foi encontrada para a testemunha T0, com  $2,66 \text{ t ha}^{-1}$ , o qual não se diferenciou do tratamento T1, que ficou com a segunda menor média ( $4,63 \text{ t ha}^{-1}$ ). Estes menores valores podem ser explicados pelo fato de tanto o capim-colonião como o sabiá possuírem provavelmente baixa relação C:N, o que faz com que seu material entre em decomposição mais rapidamente, reduzindo assim a quantidade de material que fica acumulada sobre o solo. Segundo Larcher (2004) leguminosas e gramíneas possuem baixa relação C:N, determinando em uma maior velocidade de decomposição dos tecidos vegetais. Entretanto, o colmo e hastes do capim-colonião, aparentam serem mais lignificados, e por isso demoram mais para decompor-se, visto que, quase todo material acumulado do capim-colonião deve-se basicamente as suas estruturas e não as folhas.

Na referência T4 foi encontrada a média de  $7,81 \text{ t ha}^{-1}$  de serapilheira acumulada, a qual se diferenciou da testemunha T0 e dos tratamentos, com exceção do T3 (Tabela II-4). Esta situação mostra que a evolução atingida pela composição das espécies implantadas no tratamento T3, em relação ao acúmulo de serapilheira depositada sobre o solo, em apenas 13 anos, já está se aproximando das condições da floresta secundária, representando um bom indicativo para a restauração.

A deposição acumulada de serapilheira encontrada para a referência T4 ficou próximo do valor acumulado encontrado para floresta estacional decidual, em período de maior queda de folhas (setembro), sendo este de  $8,08 \text{ t ha}^{-1}$  (KLEINPAUL et al., 2005), apesar da floresta do presente estudo pertencer a formação de floresta estacional semidecidual e o período da amostragem ter sido realizado na fase intermediária a de maior deposição.

Borém & Ramos (2002), estudando uma Floresta Ombrófila Densa, no município de Silva Jardim-RJ, encontraram a média do estoque total de serapilheira de  $7,06 \text{ t ha}^{-1}$ , variando de acordo com a fase da toposequência e o período (fim da estação seca e fim da estação chuvosa). Apesar da diferença na tipologia da floresta, a quantidade de serapilheira acumulada encontrada pelos autores foi próxima do valor encontrado para a floresta do presente estudo.

A produção e decomposição diferenciada de serapilheira, pelas diferentes espécies de um ecossistema natural tende a contribuir para o seu equilíbrio, disponibilizando nutrientes de forma contínua. Conforme Drumond et al. (1997) em ecossistemas de mata natural, por haver diferenciação na concentração de nutrientes entre espécies, há uma maior estabilidade decorrente da ciclagem de nutrientes mais equilibrada, em que espécies com maior capacidade de absorção colocam a disposição mais tarde, parte dos nutrientes absorvidos, para espécies mais exigentes.

### **3.3 Quantificação da Biomassa de Raízes Finas**

Os dados indicaram que houve diferença significativa, em termos tanto na densidade de raízes finas vivas, densidade de raízes finas mortas e massa seca de raízes finas, nas três profundidades avaliadas, com exceção da densidade de raízes mortas na profundidade de 10-20 cm (Tabela II-5).

**Tabela II-5:** Médias da densidade de raízes finas vivas (RV), densidade de raízes fina mortas (RM) e massa seca de raízes finas vivas (M), nas três classes de profundidades avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária). Nova Iguaçu-RJ, 2008.

Tratamento	0-5 cm			5-10 cm			10-20 cm		
	RV*	RM**	M**	RV*	RM*	M**	RV*	RM**	M*
	cm cm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	cm cm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	cm cm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>
T0	3,28a	0,62a	0,93ab	1,52a	0,30a	0,44ab	0,78a	0,11a	0,12abc
T1	0,70b	0,37ab	0,63b	0,37c	0,11b	0,31b	0,08c	0,05a	0,02c
T2	1,88b	0,24b	1,10ab	0,89abc	0,19ab	0,55ab	0,42b	0,05a	0,07bc
T3	1,24b	1,24a	0,84ab	0,72bc	0,12b	0,49ab	0,43b	0,14a	0,14ab
T4	1,78b	0,26b	1,19a	1,02ab	0,18ab	2,03a	0,78a	0,18a	0,20a

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% ;

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a probabilidade de 5%.

Na profundidade de 0-5 cm, a densidade de raízes finas vivas apenas diferenciou-se significativamente para a testemunha T0 (Tabela II-5), para a qual foi encontrada a maior densidade (3,28 cm cm<sup>-3</sup>). Esta situação já era esperada, pois segundo Resende et al. (2002) geralmente as gramíneas, como o capim-colonião, possuem grande concentração de raízes finas localizadas nas proximidades da superfície do solo, o que lhes permite explorar melhor a disponibilidade de água. Além disso, o tipo de metabolismo fotossintético exerce grande influência na densidade de raízes das plantas. As gramíneas por serem plantas do tipo C4, possuem raiz fasciculada, implicando em uma maior produção de massa radicular (VALCARCEL et al., 2007), o que também favoreceu a maior ocorrência de raízes finas na testemunha T0.

Nessa mesma profundidade, foram encontradas diferenças significativas para a densidade de raízes finas mortas da testemunha T0 e do tratamento T3 para o tratamento T2 e a referência T4. O tratamento T3 ficou com a maior densidade de raízes finas mortas, o que provavelmente se deve a sazonalidade da regeneração, já que este foi o tratamento que apresentou maior diferença sazonal entre a densidade de plantas da regeneração (Capítulo I). Com o fim do ciclo de vida das espécies herbáceas anuais, há a diminuição e mortalidade das raízes (LARCHER, 2004), o que foi favorecido pela época da amostragem (início de abril), quando muitas plantas já completavam seu ciclo de vida.

Para a biomassa das raízes finas vivas, na profundidade de 0-5 cm, foi encontrada maior massa seca para a referência T4 com 1,19 g dm<sup>-3</sup>, a qual se diferenciou significativamente do tratamento T1. Este valor pode estar refletindo uma melhor absorção de nutrientes por estas raízes e um melhor estado nutricional, significando que podem estar investindo na formação de sua estrutura em vez de investirem no comprimento.

Na profundidade de 5-10 cm, a densidade de raízes finas vivas apenas se diferenciou entre a testemunha T0 e o tratamento T1 (Tabela II-5), representando uma redução na densidade de 46,34% e 52,86%, respectivamente para T0 e T1. Comparando com os demais tratamentos e a referência T4, a densidade de raízes finas vivas destes foi reduzida 47,34% (T2), 50,06% (T3) e 57,30% (T4). Isto indica a existência de uma maior concentração das raízes finas na superfície do solo, ou seja, até os 10 cm de profundidade. Este fato pode ser explicado pela presença da serapilheira, que providencia um microambiente mais favorável, com maior disponibilidade de oxigênio e nutrientes e pela disponibilidade de água, determinando a direção das raízes em busca de novas fontes de abastecimento, e conseqüentemente aumentando a sua densidade em locais mais favoráveis ao desenvolvimento (ANDRAE, 1979; BEGON et al., 2007; VALCARCEL et al., 2007).

A densidade das raízes finas mortas, nesta profundidade (5-10 cm), apresentou diferença entre a testemunha T0 e os tratamentos T1 e T3. Mesmo o tratamento T3, que na camada anterior tinha apresentado uma alta densidade, teve uma redução significativa passando de 1,24 para 0,12  $\text{cm cm}^{-3}$ .

Já a biomassa seca das raízes finas, também apresentou uma redução em torno de aproximadamente 50%, com exceção para a referência T4, que ficou com a maior média de biomassa (2,03  $\text{g dm}^{-3}$ ), quase dobrando o valor em relação a camada anterior. Isto provavelmente pode ser justificado pelo fato que, na medida em que a profundidade aumenta, o diâmetro e a estruturação das raízes também aumenta, o que lhes acrescenta uma maior massa, tanto que na camada seguinte, de 10-20 cm, há uma redução brusca na biomassa das raízes finas da referência T4 para 0,20  $\text{g dm}^{-3}$ , indicando que as raízes encontradas a partir desta profundidade (5-10 cm) vão tornando-se mais grossas.

Na profundidade de 10-20 cm, a maior densidade de raízes finas vivas foi encontrada para a testemunha T0 e a referência T4 com 0,78  $\text{cm cm}^{-3}$ , as quais se diferenciaram dos tratamentos (Tabela II-5), representando uma redução na densidade de 51,32% (T0) e 76,47% (T4), em relação a camada anterior, mostrando que essa camada esta na zona de lime de ocorrência das raízes finas, principalmente para a referência T4.

Nesta mesma profundidade observou-se que não houve diferença significativa para a densidade de raízes finas mortas (Tabela 5), indicando que provavelmente a partir desta profundidade (10-20 cm) a interação entre solo-raízes-microorganismos é bem mais limitada, implicando em uma menor taxa de renovação das raízes finas, uma vez que a densidade das raízes mortas foi muito pequena. Segundo Larcher (2004) a rizosfera é uma parte muito dinâmica do solo, onde se desenvolve relações mecânicas, químicas e biológicas entre as raízes das plantas e o solo, a pedofauna e a pedoflora.

Como na região de estudo existe um pronunciado estresse hídrico, constituindo um dos fatores limitante à oferta de recursos, é possível que ocorra um pouco aprofundamento do sistema radicular e uma grande redução na densidade de raízes finas (Resende et al., 2002). Fato este, também observado no presente estudo, motivo pelo qual se adotou a profundidade de 20 cm.

Nas três profundidades avaliadas, o tratamento T1 apresentou as menores densidades de raízes finas vivas, possivelmente devido a menor densidade de plantas amostradas na regeneração deste tratamento no período de verão, em relação aos demais tratamentos, testemunha e referência (Capítulo I). Como consequência também o volume de solo colonizado por raízes foi menor.

Ainda em relação as três profundidades, observou-se que a biomassa seca das raízes finas da referência T4 foi maior (Tabela II-5), sendo explicado pela presença de maior densidade de espécies secundárias tardias, como *B. guianenses*. Nestas espécies as raízes finas são mais espessas, o que provavelmente influencia na biomassa das mesmas (GONÇALVES et al., 2003).

As raízes finas são de grande importância para o ecossistema, por ajudarem na sua reconstrução continuamente, atuando diretamente no solo, protegendo-o contra erosão, absorvendo minerais e translocando-os para as plantas, aumentando a infiltração de água pelos canais que deixam ao morrerem (WEAVER & CLEMENTS, 1973; LARCHER, 2004; BAETS et al., 2006;), dando uma parcela significativa de contribuição para a manutenção de muitos processos ecológicos.

### 3.4 Caracterização Física do Solo

A análise da densidade do solo mostrou diferença significativa entre o tratamento T2, com maior densidade ( $1,10 \text{ Mg m}^{-3}$ ), o tratamento T1 e a referência T4, com a menor densidade ( $0,87 \text{ Mg m}^{-3}$ ). A testemunha T0 e o tratamento T3 ficaram numa condição intermediária, diferenciando-se apenas da referência T4 (Tabela II-6).

**Tabela II-6:** Densidade do solo (ds), para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde s corresponde ao desvio padrão e CV ao coeficiente de variação. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	Densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	s ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	CV (%)
T0	1,07ab*	0,048	4,55
T1	0,98b	0,068	6,91
T2	1,10a	0,033	2,96
T3	1,06ab	0,091	8,61
T4	0,87c	0,110	12,66

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os menores valores obtidos para a densidade do solo ( $0,87$  e  $0,98 \text{ Mg m}^{-3}$ ), revelam haver uma maior interação da serapilheira-solo-microorganismos acelerando os processos de formação do solo orgânico situado na superfície, já que tanto na referência T4 como no tratamento T1 foram encontradas as menores taxas de serapilheira acumulada, embora o T1 tenha a maior produção anual entre os tratamentos. Este fato leva a um menor adensamento do solo, determinando as suas características físicas. Segundo Dalben & Osaki (2008) a presença da matéria orgânica influencia na densidade do solo.

Considerando que todas as áreas estão sobre Cambissolo, as densidades encontradas podem ser consideradas baixas, por estarem abaixo de  $1,35 \text{ Mg m}^{-3}$ , visto que Miranda et al. (2007) consideraram valores próximos desse como sendo médios. Dalben & Osaki (2008) estudando as características físicas do solo, encontraram uma densidade do solo de  $2,33 \text{ Mg m}^{-3}$  para área de floresta nativa, sobre um Cambissolo Háptico, o que mostra que o valor encontrado no presente trabalho para a referência T4 pode ser considerado baixo.

Quanto a resistência à penetração (Tabela II-7), observou-se uma maior variação dos dados para a profundidade de 0-5 cm, refletindo as condições de instabilidade na superfície dos ecossistemas avaliados, ou seja, as áreas avaliadas apresentam grande heterogeneidade nos primeiros centímetros do solo, gerando zonas de distúrbio, pela presença de pedregulho em alguns pontos.

**Tabela II-7:** Médias da resistência a penetração no solo (MPa), nas três profundidades avaliadas, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas), testemunha (T0 – pastagem) e referência (T4 – floresta secundária), onde VT corresponde o valor do teste de Kruskal-wallis. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

<b>Tratamento</b>	<b>0-5 cm*</b>	<b>s (cm)</b>	<b>5-10 cm**</b>	<b>s (cm)</b>	<b>10-15 cm*</b>	<b>s (cm)</b>
T0	4,20a	0,71	5,20ab	0,05	7,74a	0,82
T1	3,21ab	0,76	5,94a	0,11	7,62a	1,97
T2	3,08ab	1,01	5,75ab	0,16	7,55a	2,34
T3	3,08ab	1,10	6,38a	0,15	6,31a	3,06
T4	2,46b	0,77	4,08b	0,07	5,69a	0,92
VT	14,26	-	-	-	8,13	-
P (0,05)	9,49	-	-	-	9,49	-

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a probabilidade de 5% ;

\*\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Na primeira profundidade avaliada (0-5 cm), a resistência a penetração diferenciou-se significativamente entre T0, (4,20 MPa) e T4 (2,46 MPa), sendo considerados, de acordo com a classificação de Soil Survey Staff (1993), como muito alto e alto, respectivamente. No entanto, a maior presença de pedras na superfície da área de referência T4 deve ter mascarado um pouco este valor, pois em condições de floresta preservadas normalmente ele é bem mais baixo.

Já para o pasto (T0), o valor muito alto, pode significar que está havendo naturalmente um maior adensamento desta camada, dado que esta área encontra-se abandonada, sem uso e mesmo assim apresentou um valor grande para a resistência a penetração, além disso, não possui obstáculos que tornem irregular a superfície, como pedras. Um dos motivos de causa da maior resistência para esta testemunha pode ser a maior exposição do solo a ação das gotas d'água da chuva, visto que o capim-colonião por produzir touceiras isoladas, promove uma menor proteção ao solo, favorecendo assim a formação de crostas na superfície.

O solo desprotegido ou com pouca cobertura fica exposto com facilidade aos processos erosivos. Conforme explicam Pimentel & Kounang (1998), as gotas de chuva batem no solo exposto com mais energia, salpicando-o, desestruturando suas partículas, que se misturam com a água e acabam sendo jogadas nos espaços porosos, resultando na erosão laminar com remoção de um fino filme da superfície do solo. E com o selamento dos poros, conseqüentemente há a formação de uma crosta na superfície, pois a água das chuvas subsequentes não encontra mais espaços livre para infiltrar-se diretamente.

Ainda nesta primeira profundidade, os três tratamentos ficaram numa condição intermediária entre T0 e T4, mostrando que as condições de resistência a penetração poderão vir a melhorarem se aproximarem-se de T4 ou piorarem caso se aproximem de T0.

Na profundidade de 5-10 cm a referência T4 também ficou com o menor valor, assim como na profundidade de 10-15 cm, embora nesta não tenha se diferenciado estatisticamente das demais áreas, mostrando com isso a importância da floresta para a proteção e manutenção das propriedades do solo.

Nesta segunda profundidade, assim como na seguinte, todos os valores de resistência a penetração foram muito alto, tendo aumentado de acordo com a profundidade, tornando-se mais homogêneo para os tratamentos, testemunha e referência, tanto que na última profundidade avaliada, não houve nenhuma diferença significativa.

O aumento da resistência a penetração com o acréscimo da profundidade pode ser explicado pela maior massa de solo que é necessária ser rompida das camadas superiores até chegar as mais inferiores.

Em amostras que foram avaliadas a estrutura do solo houve o predomínio na testemunha T0, tratamento T1 e referência T4 de blocos subangulares de médio à pequeno. Entretanto, em T4 foram encontradas algumas estruturas grande, indicando haver uma maior dinamismo dos processos ecológicos entre as partes biótica e abiótica desse ecossistema. Nos tratamentos T2 e T3, a estrutura predominante foi a de blocos subangulares médio à muito pequeno e blocos subangulares pequeno à muito pequeno, respectivamente.

A formação de estruturas maiores significa uma maior interação dos componentes do solo (matéria orgânica, fauna edáfica, microrganismos e partículas de minerais), causando a formação de agregados. Conforme Prevedello (1996) os agregados são compostos de várias formas, tamanhos e composição química constituídos pelas partículas do solo (partículas de minerais, na maioria e de substâncias orgânicas). Por sua vez, os agregados podem se agrupar formando arranjos com formas, constituindo a estrutura do solo, a qual é fundamental para a recuperação do solo por atuar na sua capacidade de drenagem, aeração e capilaridade, regulando as trocas entre o solo e as raízes (GONÇALVES et al., 2003).

Quanto aos perfis de solo classificado (Anexo II-11A, 12A e 13A), nos três ocorreu Cambissolo Háplico, caracterizado como um solo pouco desenvolvido, por ser constituído predominantemente por materiais minerais, ocorrendo com maior frequência em áreas declivosas, por isso, não sendo adequado ao cultivo e sim a preservação das florestas (LEPSCH, 2002).

Conhecer o tipo de solo e suas principais propriedades que ocorrem sob áreas que se pretende restaurar é de fundamental importância, pois inicialmente ele atua como suporte para os processos iniciais, servindo de base para muitas interações.

Na região de estudo, o fator de formação do solo predominante é o relevo, mas existe um fator secundário, o clima. O relevo local, com elevadas declividades, ondulações e exposição Norte, exerce grande controle sob a velocidade de intemperização química e física das rochas que originam os solos. Segundo Silva et al. (2001) o relevo é considerado um fator que modifica também o efeito dos demais fatores de formação do solo.

Oliveira-Filho et al. (2001), estudando um fragmento de floresta semidecidual em Martinho Campos – MG, encontraram Fluvisolos Eutróficos, Cambissolos Eutróficos e Cambissolos Distróficos, relatando que a forte escassez de água na estação seca provavelmente deve estar associada a topografia acentuada, a textura do solo mais grossa e a pequena profundidade do solo, assim, a topografia influencia fortemente os habitats do solo e as variações nas propriedades do solo.

As elevadas declividades e relevo montanhoso desfavorecem a infiltração da água, assim, segundo Lepsh (2002) menor será a ação do intemperismo químico, responsável por acelerar as reações químicas dos constituintes minerais das rochas e mais propícias estarão a erosão, tal que a velocidade de formação do solo pode ser igual a de remoção.

Encostas com faces de exposição Norte, por receberem maior quantidade de energia solar, são mais quentes e secas, favorecendo a formação de solos rasos (LEPSH, 2002).

O clima (temperatura e precipitação), conforme Lepsh (2002) regula o tipo e a intensidade de intemperismo das rochas e o crescimento dos organismos. Como na região de estudo há maior concentração das chuvas na estação de verão, ele acaba também limitando na formação do solo.

Apesar de todos os tratamentos e as testemunhas estarem sob um mesmo tipo de solo, os diferentes usos e manejo dado ao solo no passado determinaram seu estado de conservação ou de degradação, o que acabou se tornando um fator limitante a colonização e sucessão natural da vegetação, por este motivo hoje há diferenças entre as áreas avaliadas quanto ao

estabelecimento e desenvolvimento da vegetação. A referência T4 encontra-se numa condição mais evoluída, enquanto a testemunha T0 está numa condição menos evoluída e os tratamentos T1, T2 e T3 estão numa condição intermediária.

### 3.5 Avaliação de Musgos

O tempo de absorção de água das amostras de musgo foi em média de 30 a 40 minutos. As mesmas absorveram água em torno de 3,14 vezes do seu peso seco.

As amostras de musgos levaram 8 dias para dessecação, ou seja, para perderem completamente o seu conteúdo de água, considerando o teor de umidade relativa nas condições avaliadas em laboratório, que variou de 69,1 a 85,3%. Já em campo, foi de 23 a 40% para o mesmo período, o que indica que no campo provavelmente levariam a metade do tempo para perder seu conteúdo de água.

Segundo Larcher (2004) os musgos são plantas poiquiloídricas, as quais mantêm seu grau de hidratação em função da umidade do ambiente e quando ficam dessecados completamente não sofrem injúrias em suas células, apenas reduzindo suas funções vitais, que retornam novamente após completa reidratação, podendo suportar ambientes com até 5% de umidade relativa (musgos de lugares secos). Isto mostra a importância deste componente vegetal para o ecossistema, pois tem o papel de armazenar água e depois ir liberando para o ambiente lentamente, diante de condições de déficit hídrico, contribuindo para manter a umidade do ambiente nas suas proximidades, favorecendo até mesmo a germinação de sementes.

Líquens e musgos aceleram o processo de intemperismo físico do solo, atuando ativamente nos processos de transformação dos ecossistemas. Os musgos colonizam rochas e se expandem com a absorção de umidade, fragmentando-as continuamente em pequenas escamas, acumulando na base solo onde plântulas podem eventualmente se estabelecer, emitindo raízes que penetram nas fendas, quebrando ainda mais as rochas (HAVEN et al., 2001; LEPSCH, 2002). Segundo Frego (1996), a profundidade de húmus acumulado pelos musgos sugere que eles podem ocupar um local por décadas.

A biomassa seca das amostras de musgos (Tabela II-8) mostrou diferença significativa entre o tratamento T2 e a referência T4. T2 ficou com a maior média (1,41 g), porém este valor pode ser devido a presença de partículas de solo nas amostras, pois nos tratamentos T2 e T3 os musgos foram coletados sob o solo, o qual colonizaram com maior frequência do que as pedras, e por mais que se tentou retirar toda a parte com solo, algumas partículas podem terem ficado presas nas amostras, influenciando assim a sua massa.

**Tabela II-8:** Massa seca de musgos, para os tratamentos (T1 - predomínio de sabiá, T2 – predomínio de eucalipto e T3 – predomínio de nativas) e referência (T4 – floresta secundária), onde s corresponde ao desvio padrão, CV ao coeficiente de variação e VT ao valor do teste de Kruskal-Wallis. Nova Iguaçu- RJ, 2008.

Tratamento	Massa seca (g)	s (g)	CV (%)
T1	0,43bc*	0,180	41,85
T2	1,41a	0,093	6,58
T3	0,63ab	0,075	11,84
T4	0,20c	0,085	42,82
VT	33,16	-	-
P (0,05)	7,81	-	-

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a probabilidade de 5%.



Quanto a cor, em todos os tratamentos e na referência T4 a cor encontrada nas amostras de musgos foi verde-amarelada, variando entre os tratamentos apenas pelo croma, o qual representa a pureza da cor, ou seja, quanto mais pura ela for mais fácil será distinguir uma cor entre suas diferentes tonalidades. No tratamento T1 predominou a cor 5GY 4/6; no T2 5GY 4/5; no T3 5GY 4/6 e na testemunha T4 5GY 4/8. A diferença no valor do croma pode estar indicando o estado de hidratação dos musgos diante dos diferentes ambientes, já que este valor foi maior para a floresta, a qual possui um microclima mais úmido.

Nas 10 amostras de pedras coletadas em T4 foram encontradas cinco espécies de musgos, pertencentes a três famílias: *Fissidens elegans* Brid., *F. submarginatus* Bruch. (Fissidentaceae), *Semanthophyllum subnplex* (Hedw.) Brid., *S. subpinnatum* (Brid.) Britt. (Sematophyllaceae) e *Lejeunea* sp. (Lejeuneaceae). Com maior frequência apareceram *F. elegans* e *F. submarginatus*, respectivamente em 6 e 4 amostras. Estas espécies podem estar entre as amostras que foram estudadas, por pertencerem ao mesmo ecossistema.

#### 4 CONCLUSÕES

Através dos resultados encontrados conclui-se que:

- A referência T4 (floresta secundária) apresenta intensa interação dos fatores bióticos e abióticos, verificando-se através da boa produção, decomposição e acúmulo de serapilheira, boa distribuição da biomassa de raízes finas, menor densidade do solo e menor resistência à penetração na superfície, boa filtragem de energia solar ao longo do ano, e presença de musgos;

- Pelas interações favoráveis que ocorrem na referência T4 (floresta secundária) há aumento da dinâmica dos componentes desse ecossistema, mantendo os processos ecológicos e sustentando a tendência natural de restauração;

- A testemunha T0 (pastagem) apresenta baixo nível de interação entre os fatores bióticos e abióticos, verificando-se através da baixa produção, decomposição e acúmulo de serapilheira, irregular distribuição de raízes finas e densidade concentrada em excesso na superfície, alta densidade do solo, alta resistência à penetração, alta exposição a radiação solar ao longo do ano e ausência de musgos;

- Como as interações na testemunha T0 são menores, a dinâmica entre os seus componentes encontra-se prejudicada, podendo afetar os processos ecológicos e induzir ao aumento da tendência inercial de degradação;

- Entre os três tratamentos implantados como estratégia de restauração, em condições de exíguas ofertas de atributos ambientais, no geral os tratamentos T1 (predomínio de sabiá), T2 (predomínio de eucalipto) e T3 (predomínio de nativas) apresentam uma condição intermediária quanto a interação entre fatores bióticos e abióticos, quando comparados em relação a testemunha T0 (pasto sem manejo) e a referência T4 (fragmento florestal);

- No tratamento T3, há predomínio de algumas interações entre os componentes deste ecossistema, de forma que se aproximam das condições da floresta (T4), tais como deposição de serapilheira quanto ao aspecto de deciduidade, decomposição e acúmulo de serapilheira, filtragem de luz ao longo do ano e colonização por musgos; contrapondo com a alta densidade do solo, resistência a penetração intermediária entre T0 e T4 e densidade de raízes finas mortas maior nos primeiros 5 cm, favorecendo a renovação dos processos;

- As interações do tratamento T3 mostram que a maioria das dinâmicas deste ecossistema estão favorecendo a entrada dos processos ecológicos, que por sua vez poderão favorecer a entrada de outros processos, mas na sua condição atual já estão dando suporte para manter a tendência de restauração desta área.

## CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

- Os tratamentos implantados há 13 anos, com diferentes arranjos de espécies, como estratégia de restauração de região com exíguas ofertas de atributos ambientais, promoveram diferentes modificações no ecossistema, respondendo ao tipo de arranjo;

- Os três tratamentos implantados estão contribuindo para conter a atual “tendência inercial de degradação”, a qual ocorre em muitas áreas da região;

- Entre os tratamentos implantados, o tratamento T3 (predomínio de nativas), apresenta maior tendência de restauração, indicando haver maior interação entre seus componentes e ocorrência de processos ecológicos que aceleram a restauração;

- A testemunha T0 (pastagem) está em “tendência inercial de degradação”, pois demonstra que pouco evoluiu para a restauração, dado a baixa dinâmica dos componentes deste ecossistema e a tendência de desaparecimento de muitos processos ecológicos;

- A referência T4 (floresta secundária) está em “tendência inercial de restauração”, pois evoluiu estruturalmente e funcionalmente, favorecida pela dinâmica de seus componentes bióticos e abióticos que permitiram a entrada de muitos processos ecológicos, tornando-a auto-sustentável.

Recomenda-se para avaliar a tendência inercial de degradação que há na área de pastagem (testemunha T0), assim como para outras áreas que apresentam a mesma tendência, medir a distância entre touceiras de capim, pois com a ação do fogo e processos erosivos, cada ano que passa o ecossistema vai tornando-se mais pobre, e maior tende ser o espaçamento entre a vegetação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F.H. **Ecologia florestal**. Santa Maria: Imprensa Universitária- UFSM, 1978. 230p.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.141, p. 399 – 436, 2003.
- ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. **Adequação ambiental de propriedades rurais; recuperação de áreas degradadas; restauração de matas ciliares**. Piracicaba: EsalQ/LERF, 2006. 63p. (Apostila).
- BAETS, S.; POESEN, J.; GYSSELS, G.; KNAPEN, A. Effects of grass roots on the erodibility of topsoils during concentrated flow. **Geomorphology**, v.76, p. 54 – 67, 2006.
- BRASIL, Projeto RADAMBRASIL. **Rio de Janeiro/Vitória: levantamento de recursos naturais**. Folhas SF.23/24, v. 32. Rio de Janeiro: MME, 1983. 780p.
- BARBOSA, L.M.; BARBOSA, K.C. Restauração de matas ciliares – “bases técnico-científicas como subsídios para políticas públicas sobre restauração de matas ciliares” (capítulo 1). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 619 – 630.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 740p.
- BERG, E.V.D. **Estrutura e ecologia de comunidades e populações vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 30p.
- BHATT, R.K.; MISRA, L.P.; VANDANA, TIWARI, H.S. Growth and biomass production in tropical range grasses and legumes under light stress environment. **Indian Journal of Plant Physiology**, v.7, n.4, p. 349 – 353, 2002.
- BOIAGO, R.M.; GORENSTEIN, M.R.; BÔAS, O.V.; GOMES, J.E.; MAX, J.CM. Inventário dos povoamentos da Floresta Estadual de Assis. **IF Sér. Reg.**, n. 31, p. 39 – 43, 2007.
- BONAN, G.B. **Ecological climatology: concepts and applications**. New York: Cambridge, 2002. 678p.
- BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes da serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, v.8, n.2, p. 42 – 59, 2002.
- BUOSI, D.; FELFILI, J.M. Recuperação de áreas contaminadas por pesticidas organoclorados na Cidade dos Meninos, município de Duque de Caxias, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.3, p. 465 - 470, 2004.
- CAIRNS JÚNIOR, J.; HECKMAN, J.R. Restoration ecology: the state of an emerging field. **Restoration Ecology**, v.21, p. 167 – 189, 1996.
- CANALEZ, G.G.; CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, C.R. Dinâmica da estrutura da comunidade de Lauráceas no período 1995-2004 em uma floresta de Araucária no Sul do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v.16, n.4, p.357 – 367, 2006.
- CARPANEZZI, A.A. Benefícios indiretos da floresta. In: Galvão, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 19 – 55.

- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27 – 45.
- CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: Galvão, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 251-268.
- CARVALHO, S.R.; CAMARGO FILHO, S.T.; ARONOVICH, S.; PALMIERI, F.; BLANCANEUX, P.; DIAS, P.F.; SILVA, J.N. **Recuperação de áreas degradadas através de gramíneas forrageiras e de leguminosas arbóreas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 52p. (Boletim de pesquisa, n. 18).
- CASTELLANI, T.T.; STUBBLEBINE, W.H. Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. **Revista Brasileira de Botânica**. v.16, n.2, p.181-302, 1993.
- CHAZDON, R.L. Beyond deforestation: restoring forest and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v.320, p. 1458 – 1460, 2008.
- COATES, K.D.; BURTON, P.J. A gap-based approach for development of silvicultural systems to address ecosystem management objectives. **Forest Ecology and Management**, v.99, p. 337 – 354, 1997.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197 – 225.
- CORTINES, E. **Avaliação da sustentabilidade ecológica de plantios realizados em ecossistemas perturbados, Nova Iguaçu-RJ**. 2005. 61 p. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, UFRRJ, Seropédica-RJ.
- COSTA, G.S; GAMA-RODRIGUES, A.C.; CUNHA, G.M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, v.29, n.4, p. 563 – 570, 2005.
- COSTA, F.P.M.; NISHIYAMA, L. Utilização do permeâmetro Guelph e penetrômetro de impacto em estudos de uso e ocupação dos solos em bacias hidrográficas. **Caminhos de Geografia**, v.8, n.24, p. 131 – 143, 2007.
- COSTA JÚNIOR, R.F.; FERREIRA, R.L.C.; RODAL, M.J.N.; FELICIANO, A.L.P.; MARANGON, L.C.; SILVA, W.C. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na mata sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, v.18, n.2, p. 173 – 183, 2008.
- COSTANZA, R.; D'ÁRGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NELL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p. 253 – 260, 1997.
- CURTIS, J.T.; MCINTOSH, R.P. An upland forest continuum region of Wisconsin. **Ecology**, Durham, v.32. n.3, p.476 - 496, 1951.
- DALBEN, A.D.; OSAKI, F. Atributos físicos do solo de um Cambissolo Háplico em floresta nativa e de *Pinus taeda*. **Revista Acadêmicas de Ciências Agrárias e Ambientais**, V.6., n.1, p. 29 – 37, 2008.

- DANTAS, M.E. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. In: **Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001. 63p.
- DIAS, H.C.T.; FIGUEIRA, M.D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG. **Cerne**, v.8, n.2, p. 1 – 16, 2002.
- DONOSO, P.J. Crown index: a canopy balance indicator to assess growth and regeneration in uneven-aged forest stands of the Coastal Range of Chile. **Forestry**, v.78.n.4, p. 337 – 351, 2005.
- DREW, D. O homem e o ambiente: introdução. In: **Processos interativos homem-meio ambiente**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 1 – 42.
- DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F.; TEIXEIRA, J.L. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. R. **Revista Árvore**, v.21, n.1, p. 1 – 10, 1997.
- DURLO, M.A.; SUTILI, F.J.; DENARDI, L. Modelagem da copa de *Cederla fissilis* Vellozo. **Ciência florestal**, v.14, n.2, p. 79 -89, 2004.
- DURIGAN, G. Problemas técnicos, soluções científicas: exemplos em restauração de Cerrado e mata ciliar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 315 - 318.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Conceito e definição das classes de 1<sup>o</sup> nível. In: **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 76 – 92.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Análises físicas. In: **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 1997. p. 1 – 79. (Embrapa – CNPS: Documentos, 1).
- ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo restauração ecológica; tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 1 – 26.
- ENGEL, V.L.; FONSECA, R.C.B.; OLIVEIRA, R.E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p. 43 – 64, 1998.
- FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F.C. **Algumas espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para revegetação de áreas degradadas**. Embrapa Agrobiologia, 2000. 8p. (Recomendação Técnica, n.7).
- 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 caesalpinifolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, n.2, p. 163 – 175, 2006.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: SIF, 1989. 570p.
- FERREIRA, C.A.; CARVALHO, P.E.R. Manejo dos plantios e da vegetação restaurada. In: GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A.C.S. (Ed.). **Restauração DA Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 21 – 26.
- FERRETTI, A.R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 59 – 86.

FIDERJ, FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores climatológicos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FIDERJ, 1978. 156p.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: CEPEF- UFSM, 1992. 269 p.

FREGO, K.A. Regeneration of four boreal bryophytes: colonization of experimental gaps by naturally occurring propagules. **Canadian Journal of Botany**., v.74, p. 1937 – 1942, 1996.

FROUFE, L.C.M. **Decomposição de folhas de plantios de eucalipto e pupunha em um fragmento da mata Atlântica no norte Fluminense**. 2003. 142 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP**. 1991. 232 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F.; BEZERA, C.L.F. 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.

GANDOLFI, S.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R. Permeability – impermeability; canopy trees as biodiversity filters. **Scientia Agricola**, v.64, n.4, p. 433 – 438, 2007.

GONÇALVES, C.A.; FERNANDES, M.M.; ANDRADE, A.M. Celulose e carvão vegetal de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth (Sabiá). **Floresta e Ambiente**, v.6, n.1, p. 51 – 58, 1999.

GONÇALVES, J.L.M.; NOGUEIRA JÚNIOR, L.R.; DUCATTI, F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 111 – 163.

GONZÁLEZ, G.; LEY, R.E.; SCHMIDT, S.K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T.R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. **Oecologia**, v.128, p. 549 – 556, 2001.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2 ed. London: Butterworths, 1964. 256p.

GRIMM, V.; WISSEL, C. Babel, or the ecological stability discussions; na inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. **Oecologia**, v.109, p. 323 – 334, 1997.

GUEDES-BRUNI, R.R.; MORIM, M.P.; LIMA, H.C; SYLVESTRE, L.S. Inventário florístico. In: SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T. (org.) **Manual Metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: EDUR, 2002. p. 24-50.

GUILHERME, F.A.G. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília-DF. **Cerne**, v.6, n.1, p. 60 -66, 2000.

GUNAPALA, N.; VENETTE, R.C.; FERRIS, H.; SCOW, K.M. Effects of soil management history on the rate of organic matter decomposition. **Soil Biology & Biochemistry**., v.30, n14, p. 1917 – 1927, 1998.

GUNDERSON, L.H. Ecological resilience – in theory and application. **Annual Review of Ecological Systems**., v.31, p. 425 – 439, 2000.

HALE, S.E.; BROWN, N. Use of the canopy-scope for assessing canopy openness in plantation forests. **Forestry**, v.78, n. 4, p. 365 -371, 2005.

HAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001. 906p.

HERTEL, D.; LEUSCHNER, C.; HÖLSCHER, D. Size and structure of fine root systems in old-growth and secondary tropical montane forests (Costa Rica). **Biotropica**, v.35, n.2, p.143-153, 2003.

HOLMES, P.M.; RICHARDSON, D.M. Protocols for restoration based on recruitment dynamics, community structure, and ecosystem function: perspectives from South African fynbos. **Restoration Ecology**, v.7, n.3, p. 215 – 230, 1999.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, Departamento de recurso Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991. 92 p.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O.A.; MACEDO, L.A.; PAULA, J.E. Distribuição diamétrica de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual na área do Ecomuseu do Cerrado. **Cerne**, v.14, n.1, p. 33 – 45, 2008.

JACOBS, M.R. Field studies on the gum veins of eucalypts. **Commonwealth Forestry Bureau**, n. 20, p.36, 1937.

JANZEN, D.H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: EPU, 1980. 79p.

JENNINGS, S.B.; BROWN, N.D.; SHEIL, D. Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. **Forestry**, v.72, n.1, p. 59 – 73, 1999.

JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. Experiências relevantes na restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 59 – 86.

JOHN, B.; PANDEY, H.N.; TRIPATHI, R.S. Decomposition of fine roots of *Pinus Kesiya* and turnover of organic matter, N and P of coarse and fine pine roots and herbaceous roots and rhizomes in subtropical pine forest stands of different ages. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p.238-246, 2002.

JONES, C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. **Ecology**, v.78, n.7, p. 1946 – 1957, 1997.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 47 – 58.

KAGEYAMA, P.Y.; SANTARELLI, E.; GANDARA, F.B.; GONÇALVES, J.C.; SIMIONATO, J.L.; ANTIQUEIRA, L.P.; GERES, W.L. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FÚPEF, 1994, p. 569 – 576.

KEENAN, R.; LAMB, D.; WOLDRING, O.; IRVINE, T.; JENSEN, R. Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. **Forestry Ecology and Management**, v.99, p. 117 – 131, 1997.

- KLEIN, V.C. **O Vulcão Alcalino de Nova Iguaçu (Estado do Rio de Janeiro): Controle Estrutural e Processo de Erupção.** 1993. 107 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- KLEIN, V.C.; MONTALVANO, J.L. Hackmanita das rochas alcalinas das Serras do Mendanha e de Madureira, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. **Anais...** Academia Brasileira de Ciências, v.57, p. 169-173, 1985.
- KLEINPAUL, I.S.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; BRUN, F.G.K.; KLEINPAUL, J.J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* Engelm, *Eucalyptus* sp. E Floresta Estacional Decidual. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p. 965 – 972, 2005.
- KLENNER, W.; WALTON, R.; ARSENAULT, A.; KREMSATER, L. Dry forests in the Southern Interior of British Columbia: Historic disturbances and implications for restoration and management. **Forest Ecology and Management**, v.256, p. 1711 – 1722, 2008.
- KÖNIG, F.G.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no Município de Santa Maria - RS. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 429 – 435, 2002.
- KREBS, C.J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.** 2 ed. New York: Harper & Row, 1978. 678 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RiMa, 2004. 531p.
- LEOPOLD, A.C.; SALAZAR, J. Understory species richness during restoration of wet Tropical Forest in Cost Rica. **Ecological Restoration**, v.26, n.1, p. 22 – 26, 2008.
- LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.
- LINGNER, D.V.; OLIVEIRA, Y.M.M.; ROSOT, N.C.; DLUGOSZ, F.L. Caracterização da estrutura e da dinâmica de um fragmento de Floresta com Araucária no Planalto Catarinense. **Pesquisa Florestal Brasileira.**, n.55, p. 55 – 66, 2007.
- LONGHI, S.J.; NASCIMENTO, A.R.T.; FLEIG, F.D.; DELLE-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.** 4 ed. São Paulo: Nova Odessa, v. 1, 2002a. 368 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 2 ed. São Paulo: Nova Odessa, v. 2, 2002b. 368 p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** São Paulo: Nova Odessa, 2003. 368 p.
- LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. Produção e decomposição de literatura em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia.**, v. 1, p. 575 – 600, 1986.
- LUMBERAS, J.F.; NAIME, U.J.; CARVALHO FILHO, A.; et al. **Zoneamento agroecológico do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 113p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 33).
- MANTOVANI, W. **Análise florística e fitossociológica do estrato herbáceo-subarbusivo do cerrado na reserva biológica de Mogi Guaçu e em Itirapina, SP.** 1987. 166 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.



- MASCHIO, L.; GAIAD, S.; MONTOYA, L.; CURCIO, G.R.; RACHWALL, M.F.G.; CAMARGO, C.M.S.; BATTI, A.M.B. Microorganismos e auto-sustentação de ecossistemas em solos alterados. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba:UFPR/Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1992. p. 440 – 445.
- MARCHIRI, J.N.C. **Dendrologia das Angiospermas: Leguminosas**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, 2007. 199p.
- MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. Subfamília Leptospermoideae. In: **Dendrologia das Angiospermas: Myrtales**. Santa Maria: UFSM, 1997. p. 213 – 272.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington, Secretaria General de la OEA, 1982. 169 p.
- MATTOS, C.C.L.V.; SILVA, M.A.R.; OLIVEIRA, M.N.; COMBAT, I.B. Boletim agrometeorológico, UFRRJ-1996. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n.1, p. 208 – 215, 1998.
- MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, n.73, p. 101 – 111, 2007.
- MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C.; DURIGAN, G. Coberturas de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.2, p. 321 – 328, 2007.
- MIRANDA, F.R.; SANTANA, M.G.S.; SOUZA, C.C.M; OLIVEIRA, C.H.C. Calibração do sensor dielétrico ECH<sub>2</sub>O em dois tipos de solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.3, p. 317 – 321, 2007.
- MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliações de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA, 2000. 40p.
- MONTEIRO, M.T.; GAMA-RODRIGUES, E.F. Carbono, Nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 819 – 826, 2004.
- MOREIRA, P.R.; SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p. 49 – 59, 2004.
- MORI, A.; TAKEDA, H. Effects of undisturbed canopy structure on population structure and species coexistence in an old-growth subalpine forest in central Japan. **Forest Ecology and Management**, v.200, p. 89 – 100, 2004.
- MOTOKI, A.; SICHEL, S. Avaliação de aspectos texturais e estruturais de corpos vulcânicos e subvulcânicos e sua relação com o ambiente de cristalização, com base em exemplos do Brasil, Argentina e Chile. **Revista Escola de Minas**, v.59, n.1, p. 13-23, 2006.
- MOURA, V.P.G.; SILVA, M.A.; SANTIAGO, J.; CASTRO, A.J.R. Comportamento e resistência de procedências de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden à formação de veios de “Kino” em Planaltina, DF, área de Cerrado. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 24/25, p. 19 – 35, 1992.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.
- OLIVEIRA, T.J.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n.1, p. 40 – 50, 2007.

- OIVEIRA-FILHO, A.T.; CURI, N.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v.58, n.1, p. 139 – 158, 2001.
- PAIVA, A.V.; POGGIANI, F. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 141 – 151, 2000.
- PARROTTA, J.A.; KNOWLES, O.H.; WUNDERLE JÚNIOR, J.M. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forestry Ecology and Management**, v.99, p. 21 – 42, 1997.
- PARKER, V.T. The scale of successional models and restoration objectives. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p. 301 – 306, 1997.
- PETERSON, G.; ALLEN, C.R.; HOLLING, C.S. Ecological resilience, biodiversity, and scale. **Ecosystems**, v.1, p. 6 – 18, 1998.
- PIMENTEL, D.; KOUNANG, N. Ecology of soil erosion in ecosystems. **Ecosystems**, v.1, p. 416 – 426, 1998.
- PINHO, G.S.C.; FIEDLER, N.C.; LISBÔA, C.D.J.; REZENDE, A.V.; MARTINS, I.S. Efeito de diferentes métodos de corte de cipós na produção de madeira em tora na Floresta Nacional de Tapajós. **Ciência Florestal**, v.14, n.1, p. 179 – 192, 2004.
- PINTO, L.V.A.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M. Distribuição das espécies arbóreo-arbustivas ao longo do gradiente de umidade do solo de nascentes pontuais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Cerne**, v.11, n.3, p. 294 – 305, 2005.
- PINTO-COELHO, R.M. Comunidades e ecossistemas. In: **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000, p. 57 – 70.
- POGGIANI, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 31, p. 33 – 43, 1998.
- POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R.E.; CUNHA, G.C. **Práticas de ecologia florestal**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1996. p. 1 – 44. (Documentos Florestais, 16).
- POGGIANI, F.; REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W. Efeitos do fogo na brotação e crescimento de *Eucalyptus grandis* após o corte raso e as alterações nas propriedades do solo. **IPEF**, n.24, p. 33 – 42, 1983.
- PMNI, PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA IGUAÇU. **Plano estratégico da cidade de Nova Iguaçu: relatório de projetos**. Nova Iguaçu: SEBRAE, 2000. 19p.
- PMNI, Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu. **Povoamento: a história do Brasil passa por aqui**. Disponível em: <[http://www.novaiguacu.rj.gov.br/pdf/historico\\_nova\\_iguacu.pdf](http://www.novaiguacu.rj.gov.br/pdf/historico_nova_iguacu.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2007.
- PMNI, Prefeitura Municipal de Nova Iguaçu. **Dados principais: conheça Nova Iguaçu em números**. Disponível em: <[http://www.novaiguacu.rj.gov.br/dados\\_principais.php](http://www.novaiguacu.rj.gov.br/dados_principais.php)>. Acesso em: 19 jun. 2007.
- PREVEDELLO, C.L. O solo como um sistema multicomponente e suas relações massa-área-volume. In: **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: C. L., 1996. p. 8 – 50.

RIBASKI, J.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, V.R.; DRUMOND, M.A. **Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) árvore de múltiplo uso no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4p. (Comunicado técnico, n.104).

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

REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 91 - 110.

REIS-DUARTE, R.M.; GALVÃO-BUENO, M.S. Interação solo x planta x animal: uma contribuição para recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 534 – 536.

RESENDE, A.S.; MACEDO, M.O.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. In: GARAY, I.; BECKER, B.K. **Dimensões humanas da biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI**. Petrópolis: Vozes, 2006. p. 315 – 340.

RESENDE, M.; LANI, J.L.; REZENDE, S.B. Pedossistema da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p. 261 – 269, 2002.

RIXEN, C.; MULDER, P.H. Improved water retention links high species richness with increased productivity in arctic tundra moss communities. **Oecologia**, v.146, p. 287 – 299, 2005.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3ed. São Carlos: EDUSP/FAPESP, 2004. p. 235 – 247.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração da diversidade vegetal em propriedades agrícolas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 553 – 557.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C.M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesq. Flor. bras.**, n.55, p. 7 – 21, 2007.

ROSA, S.F.; LONGHI, S.J.; LUDWIG, M.P. Aspectos florísticos e fitossociológicos da Reserva Capão de Tupaciretã, Tupaciretã, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 15 – 25, 2008.

SAMPAIO, F.A.R.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.; JUCKSCH, I. Balanço de nutrientes e da fitomassa em um Argissolo Amarelo sob Floresta Tropical Amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 1161 – 1170, 2003.

SANTOS, N.R.Z.; TEIXEIRA, I.F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Santa Cruz do Sul: Souza Cruz, 2001. 135p.

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: SBCS, 2005. 92p.

SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior de talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9 – 20, 1993.

SEMUAM, Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente da Cidade de Nova Iguaçu, RJ. **Parque Municipal de Nova Iguaçu: plano de manejo**. Nova Iguaçu: PCNI, FEMA, IEF, 2001. 102p.

SER, Society for Ecological Restauration International. **The SER Internatinal primer on ecological restoration**. 2004. 14p. Disponível em: [http://www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp). Acesso em: 11 out. 2008.

SILVA, L.C. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**. In: Rio de Janeiro. Brasília: CPRM, 2001. 85p.

SILVA, M.B.R. **Fitossociologia da vegetação Lenhosa da restinga em Maricá, Rio de Janeiro**. 1991. 147f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio e Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, M.B.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; NASCIMENTO, R.A.M. Estudo de toposeqüência da baixada litorânea Fluminense: efeitos do material de origem e posição topográfica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 965 – 976, 2001.

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. **Revista Árvore**, v.24, n.4, p. 397 – 406, 2000.

SNUC, SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Lei Federal n. 9.985/2000**. 13p.

SOARES, M.R.; CASAGRANDE, J.C. Fitorremediação como estratégia de recuperação de solos degradados em áreas mineradas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 529 – 533.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington: USDASCS, U.S. Gov, Print. Office, 1993. 437p. (Handbook, 18).

SORIA, L.G.T.; COELHO, R.D.; HERLING, V.R.; PINHEIRO, V. Resposta do capim Tanzânia a aplicação do nitrogênio e de lâminas de irrigação. I: produção de forragem. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 430 - 436, 2003.

SOS, MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. Disponível em: [www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata](http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php?section=info&action=mata). Acesso em: 10 out. 2008.

SOUCHIE, E.L.; CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, E.M.R.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J. Arborização de pastagem na região da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.12, n.2, p. 22 – 27, 2006.

SOUZA, J.S.; ESPIRÍTO-SANTO, F.D.B.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 185 – 206, 2003.

SPOLIDORO, M.L.C.V. **Fatores ambientais que afetam a distribuição e frequência de capinzais na Serra do Madureira – Mendanha, Rio de Janeiro**. 1998. 75f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. **Recomendação para uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar – Stolf**. 2007. 11 p.

- SUGANUMA, M.S.; TOREZAN, J.M.D.; CAVALHEIRO, A.L.; VANZELA, A.L.L.; BENATO, T. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. **Revista Árvore**, v.32, n.2, 2008.
- SWIFT, M.J.; ANDERSON, J.M. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. In: SCHULZE, E.D.; MOONEY, H.A. (EDS.) **Biodiversity and ecosystem function**. Berlim, 1993. p. 15 – 41.
- TCE-RJ, TRIBUNAL DE CONTAS REGIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estudo socioeconômico, Nova Iguaçu**. Secretaria Geral de Planejamento, 2007. 153p.
- TIBIRIÇÁ, Y.J.A.; COELHO, L.F.M.; MOURA, L.C. Florística de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, Parque Estadual de Vassunga, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.2, p. 339 – 346, 2006.
- TONINI, H., ARCO-VERDE, M.F., SCHWENGBER, D., JÚNIOR, M.M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.
- TRINDADE, R.S.; VIANA, A.A.; POVILL, F.M.; SATAFANATO, J.B.; PIMENTA, L.M.M.; BRASIL, F.C.; ARAUJO, A.P.; ROSSIELO, R.O.P. Influência do número de repetições e de classe de diâmetro na determinação da massa radicular de pastagem de *Brachiaria humidicola*. In: CONGRESSO DE PESQUISA CIENTÍFICA da UFRRJ, 1., 2003, Seropédica /RJ. **Anais... XIII Jornada de Iniciação Científica e I Congresso de Iniciação Científica da UFRuralRJ**. Seropédica/RJ: Editora da Universidade Rural, 2003. v. 1.
- VACCARO, S.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; LONGHI, S.J. Incremento em área basal de árvores de uma Floresta Estacional Decidual, em três fases sucessionais, no município de Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, v.13, n.2, p. 131 – 142, 2003.
- VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três *subseres* de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza-RS. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p. 1 – 18, 1999.
- VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradada: proposta metodológica. **Floresta**, v. 27, n. 1/2, p. 68 - 80, 1997.
- VALCARCEL, R.; VALENTE, F.D.W.; MOROKAWA, M.J.; CUNHA NETO, F.V.; PEREIRA, C.R. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. **Revista Árvore**, v.31, n.5, p. 923 – 930, 2007.
- VALENTE, S.C.; MELLO, E.D.; PALERMO, N. **Geologia de um porção do complexo vulcânico de Nova Iguaçu limítrofe á área de lavra da Pedreira Vigné, Nova Iguaçu, RJ**. TAC (Termo de Compromisso de Ajuste de Conduta), 2005. 72p. (Relatório final).
- VAZ, C.M.P.; PRIMAVESI, O.; PATRIZZI, V.C.; LOSSI, M.F. **Influencia da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto**. São Carlos: Embrapa, 2002. 5p. (Comunicado Técnico n.51).
- VUONO, Y.S. Inventário fitossociológico. In: SYLVESTRE, L.S; ROSA, M. M.T. (Org.). **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: EDUR, 2002. p. 51 – 65.
- WEAVER, J.E.; CLEMENTS, F.E. **Plant Ecology**. 2 ed. New Delhi: TMH Publishing Company Ltd, 1973. 601p.
- WILDE, S. A.; VOIGT, G. K. **MUNSELL color charts for plant tissues**. New York.

WOODWELL, G. M. O ciclo da energia na biosfera. In: **A Biosfera**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. p. 26 – 38.

WRIGHT, S.J. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. **Oecologia**, v.130, p. 1 – 14, 2002.

ZHANG, D.; HUI, D.; LUO, Y.; ZHOU, G. Rates of litter decomposition in terrestrial ecosystems: global patterns and controlling factors. **Journal of Plant Ecology**, v.1, n.2, p. 85 – 93, 2008.

## **ANEXOS**

Anexo I - 1, 2 e 3: Competição de lianas com indivíduos de *Corymbia citriodora*, causando estrangulamento do tronco (A e B) e adição de peso sobre galhos (C).



(A)



(B)



(C)



**Anexo I – 4, 5 e 6:** Indivíduos de *Corymbia citriodora* atacados por gomose. A e B representam indivíduos com Índice de Exudação de Kino (IEK) 2 e C, um indivíduo com IEK 1. Nova Iguaçu – RJ, 2008.



(A)



(B)



(C)

**Anexo I-7:** Regeneração na testemunha T0 (pasto), no período de verão. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-8:** Regeneração no tratamento T1 (predomínio de sabiá), no período de verão. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-9:** Regeneração no tratamento T2 (predomínio de eucalipto), no período de verão. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-10:** Regeneração na testemunha T3 (predomínio de nativas), no período de verão. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-11:** Regeneração na referência T4 (floresta secundária), no período de verão. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-12:** Estado vegetativo de trepadeiras (lianas) na área de referência T4 (floresta secundária), no período de inverno (julho). Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-13:** Distribuição abundante de *Brosimum guianense* na regeneração da área da referência T4 (floresta secundária). Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-14:** Testemunha T0 (pastagem com capim-colônião), dois meses após a passagem do fogo, evidenciando a “tendência inercial de degradação” no ecossistema através do espaçamento entre touceiras do capim. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-15:** Referência T4 (floresta secundária), evidenciando a “tendência inercial de restauração” no ecossistema através da vegetação diversificada e estratificada. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-16:** Pedras dispostas em leiras na área da referência T4 (floresta secundária) indicam grande probabilidade de esta área ter sido um cemitério quilombola no passado. Nova Iguaçu-RJ, 2005.



**Anexo I-17:** Pedras que se reestruturaram na área da referência T4 (floresta secundária), aumentando a resiliência no ecossistema por reter umidade e solo. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo I-18 e 19:** Reposição de folhas novas em espécies decíduas, da referência T4 (floresta secundária), no início do período chuvoso. Nova Iguaçu-RJ, 2008.





**Anexo II-1:** Forma de distribuição dos coletores de serapilheira dentro da área dos tratamentos, testemunha e referência. Nova Iguaçu-RJ, 2008.





**Anexo II-2:** Coleta de serapilheira acumulada sobre o solo com gabarito metálico. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo II-3:** Litter-bags utilizado para avaliação da decomposição da serapilheira. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo II-4:** Anel cilíndrico utilizado na extração de amostras de raízes finas do solo. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo II-5:** Separação das raízes e solo sob um tanque de flutuação. LMBH/UFRRJ, 2008.



**Anexo II-6:** Penetrômetro de impacto utilizado na avaliação de resistência a penetração do solo. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo II-7:** Coleta de amostras de musgos sob pedra após delimitação da área com circunferência. Nova Iguaçu-RJ, 2008.



**Anexo II-8:** Avaliação em laboratório, do período de dessecação dos musgos. LMBH/UFRRJ, 2008.



**Anexo II-9 e 10:** Colonização de raízes finas dentro das amostras de litter-bags, aos 240 dias. LMBH/UFRRJ, 2008.



## **Anexo II-11:** Perfil do solo na referência T4 (floresta secundária).

### **Perfil 1**

#### **Descrição Geral**

Data: 14/05/2008

Classificação: Cambissolo Háptico, A moderado.

Localização: Dentro da floresta situada à direita da última bancada abandonada da Pedreira Vigné, Nova Iguaçu-RJ.

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o perfil: Descrito e coletado em mini-trincheira, no topo de encosta com 18 % de declive, com floresta secundária.

Altitude: 330 m.

Litologia: Gnaisses, sienitos, traquitos, brechas, lapilitos, aglomerados, intrusões tabulares variadas (lamprófiros, álcali-basaltos, fonolitos e traquitos).

Formação Geológica: Maciço Marapicu-Gericinó-Medanha.

Cronologia: Cretácea Superior.

Pedregosidade: Extremamente pedregosa.

Rochosidade: Rochosa.

Relevo local: Forte ondulado.

Relevo regional: Forte ondulado e montanhoso.

Erosão: Não aparente.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Tropical Subcaducifolia.

Uso atual: Floresta secundária.

Clima: Cwa, da classificação de Köppen.

Descrito e coletado por: Cristiane Roppa

#### **Descrição Morfológica**

A 0 – 7 cm, bruno oliváceo (10 YR 4/3, úmida) e bruno-oliváceo-claro (10 YR 5/6, seca); argila cascalhenta; moderada pequena e média granular; friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

BA 7 – 20 cm, bruno oliváceo (10 YR 4/6); argila cascalhenta; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

Bi 20 – 53 cm +, bruno-oliváceo-claro (10 YR 5/6); argila com cascalho; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: Muitas finas e poucas médias no horizonte A; comuns finas e médias no BA; poucas médias e raras grossas no Bi.

**Anexo II-11A:** Vista perfil 1.



**Anexo II-12:** Perfil do solo na testemunha T0 (pastagem).

**Perfil 2**

**Descrição Geral**

Data: 15/05/2008

Classificação: Cambissolo Háplico, A moderado.

Localização: Centro da encosta com pastagem, à direita dos reflorestamentos da Pedreira Vigné, Nova Iguaçu-RJ.

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o perfil: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada abandonada, em terço médio de encosta com 20 % de declive, sob pastagem.

Altitude: 85 m.

Litologia: Gnaisses, sienitos, traquitos, brechas, lapilitos, aglomerados, intrusões tabulares variadas (lamprófiros, álcali-basaltos, fonolitos e traquitos).

Formação Geológica: Maciço Marapicu-Gericinó-Medanha.

Cronologia: Cretácea Superior.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochosa.

Relevo local: Forte ondulado.

Relevo regional: Forte ondulado e ondulado.

Erosão: Laminar ligeira e em sulcos superficiais ocasionais.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Campo tropical.

Uso atual: Pastagem com capim colonião.

Clima: Aw, da classificação de Köppen.  
Descrito e coletado por: Cristiane Roppa

### Descrição Morfológica

- A 0 – 8 cm, bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmida) e bruno-acinzentado-escuro (7,5 YR 4/2, seca); franco-argilosa; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bi 8 – 24 cm, bruno oliváceo (10 YR 4/6); franco-argilosa; moderada pequena e média blocos angulares; muito friável, plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- C 24 – 41 cm, bruno-oliváceo (10 YR 4/6); franco-argilosa; fraca muito pequena e pequena blocos angulares; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.
- R 41- 1,10 cm +, rocha original.

Raízes: Muitas finas no horizonte A; comuns médias no Bi; poucas finas no C.

Observações: Presença de cinzas no horizonte A, devido a passagem do fogo há um ano, influenciou na cor deste horizonte.

**Anexo II-12A:** Vista perfil 2.



**Anexo II-13:** Perfil do solo sob área de influência dos tratamentos T1, T2 e T3 (Reflorestamentos).

### **Perfil 3**

#### **Descrição Geral**

Data: 15/05/2008

Classificação: Cambissolo Háptico, A moderado.

Localização: Estrada que passa pelos reflorestamentos da Pedreira Vigné, Nova Iguaçu-RJ.

Situação, Declive e Cobertura Vegetal sobre o perfil: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço médio de encosta com 25 % de declive, sob reflorestamentos com espécies mistas.

Altitude: 95 m.

Litologia: Gnaisses, sienitos, traquitos, brechas, lapilitos, aglomerados, intrusões tabulares variadas (lamprófiros, álcali-basaltos, fonolitos e traquitos).

Formação Geológica: Maciço Marapicu-Gericinó-Medanha.

Cronologia: Cretácea Superior.

Pedregosidade: Moderadamente pedregosa.

Rochosidade: Ligeiramente rochosa.

Relevo local: Forte ondulado.

Relevo regional: Ondulado a forte ondulado.

Erosão: Não aparente.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Campo tropical.

Uso atual: Reflorestamento com espécies mistas nativas e exóticas.

Clima: Aw, da classificação de Köppen.

Descrito e coletado por: Cristiane Roppa

#### **Descrição Morfológica**

A 0 – 8 cm, bruno oliváceo (10 YR 4/3, úmida) e bruno-oliváceo-claro (10 YR 5/3, seca); franco-argilosa; moderada pequena e média blocos subangulares; firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

Bi 8 – 34 cm, bruno oliváceo (10 YR 4/4) e bruno-oliváceo-claro (10 YR 5/6, seca); franco-argilo-arenosa; fraca à moderada pequena e média blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

C 34 – 73 cm +, coloração variegada; franco-arenosa; estrutura original da rocha, muito firme, não plástica e não pegajosa.

Raízes: Comuns finas no horizonte A; comuns médias no Bi; raras médias no C.



**Anexo II-13A:** Vista perfil 3.

