

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

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

DISSERTAÇÃO

**Comportamento de espécies florestais, em diferentes
ambientes edáficos na recomposição da mata ciliar do
rio Guandu – RJ**

Vanessa Kunz de Azevedo

2011



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

**COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS, EM DIFERENTES
AMBIENTES EDÁFICOS NA RECOMPOSIÇÃO DA MATA CILIAR DO
RIO GUANDU – RJ**

VANESSA KUNZ DE AZEVEDO

*Sob a Orientação do Professor
Márcio Rocha Francelino*

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

Seropédica, RJ
Agosto de 2011

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A994c AZEVEDO, VANESSA KUNZ DE, 1985-
COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS, EM
DIFERENTES AMBIENTES EDÁFICOS NA RECOMPOSIÇÃO DA
MATA CILIAR DO RIO GUANDU - RJ / VANESSA KUNZ DE
AZEVEDO. - RIO DE JANEIRO, 2011.
86 f.: il.

Orientador: MÁRCIO ROCHA FRANCELINO.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS, 2011.

1. MATA CILIAR. 2. RECOMPOSIÇÃO MATA CILIAR. 3.
CLASSES DE SOLOS. I. FRANCELINO, MÁRCIO ROCHA, 1966-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS III. Título.

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

VANESSA KUNZ DE AZEVEDO

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22 / 08 / 2011

Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ

Silvio Nolasco de Oliveira Neto. Prof. Dr. UFV

Dedico

A minha família,
Aos meus alunos e
Em especial ao ex-orientador Carlos Alberto Moraes Passos (Cacá) (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, pela dedicação de toda a vida, pelo afeto e compreensão da minha ausência nestes oito anos de Rural.

À minha irmã, pelo carinho e amizade de toda vida, por sempre dividir comigo meus choros e alegrias.

Aos meus avós, por tudo que sempre fizeram por mim. Em especial à minha Lê, por significar TUDO pra mim. Pela angústia de toda semana de ter que ficar longe.

A pessoinha mais que especial, Felipe Corrêa, que está ao meu lado em vários momentos da minha vida.

Aos antigos e bons amigos do Rio: Flávio, Rodriguinho, Dudu, Bruno, Augusto e Ramine e às minhas primas Amanda e Aline, por terem compreendido minha frequente ausência, por terem me apoiado e jamais esquecido de mim e por todas as nossas risadas e alegrias de LEVE.

À companheira de casa Rafaela Costa “Rafoneti”, por quem eu aprendi a gostar e respeitar com a convivência diária, por ter ouvido muitas lamentações e choros e também muitas aulas. Risos. Por sempre me incentivar, por dividir comigo um pouquinho de sua vida, pelos bafões de segunda à noite e pelas horas das sextas feiras na frente da televisão. Enfim, por me apoiar e me entender nestes anos tão conturbados de mestrado.

Aos amigos Agrônomos, em especial a Fabio Cardoso e Hugo, afinal, o que seria de mim sem estes meninos? O que seria dos meus solos e da disciplina de geoprocessamento sem eles?

Ao amigo Carlos Magno por toda ajuda em campo e no geoprocessamento.

À maravilhosa disciplina de Ecologia de campo na Ilha Grande e seus tutores André Freitas e Alexandra Pires e à amiga que fiz Karine Machado, e ao amigo Anderson. Quem diria que um dia seríamos amigas, né mocréia?

Aos meus queridos e maravilhosos alunos e à orientada Amita Domiciano, que foram peças fundamentais para que eu conseguisse terminar o mestrado. Que inúmeras vezes ouviram: “Desculpa gente, tô enrolada com o mestrado! Semana que vem sem falta!”

Ao meu orientador Marcio Francelino que, quando mais precisei, me estendeu a mão e aceitou ser meu orientador, mesmo já tendo inúmeros orientados.

Ao professor Paulo Leles que me cedeu seus dados para elaboração deste trabalho.

À pesquisadora Janaina e ao professor Lucas, pela enorme ajuda na estatística.

À pesquisadora e amiga Juliana Freire, por muitas horas ter sido minha orientadora e por ouvir minhas angustias.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida, meu muito obrigado! Pois ninguém passa sem deixar nada e sem levar nada consigo.

À UTE Barbosa Lima Sobrinho por permitir a implantação do experimento e coleta dos dados.

Ao Departamento de Silvicultura, por ter disponibilizado suas instalações e infraestrutura para realização deste trabalho.

À CAPES, pelo custeio de minha bolsa de mestrado e, por fim, à UFRuralRJ, por ter me recebido maravilhosamente bem, por me ensinar que quem luta sempre alcança e por permitir que além de aluna eu fosse professora.

A vocês, meu muito obrigada!

BIOGRAFIA

VANESSA KUNZ DE AZEVEDO, filha de Ailton de Azevedo e Maria Lucia Kunz de Azevedo, nascida na cidade do Rio de Janeiro - RJ, em 25 de agosto de 1985.

Cursou do maternal à primeira série primária no colégio Luso Carioca e da segunda série ao terceiro ano do ginásio no Instituto Pio XI, no Rio de Janeiro.

Em 2003, ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no curso de Engenharia Florestal.

Realizou estágios no viveiro florestal da UFRRJ, na rede de Sementes Florestais RIOESBA, participando de vários cursos de capacitação, no Jardim Botânico da UFRRJ e no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Laboratório de Sementes.

Graduou-se em 2008 e no ano seguinte ingressou no mestrado no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da mesma universidade.

Em 2010, foi contratada como professora substituta do Departamento de Silvicultura, Instituto de Florestas, da UFRuralRJ, lecionando as disciplinas de Silvicultura, Silvicultura básica, Sistemas Agroflorestais e Arborização urbana.

RESUMO

AZEVEDO, Vanessa Kunz de. **Comportamento de espécies florestais, em diferentes ambientes edáficos na recomposição da mata ciliar do rio Guandu – RJ**. 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011

O Rio Guandu, juntamente com o rio Paraíba do Sul, são os mais importantes rios do Estado do Rio de Janeiro, já que são responsáveis pelo sistema de abastecimento d'água de mais de 12 milhões de pessoas. Apesar da sua evidente importância hidrológica e ambiental, o Rio Guandu vem sendo submetido a um forte processo de degradação de suas matas o qual compromete seus serviços ambientais, tornando-se necessário estabelecer estratégias de recomposição destas matas ciliares. Nesse sentido, desenvolver trabalhos que venham contribuir nos projetos de recomposição da vegetação natural são de grande valia para a preservação destes ambientes. Dentro desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento silvicultural de espécies arbóreas nativas, em três áreas de reflorestamento, com diferentes tipos de solo/níveis de hidromorfia, visando a determinação de seus potenciais para futuros plantios mistos ocorridos as margens de rios. Inicialmente, foi realizada a descrição morfológica dos perfis de solos, coleta de amostras para análises físicas e químicas, classificação dos solos e nível de hidromorfia dos mesmos. Foi constatada, a existência de três classes de solos: na área 1, Cambisso Háptico Tb Distrófico; na área 2, Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvíssólico e na área 3, Cambisso Háptico Ta Eutrófico. Quanto ao grau de hidromorfismo essas áreas foram classificadas em não-hidromórficas (áreas 1 e 3) e hidromórfica (área 2). Durante quatro anos após o plantio, foi realizada medição de sobrevivência, altura, diâmetro ao nível do solo e área de cobertura de copa. Ainda para a última variável (cobertura de copa) além da comparação entre área também houve a comparação entre dois diferentes métodos de análise. Para as espécies que aos 4 anos após o plantio apresentaram sobrevivência maior que 50% em todas as classes de solo (embaúba, guapuruvu, ingá e sangra d'água), os dados de altura e DAP aos 4 anos e de área de copa aos 3 anos, foram avaliados com a aplicação do teste t para amostras independentes, ao nível de 5% de significância, visando verificar diferenças significativas entre o efeito das diferentes classes de solo no crescimento dessas variáveis. Para as demais espécies, analisou-se apenas a sobrevivência. Constatou-se que as espécies se comportaram de maneira diferenciada nas três diferentes classes de solos. No Gleissolo as plantas obtiveram a menor taxa de sobrevivência (50 %), chegando a 16,6% de sobrevivência para *Genipa americana* (Jenipapo). Essa área também foi a que apresentou menor cobertura de copa. Entre as espécies estudadas, Embaúba, Guapuruvu, Sangra d'água e Ingá podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas de mata ciliar com as características iguais ao Cambisso Háptico Tb Distrófico (área 1). Para os Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvíssólico (área 2) com características físicas e químicas iguais, as melhores espécies são Guapuruvu e Sangra d'água e para os Cambisso Háptico Ta Eutrófico (área 3) com características físicas e químicas iguais as deste solo são Embaúba, Guapuruvu e Sangra d'água. O método de fotografia hemisférica foi o que melhor expressou as características observadas em campo, sendo assim, indicado como um método adequado para estudo de área de copa em reflorestamentos mistos.

Palavras-chave: Mata ciliar, Recomposição mata ciliar, Classes de solos.

ABSTRACT

AZEVEDO, Vanessa kunz. Behavior of forest species in different edaphic environments in the restoration of riparian forest on the Guandu River - RJ. 2011. 86p. Dissertation (Master Science in Environmental Science and Forestry). Forest Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The Guandu River, together with the Paraíba do Sul River, are the most important rivers in the State of Rio de Janeiro, as they are responsible for the water supply system for more than 12 million people. Despite its evident hydrological and environmental importance, the Guandu River has been subjected to a strong process of degradation of its forests, which compromises its environmental services, therefore it is necessary to establish strategies for the restoration of these riparian forests. In this sense, developing works that will contribute to the projects of the restoration of natural vegetation are of great value for the preservation of these environments. Within this context, the present study aimed to evaluate the silvicultural behavior of native tree species in three reforestation areas, with different types of soil/hydromorphy levels, in order to determine their potential for future mixed plantations on the banks of rivers. Initially, the morphological description of the soil profiles was carried out, samples were collected for physical and chemical analyses, soil classification and their hydromorphy level. The existence of three soil classes was found: in area 1, Cambisso Haplico Tb Dystrophic; in area 2, Gleissolo Haplico Tb Neofluvisolico Dystrophic and in area 3, Cambisso Haplico Ta Eutrophic. Regarding the degree of hydromorphism, these areas were classified as non-hydromorphic (areas 1 and 3) and hydromorphic (area 2). During four years after planting, measurements of survival, height, diameter at ground level and canopy cover area were performed. Still for the last variable (crop cover), in addition to the comparison between areas, there was also a comparison between two different methods of analysis. For species that at 4 years after planting showed survival greater than 50% in all soil classes (embaúba, guapuruvu, ingá and sangra d'água), the height and DBH data at 4 years and canopy area at 3 years, were evaluated with the application of the t test for independent samples, at a 5% significance level, in order to verify significant differences between the effect of different soil classes on the growth of these variables. For the other species, only survival was analyzed. It was found that the species behaved differently in the three different soil classes. In Gleissolo plants had the lowest survival rate (50%), reaching 16.6% of survival for *Genipa americana* (Jenipapo). This area was also the one with the lowest canopy coverage. Among the species studied, Embaúba, Guapuruvu, Sangra d'água and Ingá can be successfully used in the recovery of riparian forest areas with the same characteristics as Cambisso Háplico Tb Dystrophic (area 1). For the Neofluvisolico Dystrophic Tb Haplic Gleissolo (area 2) with the same physical and chemical characteristics, the best species are Guapuruvu and Sangra d'água and for the Eutrophic Haplic Tb Cambisso (area 3) with the same physical and chemical characteristics as this soil are Embaúba, Guapuruvu and Sangra d'água. The hemispherical photography method was the one that best expressed the characteristics observed in the field, thus being indicated as a suitable method for studying canopy area in mixed reforestation.

Keywords: Riparian forest, Riparian forest restoration, Soil classes.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Balanço Hídrico gerado pela equação proposta por Thornwait-Mather para o município de Seropédica, RJ, no período de 1987 a 2007	17
Tabela 2: Interpretação dos teores de nutrientes do solo de acordo com Almeida <i>et al.</i> (1988) para o estado do Rio de Janeiro	21
Tabela 3: Relação de regimes hídricos e drenagem do solo, altura do lençol freático e grupamentos funcionais de espécies arbóreas.	22
Tabela 4: Espécies arbóreas nativas para a recuperação da mata ciliar do Rio Guandu, RJ. Legenda: P= Pioneira; C = Clímax; U = Tolerante a ambientes úmidos; I = Ambientes intermediários; S = Adaptadas a ambientes secos	24
Tabela 5: Análise física do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, da Área 1, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	28
Tabela 6: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na Área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	28
Tabela 7: Análise física do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico, da Área 2, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	30
Tabela 8: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico, encontrado na Área 2 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	30
Tabela 9: Análise física do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico, da Área 3, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	31
Tabela 10: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, encontrado na área 3 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	32
Tabela 11: Correlação entre a pluviosidade e flutuação do lençol freático nas três áreas estudadas da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	36
Tabela 12: Valores médios de altura (H) e DAP aos quatro anos e área de copa (AC) aos três anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	41
Tabela 13: Correlação de Pearson entre dois métodos de análise de área foliar aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	48
Tabela 14: Porcentagem de Cobertura de copa, aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do Poço de observação.	13
Figura 2: Diagrama esquemático do princípio de aquisição dos dados de GPR (modificado do manual do RAMAC/GPR, 1997)	15
Figura 3: Localização da UTE Barbosa Lima Sobrinho.	16
Figura 4: Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ	18
Figura 5: Seção histórica no período 1987-2007 das temperaturas máximas, mínimas e médias, para a região de Seropédica, RJ.....	18
Figura 6: Disposição dos berços com as espécies na Área 1 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	19
Figura 7: Disposição dos berços com as espécies na Área 2 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	19
Figura 8: Disposição dos berços com as espécies na área 3 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	20
Figura 9: Utilização do GRP para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	23
Figura 10: Instalação do poço de observação para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	23
Figura 11: Medição da circunferência ao nível do solo (CNS) utilizando fita métrica e medição da altura utilizando vara graduada, na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	25
Figura 12: Equipamento para captura das fotografias hemisféricas na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	26
Figura 13: Perfil do Cambissolo Háptico Tb Distrófico, encontrado na Área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	27
Figura 14: Perfil do Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvíssólico, encontrado na Área 2 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	29
Figura 15: Perfil do Cambissolo Háptico Ta Eutrófico, encontrado na Área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	31
Figura 16: Radargrama da Área 1 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	33
Figura 17: Radargrama da Área 2 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	33
Figura 18: Radargrama da Área 3 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	34
Figura 19: Medição do lençol freático, nas três áreas de estudo e valores de precipitação no período de 21 de janeiro a 20 de maio de 2011.	35
Figura 20: Sobrevivência das espécies ao fim do primeiro e quarto ano após o plantio nas três áreas estudadas da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	37
Figura 21: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 1 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.	39
Figura 22: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 2 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.	40
Figura 23: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 3 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.	40

Figura 24: Média de altura dos indivíduos das quatro espécies avaliadas durante quatro anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	42
Figura 25: Média de diâmetro ao nível do solo (DNS) dos indivíduos das quatro espécies avaliadas durante quatro anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	44
Figura 26: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	45
Figura 27: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	46
Figura 28: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1 MATA CILIAR: FUNÇÃO E ASPECTOS LEGAIS	2
3.2 IMPORTÂNCIA DO RIO GUANDU	4
3.3 RECOMPOSIÇÃO DA MATA CILIAR.....	5
3.4.1 Estimativa da Cobertura de copa	10
3.4.2 Nível do lençol freático	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
4.3 LEVANTAMENTO DOS SOLOS	20
4.4 MONITORAMENTO DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO	21
4.5 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES.....	23
4.6 MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES	24
4.7 ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DA COBERTURA DO DOSSEL OBTIDA A PARTIR DA MENSURAÇÃO DA ÁREA DE COPA	25
4.8 ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DA COBERTURA DO DOSSEL OBTIDA A PARTIR DE FOTOS HEMISFÉRICAS	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 ANÁLISE DOS SOLOS	27
5.1.1 Área 1	27
5.1.2 Área 2	29
5.1.3 Área 3	30
5.2 LEITURA DO LENÇOL FREÁTICO.....	32
5.2.1. Varredura com georadar	32
5.2.2 Poços de observação.....	34
5.3 SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES.....	36
5.4 CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES.....	40
5.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE COBERTURA DE COPA	45
6. CONCLUSÃO.....	49
7. RECOMENDAÇÕES.....	50
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
9 ANEXOS	65
Anexo 9.1: Vista geral da área no início do crescimento das mudas no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	65

Anexo 9.2: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	66
Anexo 9.3: Vista geral do plantio aos 5 anos de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	66
Anexo 9.4: Vista geral da área no início do crescimento das mudas no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	67
Anexo 9.5: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	67
Anexo 9.6: Vista geral do plantio aos 4 anos de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	68
Anexo 9.7 Vista geral da área no início do desenvolvimento das mudas no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	68
Anexo 9.8: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	69
Anexo 9.9: Descrição geral e característica morfológica do Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011	69
Anexo 9.10: Descrição geral e característica morfológica do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011	70
Anexo 9.11: Descrição geral e característica morfológica do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011	71

1 INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, particularmente das florestas que cederam lugar às culturas agrícolas, às pastagens e às cidades (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

Tal fato pode ser observado claramente no bioma Mata Atlântica, o qual atualmente é considerado um dos mais importantes do mundo e também um dos mais ameaçados, recebendo o título de *hotspot* para conservação, dado o seu alto grau de endemismo, sua elevada biodiversidade e sua alta taxa de degradação (LEAL e CÂMARA, 2005).

Essa degradação resultou em um conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e da flora, mudanças climáticas, erosão do solo e assoreamento dos cursos d'água, que tem como consequência a escassez de água em determinadas regiões e inundações em outras, como pôde ser visto em janeiro de 2011 no Estado do Rio de Janeiro.

Sendo assim, nem as matas ciliares, que são protegidas por lei e possuem sua importância comprovada para manutenção dos recursos hídricos, conservação da biodiversidade e diversos outros serviços ambientais, escaparam da destruição gerada por processos de urbanização, construção de hidrelétricas, abertura de estradas para a implantação de culturas agrícolas e de pastagens e de corte pelo pecuarista por apresentar obstáculo de acesso do gado ao curso d'água (MARTINS, 2007).

Atualmente, além destes fatores, nestes ambientes ainda ocorre a retirada da vegetação para dar lugar à especulação imobiliária, ou é transformada apenas em áreas degradadas, sem qualquer tipo de atividade produtiva, mesmo quando a água vem sendo considerada um recurso natural em escassez e dos mais importantes para população humana. Já que não está mais facilmente disponível, pois a retirada das matas ciliares, filtro natural destes ambientes, provocou a perda da barreira de proteção, levando à exposição e contaminação do solo, atingindo diretamente pontos de recarga dos lençóis freáticos (MEZTGER, 2009; RODRIGUES *et al.* 2009).

Assim, pode-se afirmar que atualmente é de grande importância o manejo adequado desses ambientes, visando preservá-los e recuperá-los.

Apesar de existirem diversos plantios de recuperação voltados para produção de água, poucos são os trabalhos, técnicos e científicos, desenvolvidos especificamente para sua avaliação e monitoramento, o que permitiria identificar os problemas surgidos e indicar as ações mais adequadas para resolvê-los. Com isso, seria possível aperfeiçoar os modelos e embasar estudos sobre o desenvolvimento das comunidades implantadas e dos processos ecológicos e hidrológicos relacionados (IGNÁCIO *et al.* 2007), além de criar bases de comparação que permitam avaliar iniciativas similares, bem como para facilitar e incentivar a implantação de ações de restauração florestal (REIS, 2006).

Segundo Marconato (2010), a recuperação das matas ciliares é pouco realizada por apresentarem características específicas, como a presença de solos hidromórficos sazonalmente encharcados, exigindo métodos adequados e espécies vegetais adaptadas a este tipo de ambiente. Além disso, os viveiros de mudas de espécies nativas para restauração florestal enfrentam dificuldades na produção de espécies vegetais indicadas para restauração de ambientes úmidos degradados.

Nesse contexto, torna-se necessário desenvolver trabalhos que venham contribuir para diminuir o processo de degradação das matas ciliares, como também auxiliar nos projetos de recomposição da vegetação natural, indicando as espécies mais adequadas para cada área, através do conhecimento de suas características silviculturais e das suas interações com as diferentes condições ecológicas, assim preservando a biodiversidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar o comportamento silvicultural de espécies arbóreas nativas, em três áreas de reflorestamento, com diferentes tipos de solo/níveis de hidromorfia, visando a determinação de seus potenciais para plantios de restauração florestal realizados às margens dos rios.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterização dos tipos de solo/níveis de hidromorfia
- Avaliar a sobrevivência de nove espécies nativas plantadas em áreas ciliares do rio Guandu, Seropédica-RJ;
- Correlacionar o desenvolvimento e sobrevivência das espécies com o nível do lençol freático e classe de solo;
- Comparar dois diferentes métodos de análise de cobertura de copa;
- Indicar as espécies com melhor adaptação para a recuperação de áreas ciliares, em cada um dos três tipos de solos estudados;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mata ciliar: função e aspectos legais

De acordo com Martins (2007), vários termos têm sido adotados para caracterizar a vegetação ciliar, uma vez que estas formações ribeirinhas apresentam grande heterogeneidade fisionômica em função da diversidade do mosaico de condições ecológicas distintas (REZENDE, 1998; RODRIGUES e NAVE, 2000; DURIGAN *et al.*, 2000 e BROWN JR., 2000). Dentre estes termos que estão associados com sua fisionomia e ou sua paisagem regional, destacam-se: mata ciliares, mata de galeria, florestas ripícolas, florestas ribeirinhas e florestas ripárias.

O glossário de ecologia (ACIESP, 1997, *in* Martins, 2007) diferencia mata de galeria de mata ciliar de acordo com a largura da faixa de floresta e a fisionomia da vegetação de entorno. Sendo assim, considera-se mata de galeria a vegetação que corresponde a formação mesofítica, de qualquer grau de caducidade, podendo estar presente em um ou nos dois lados do curso d'água e a vegetação original de interflúvio não necessariamente tem que ser floresta podendo ser encontrada em biomas como cerrado e caatinga. A mata ciliar é caracterizada como sendo uma faixa mais estreita de vegetação que ocorre nas margens do rio onde a vegetação original de interflúvio é florestal. Porém, autores como Felfili *et al.* (2000) citam que na mata ciliar as copas das árvores de uma margem não tocam as da outra margem, permitindo uma maior influência da luz sobre a água, o que não ocorre nas matas de galeria. Além disso, a ocorrência das matas de galeria está associada às formações mais abertas do tipo dos cerrados e campos brasileiros (AB'SABER, 2009).

Ab'Saber (2004), descreve mata ciliar como sendo uma expressão que envolve todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios. É um conceito que se confunde com o amplo sentido de matas beiradeiras ou matas de beira-rio. Fitoecologicamente, trata-se da

vegetação florestal às margens de cursos d'água, independente de sua área ou região de ocorrência e de sua composição florística. Nesse sentido, o leque de abrangência do conceito de florestas ou matas ciliares é quase total para o território brasileiro; já que elas ocorrem, de uma forma ou outra, em todos os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do país.

Para Oliveira-Filho (1994), matas ciliares são florestas que margeiam os cursos d'água, podendo estar presentes por longos metros ao longo das margens, apresentarem variações florísticas e estruturais dependendo das interações desta com o ambiente aquático e terrestre. Ou ainda de maneira bem genérica, podem ser entendidas como as formações florestais que acompanham os veios ou cursos d'água (CRESTANA *et al.*, 1993 e MELO, 2004).

Martins (2007) conclui que para efeitos práticos em termos de recuperação e de legislação, mata ciliar compreende todos os tipos de formações florestais que ocorrem as margens dos cursos d'água sem se importar com o regime de elevação do rio ou do lençol freático e do tipo de vegetação de interflúvio.

Segundo Oliveira-Filho *et al.* (1995), as matas ciliares são consideradas sistemas frágeis, pois convivem com a frequente erosão e sedimentação dos cursos d'água e situam-se no fundo dos vales recebendo todo o impacto transcorrido pela interferência humana sobre a bacia hidrográfica, acrescentando ainda o fato destas áreas serem geralmente de solos férteis o que propicia a retirada da vegetação em prol dos cultivos agrícolas. Tornando assim a cobertura do solo ainda existente, de grande importância para o controle e a prevenção do processo erosivo (SILVA *et al.*, 2003).

De acordo com Lima (1996), sob condições naturais, as copas das árvores, a vegetação de sub-bosque e, principalmente, a serapilheira de uma floresta fazem o papel de “amortecedores” da energia cinética contida na gota d'água da chuva, impedindo o impacto direto entre a gota d'água e as partículas do solo evitando o primeiro processo erosivo por salpicamento.

Pinto (2003) cita que além destas funções, as matas ciliares promovem a estabilização de ribanceiras em cursos d'água devido ao desenvolvimento do emaranhado sistema radicular nas margens, reduzindo perdas de solo e assoreamento dos mananciais; abastecem o rio continuamente com material orgânico, criando micro habitats favoráveis para refúgios de peixes e invertebrados. Regula a vazão das nascentes, favorece o processo de infiltração no solo. Além de funcionar como tampão e filtro na proteção dos impactos ambientais ocasionados pelo transporte de defensivos, corretivos e fertilizantes que são conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno e, conseqüentemente, mantêm ou até melhora a qualidade e quantidade de água nas nascentes, rios, lagos e reservatórios uma vez que elas atuam absorvendo, retardando ou purificando o escoamento antes que ele atinja os rios.

Outro fato importante é que na maioria das vezes as matas ciliares são os únicos remanescentes florestais que existem na propriedade sendo, portanto, essencial para a conservação da fauna (MARTINS, 2007) uma vez que sofrem menos a influência de estações secas e isto garante, mesmo em regiões onde a matriz é florestal, a disponibilidade de recursos para estes animais. Além de possibilitar a conexão com fragmentos maiores, diminuindo os efeitos negativos da fragmentação como, por exemplo, a redução de pragas e doenças nas áreas agrícolas circunvizinhas, pois abrigam espécies que predam insetos, controlando assim, a populações destes animais (CRESTANA *et al.*, 1993 e MARINHO FILHO GASTAL, 2000).

Devido a todos estes serviços ambientais das matas ciliares, é que existe uma grande quantidade de leis, decretos e resoluções visando a sua preservação, como cita Martins (2007). Leis como, o código florestal, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que inclui as matas ciliares na categoria de áreas de preservação permanente (APP), relacionando a largura da faixa de mata ciliar com a largura do curso d'água; a resolução do

Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA) nº 303 de 20 de março de 2002 (CONAMA, 2002), que define os limites de APPs no entorno de reservatórios artificiais; e a Resolução CONAMA nº 369 de março de 2006 (CONAMA, 2006), artigo 2 que especifica que o órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção na vegetação em APP nos casos em que for caracterizado de utilidade pública e, ou de interesse social.

Além das bases legais estaduais, como o Decreto nº 9.760 de 11 de março de 1987 (RIO DE JANEIRO, 1987b), que regulamenta a Lei Estadual nº 1.130 de 12 de fevereiro de 1987 (RIO DE JANEIRO, 1987a), que trata sobre as áreas de interesse especial do Estado do Rio de Janeiro, descreve as Faixas Marginais de Proteção (FMP) de rios, lagos, lagoas e reservatórios d'água, as definindo como faixas de terra necessárias à proteção, a defesa, a conservação e operação de sistemas fluviais e lacustres, determinantes em projeção horizontal e considerados os níveis máximos de água (NMA), de acordo com as determinações dos órgãos Federais e Estaduais competentes.

Sendo assim verifica-se grande avanço na adequação da legislação sobre áreas de preservação permanente, o que em conjunto com o aumento da conscientização da sociedade sobre a importância da função das matas ciliares, fizeram com que crescesse o esforço para a restauração das mesmas (KAGEYAMA & GANDARA, 2000). Entretanto, Melo (2004) cita que as demandas para restauração não se apresentam somente através da legislação mais restritiva e das proposições dos ambientalistas, mas também em função de algumas iniciativas, como as financiadas pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos, que desde 1997, através dos Comitês de bacias Hidrográficas, vem apoiando projetos voltados à recuperação de matas ciliares no Estado de São Paulo (BASSOI, 2002 *in* MELO, 2004) e o Programa Produtor de Água, desenvolvido pela agência nacional de água (ANA), que tem como foco estimular a política de pagamento por serviços ambientais, a produtores rurais, que estão envolvidos com a produção hídrica no Brasil. Para tanto, o programa apoia, orienta e certifica projetos, no caso do Rio de Janeiro o Projeto Guandu, que visem à redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas de importância para o País (ANA, 2011).

3.2 Importância do Rio Guandu

A bacia hidrográfica do rio Guandu é a de maior destaque das Macrorregiões Ambientais (MRA) do estado do Rio de Janeiro, oficializadas pelo Decreto Estadual nº 26.058, de 14 de março de 2000 (RIO DE JANEIRO, 2000), localizando-se ao centro da mesma e ocupando 1.395 km², cerca de 50% da sua área de abrangência. Só o rio Guandu possui 48 km de extensão sendo formado pelo encontro dos rios Santana e Ribeirão das Lages, e desaguando na Baía de Sepetiba. Grande parte de sua água é oriunda do rio Paraíba do Sul, através de uma transposição que ocorre no reservatório de Santa Cecília, estação da LIGHT (empresa fornecedora de energia elétrica do Estado do Rio de Janeiro) no Município de Barra do Piraí (CAMPOS e AZEVEDO, 2002).

Até a década de 50 do século passado, o rio Guandu apresentava um leito estreito e de baixo volume, porém após uma obra realizada para aumentar o volume de seu canal, tornou-se um rio importante (OTTONI e OTTONI-NETTO, 2002). De acordo com INEA, 2011 este rio juntamente com o rio Paraíba do Sul são os mais importantes do estado do Rio de Janeiro, já que são responsáveis pelo sistema de abastecimento de água de mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 85% dos habitantes da Região Metropolitana.

A Bacia Hidrográfica do rio Guandu, situada no domínio da Mata Atlântica, era coberta, principalmente, por Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual

(VELOSO & GÓES-FILHO, 1982). Devido ao desmatamento intenso na região para a expansão agropecuária e urbana, quase nada restou dessas formações. Os poucos remanescentes florestais encontrados estão localizados em Unidades de Conservação, como o Parque Nacional Serra da Bocaina e a Reserva Biológica do Tinguá. Além dessas formações, ocorrem na região restingas e mangues, que se encontram muito degradados por ações antrópicas.

Outras agressões ambientais que também ocorrem no rio Guandu estão diretamente ligadas à crescente poluição do rio Paraíba do Sul e à expansão industrial e populacional desordenada nos municípios pertencentes a sua bacia hidrográfica, resultando no comprometimento da qualidade da água a ser tratada na Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA-Guandu), o que afeta diretamente a qualidade de vida da população (ALVES, 2002).

Serber (2005) destaca ainda os lançamentos de efluentes sanitários e industriais, depósitos clandestinos de resíduos sólidos e extração ilegal de areia, que comprometem a qualidade desta água.

Esta redução da qualidade da água do rio Guandu é uma preocupação real da companhia responsável pelo abastecimento de água no Rio de Janeiro, a Nova CEDAE, visto que os custos para tratamento de água muito poluída são altíssimos. Logo, medidas para combater a causa da poluição tem reflexo econômico para ETA Guandu, além de gerar benefícios em longo prazo e prevenir a intratabilidade da água, já ocorrida em outros locais como na ETA Caxias (ALVES, 2002).

Segundo Salvador (1986) nos reservatórios destinados à geração de energia elétrica, o assoreamento provocado pela retirada da vegetação ciliar diminui a energia potencial, e as partículas sólidas em suspensão aumentam o efeito abrasivo, causando um desgaste prematuro das turbinas. Por esses motivos, a empresa LIGHT Serviços de Eletricidade S.A., por possuir reservatório na Bacia Hidrográfica do rio Guandu, também tem particular interesse na conservação e recuperação das matas ciliares na bacia.

3.3 Recomposição da Mata Ciliar

A restauração de ecossistemas degradados é uma prática muito antiga, podendo-se encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000), porém recentemente o estudo e a restauração de áreas florestais perturbadas nos trópicos, vêm tomando cada vez mais espaço no cenário científico, movidos pelos problemas causados pelo intenso crescimento populacional (SILVA, 2007), que tem como consequência a destruição das florestas das margens de rios e reservatórios, causando prejuízo quanto às questões ambientais além de colocar em risco o abastecimento de água para consumo humano em muitas cidades.

Dessa forma, pode-se dizer resumidamente, que a restauração de áreas degradadas é uma consequência do uso incorreto da paisagem e dos solos por todo o país, sendo apenas uma tentativa limitada de desencadear alguns processos ecológicos que permitiriam remediar um dano qualquer, que na maioria das vezes poderia ter sido evitado (RODRIGUES & GANDOLFI, 2000).

Segundo a Sociedade Internacional de Restauração Ecológica (SER), restauração é a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (PINTO, 2009).

A restauração florestal no Brasil tem seu primeiro registro histórico datado do Período Imperial, devido a problemas de abastecimento de água na cidade do Rio de Janeiro, então sede da coroa Portuguesa. A recomposição florística dos mananciais, principalmente na Floresta da Tijuca, foi realizada com transplante de pequenas árvores e posteriormente mudas, obtidas em áreas vizinhas e por fim plantio aleatório das mudas que foram produzidas, permitindo assim o sucesso da iniciativa (SIQUEIRA, 2002).

Em seguida, processo semelhante ao da Floresta da Tijuca ocorreu na recomposição de parte da mata do Parque Nacional de Itatiaia, com a plantação, em 1954, de espécies de rápido crescimento e no município de Cosmópolis, SP, às margens do Rio Jaguari, em 1955 à 1960. Onde utilizou-se 71 espécies arbustivo-arbóreas, a maioria nativas, sem espaçamento definido entre as mudas plantadas, cujo objetivo era não constituir grupos homogêneos, para reconstruir a fisionomia da mata original e fornecer alimento à ictiofauna (BELLOTTO, 2009).

Depois da primeira metade do século XX, além do Brasil outros países passaram a utilizar o plantio em monocultura de *Pinus* e *Eucalyptus* como atividade restauradora. Pois, esperava-se que, após alguns anos, em virtude do recrutamento de sementes, estas áreas evoluíssem para uma floresta nativa. Já a escolha por estas espécies se deu em virtude do seu rápido crescimento e conseqüente recobrimento do solo aliado ao rendimento econômico proporcionado pela venda das madeiras. (GANDOLFI & RODRIGUES, 1991). Porém tal atividade não obteve êxito.

Já no final da década de 1970, houve alguns exemplos de iniciativas de plantios realizados pela CESP (Companhia Energética de São Paulo), iniciados nos reservatórios da Usina Hidrelétrica de Paraibuna (Paraibuna, SP) e UHE Mário Lopes Leão (Promissão, SP), partindo dos objetivos de “consolidar as áreas de empréstimo para controle de deslizamentos de solo e de reafeição a paisagem alterada, recuperando os padrões visuais predominantes na região”. Esses reflorestamentos basearam-se no modelo de plantio com distribuição ao acaso das espécies, resultando em florestas mistas, com longo tempo para estabelecimento e fechamento das copas, o que resultou no insucesso de diversas espécies nas condições existentes, determinando a reavaliação da metodologia (KAGEYAMA *et al.*, 1989) e possibilitou a incorporação de novos objetivos.

Foi então, a partir da década de 80, que se observou uma alteração fundamental com relação aos conceitos de restauração, enfatizando o uso de espécies nativas em plantios mistos, bastante divulgados e discutidos no Congresso de Espécies Nativas (1982) e no Simpósio de Matas Ciliares (1989) (KAGEYAMA & GANDARA, 2000). Porém de acordo com Martins *et al.* (2007), estas primeiras experiências ainda se deram de forma mais ou menos empíricas, buscando-se reproduzir ecossistemas maduros de referência, através do plantio de mudas de espécies finais de sucessão e aplicando-se basicamente técnicas agrônomicas e silviculturais, que geralmente resultavam no insucesso dos projetos (MARTINS, 2009).

Nesse contexto, podemos citar Nogueira (1977), onde em seu trabalho sobre reflorestamento heterogêneo com essências arbóreas nativas, adotou um reflorestamento aleatório sem preocupação com as espécies e proporção entre elas. Esses plantios de árvores visando à proteção dos mananciais foram anteriores àquelas pesquisas sobre florestas naturais. Dessa forma nenhum dos empreendimentos seguia modelos específicos que orientassem a escolha e a distribuição de espécies no campo, o que significava mortalidade das mudas e ineficiência para resgatar a integridade dos ecossistemas e garantir sua sustentabilidade ao longo do tempo (MARTINS, 2009).

Com a evolução do conhecimento sobre a estrutura e o funcionamento das matas naturais, verificou-se a importância em se considerar e avaliar os distúrbios na organização e sustentabilidade desses ecossistemas, o que originou em outra mudança de pensamento e os

ecossistemas passaram a ser entendidos como sistemas abertos sujeitos a variados tipos de distúrbios e que a sucessão após tais distúrbios é influenciada por uma série de fatores ambientais, históricos e antrópicos, podendo seguir variados caminhos (MARTINS, 2009).

Com essa mudança de pensamento, os projetos de restauração passaram a ser elaborados de forma mais complexa, adquirindo o caráter de uma área de conhecimento, sendo denominada por alguns autores como Ecologia da Restauração (PALMER *et al.*, 1997).

Passou-se então, a indexar diretrizes para plantios de restauração da mata ciliar (SILVEIRA & DURIGAN, 2004) como a escolha das espécies, o emprego de técnicas adequadas para preparo do solo, calagem, adubação e plantio, que são geralmente definidas em função de avaliações detalhadas das condições locais e da utilização dos conhecimentos científicos existentes. Mas, de forma generalizada, todos passaram a se fundamentar no emprego do método que visa assegurar a harmonia e a dinâmica de sucessão, consequentemente assegurando também a perenização do ecossistema (CESP, 1992).

Entretanto, na definição das espécies a serem plantadas e do esquema de distribuição, algumas questões devem ainda ser consideradas: quantas e quais as espécies devem ser utilizadas, quantos indivíduos de cada espécie devem ser plantados e qual o melhor arranjo para a distribuição das espécies (BOTELHO *et al.*, 1996).

Dentre os critérios de distribuição das espécies propostas para a implantação de povoamento misto, o sistema baseado na sucessão secundária é o que vem obtendo mais êxito, por promover o rápido recobrimento do solo e favorecer a regeneração natural. A presença das espécies pioneiras é essencial para o sucesso do plantio, visto que pelo seu rápido desenvolvimento fornece proteção ao solo e condições microclimáticas necessárias ao estabelecimento das espécies dos estágios sucessionais posteriores (BOTELHO *et al.*, 1996).

A maioria dos trabalhos realizados em florestas ciliares tem demonstrado que o que rege o mosaico vegetacional, tanto na sua dinâmica como ocorrência e distribuição das espécies, são os pulsos de inundação (JACOMINE, 2009; LYTLE & POFF, 2004; BUDKE, 2007), principalmente o grau de influência exercida por eles através da intensidade, frequência e duração com que acontecem (CASANOVA & BROCK, 2000).

De acordo com Curcio (2006), as unidades geomórficas fluviais e sua dinâmica determinam vínculos com o posicionamento dos solos na paisagem, e as variações das formas topográficas implicam em maior ou menor probabilidade de sujeição à ação de enchentes ou à influência do nível do lençol freático, os quais juntamente com as características pedológicas texturais, estruturais e mineralógicas, condicionam o regime hídrico dos solos (saturados, semisaturados e não saturados). Para o autor, a verificação desses regimes é essencial, porque sob as mesmas condições climáticas, o regime hídrico dos solos pode ser a base para determinar a dinâmica de ocupação das diferentes formas de vida vegetacional, sobretudo em ambientes com níveis tróficos (saturação por bases) estáveis.

Dessa forma, na medida em que as áreas situadas ao longo dos rios apresentam forte variação das condições locais de solo, poderia ser esperado que as espécies florestais apresentassem respostas variadas de sobrevivência e crescimento, uma vez que o estabelecimento nestes ambientes se dá em função de adoção de uma série de estratégias, compreendidas através de alterações morfológicas, anatômicas e fisiológicas para vencer as restrições impostas pela saturação hídrica (LOBO e JOLY, 2009; MEDRI *et al.*, 2002).

Sendo assim, Lima & Zakia (2001), citam que para restauração de áreas perturbadas e ou degradadas o ideal seria empregar espécies nativas da área-problema, que apresentem características de resistência às adversidades do meio, devido à elevada frequência de alterações que ocorrem normalmente na zona ripária. Entretanto, havendo falta de informações sobre a estrutura fitossociológica e composição florística da área, não existindo áreas remanescentes e a baixa qualidade das sementes e mudas, fica difícil o emprego dessas espécies (MARTINS, 2009).

Uma saída, então, seria a introdução de espécies com características funcionais conhecidas, uma vez que elas auxiliarão para promover o condicionamento do solo via elevação do teor de matéria orgânica e colonização de microorganismos benéficos (fungos micorrízicos e bactérias noduladoras), influenciarão na luminosidade e temperatura do solo, servirão de abrigo e alimento para a fauna dispersora de propágulo, acelerando o processo de reabilitação do local (SEITZ, 1994).

Desta forma, muitos trabalhos, visando contornar esse tipo de necessidade, procuram separar as espécies de mata ciliares em grupos com características distintas e com funções diferentes. Assim, a partir dessas informações, são estabelecidos os modelos para a reconstituição da área em locais críticos, formados por mais de duas diferentes espécies (REZENDE, 1998).

Em casos onde a área foi completamente degradada, sem qualquer possibilidade de regeneração, a menos que ocorra a intervenção humana, é comum a utilização do modelo de consórcio de diferentes espécies arbóreas. Segundo Rodrigues & Gandolfi (2000) estes modelos podem ser implementados no campo através de módulos de combinações de espécies ou linhas alternadas de plantio. Assim, pode-se combinar espécies, considerando os aspectos adaptativos, agrupando-as de acordo com as exigências ambientais. Ou ainda, a combinação de espécies, pode ser de acordo com os aspectos de diversidade, incluindo espécies de um único grupo ecológico formando ilhas de diversidade, ou em casos onde capoeiras são enriquecidas com espécies afins.

O plantio em módulos tem o objetivo de criar uma unidade independente de sucessão possibilita que os parâmetros populacionais sejam reproduzidos, incluindo padrões de densidade, diversidade, distribuição espacial e adaptabilidade (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996). Tendo em vista esta preocupação, Durigan & Nogueira (1990), sugerem que os plantios sejam heterogêneos, combinando espécies dos diferentes estádios de sucessão (pioneiras, secundárias e clímax), adaptadas às condições locais, onde a distribuição das mudas deve ser tal que as espécies pioneiras e secundárias iniciais, de rápido crescimento, venham a sombrear as mudas das espécies que se desenvolvem melhor à sombra.

O mesmo sugerem Bonnet *et al.* (2009) onde no seu trabalho sobre sistemas de plantio e restauração ambiental empregadas no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) citam que os delineamentos de plantios, as técnicas e a escolha das espécies dependerão, essencialmente, das condições do relevo, do regime hídrico dos solos e das características das espécies, que quanto ao estágio sucessional são divididas em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax e quanto ao regime hídrico do solo, em mesófilas (solos secos), higrófilas (solos intermediários) e hidrófilas (solos saturados de água). Ressaltando que cerca de 80% das espécies serão pioneiras.

Sendo assim, Botelho *et al.* (2007), descreve que o sucesso dos projetos de restauração de áreas degradadas depende, entre outros fatores, da escolha correta das espécies vegetais. Decorrente do grande número de espécies e de suas complexas inter-relações e interações com o ambiente, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento pertinente a elas.

O que é confirmado por Curcio *et al.* (2007), que conclui seu trabalho afirmando que o direcionamento de plantio de espécies arbóreas nativas conforme o seu grau de adaptabilidade aos diferentes regimes hídricos dos solos possibilita uma sensível redução de custos, principalmente nas operações de replantio e de manutenção das mudas.

3.4 Monitoramento da restauração florestal

Monitoramento é definido como o conjunto de ações ou procedimentos destinados a avaliar o sucesso ou avanço da restauração de uma área degradada. Este pode ser efetuado com a utilização de indicadores ambientais, principalmente aqueles denominados como de desempenho ambiental, uma vez que informa sobre os resultados das ações de restauração das áreas degradadas. O objetivo é verificar se as metas delineadas estão sendo atingidas, e se existem aspectos que devam ser reavaliados ou ajustados e, desta maneira, obter indicação sobre o sucesso da restauração (ALMEIDA, 2002).

É importante que as ações de restauração tenham sucesso, pois de outra forma os recursos e esforços que poderiam ser usados para outros fins estariam sendo desperdiçados.

Entretanto, existem muitos projetos para os quais não se tem conhecimento se seus objetivos foram alcançados, visto que não foram avaliados. Com isso se perde a oportunidade de se determinar os métodos mais apropriados para a restauração com relação a suas metas específicas (SIQUEIRA, 2002).

Uma das maiores questões levantadas em um projeto de restauração é a determinação de critérios que possam ser empregados na avaliação de seu sucesso (SIQUEIRA, 2002). Critérios estes, entendidos como indicadores ambientais que pode ser um parâmetro ou conjunto de parâmetros que fornecem uma informação agregada e sintética sobre um fenômeno em estudo. Assim, indicadores ecológicos são descritores eficientes, usados para avaliar o estado do ambiente e monitorar tendências dessa condição ao longo do tempo. Por definição, devem ser capazes de acusar qualquer sinal de mudança no ambiente e, se possível, serem utilizados para detectar a causa do problema (DALE & BEYELER, 2001). Em adição, indicadores ecológicos eficientes podem ser facilmente interpretados pelos tomadores de decisões em questões ambientais.

Estas informações, no caso de revegetação, estão relacionado à condução ou estado atual da implantação vegetal. Embora exista muitas características desejáveis que um indicador deva possuir, a simplicidade e clareza parecem ser os melhores atributos para selecioná-los assim como o baixo custo de aplicação (ALMEIDA, 2002).

Existem trabalhos que relacionam fotografias aéreas, imagens de satélites, banco de sementes e até incidência de incêndios como indicadores para a avaliação de áreas restauradas (SINRAD, 2000). Entretanto a maioria dos trabalhos limitam as avaliações do sucesso da recuperação a comunidade vegetal (SIQUEIRA, 2002), fato claramente entendido, uma vez que as plantas são à base de todo processo de recuperação (YOUNG, 2000).

A maioria dos trabalhos analisa a recuperação através de parâmetros estruturais da comunidade vegetal como riqueza, altura, diâmetro, densidade, diversidade, frequência e área basal. Mesmo em estudos envolvendo sucessão secundária, as características estruturais são privilegiadas com relação às funcionais (GUARIGUATA & OSTERTAG, 2001). Isto ocorre uma vez que as medidas estruturais são mais facilmente obtidas em comparação a qualquer outro atributo ecológico (SIQUEIRA, 2002), além do fato que a recuperação deve começar pela base estrutural, que neste caso é a vegetação. E esta fase inicial deve sim ser avaliada através de características descritivas da comunidade como desenvolvimento das mudas, a cobertura do solo e regeneração natural. Porém, para avaliar a funcionalidade é necessário que haja decorrido um maior tempo de implantação do projeto (KOLKA, 2000) bem como são necessárias diversas medições de atributos através do tempo, a fim de que seja possível reconhecer os processos posteriormente estabelecidos. Portanto a avaliação dos projetos deve estar de acordo com os objetivos pretendidos e com o estágio de seu desenvolvimento (SIQUEIRA, 2002).

3.4.1 Estimativa da Cobertura de copa

A cobertura de copa merece destaque entre os parâmetros estruturais dos reflorestamentos, uma vez que controla a quantidade, qualidade, distribuição temporal e espacial da luz, proporciona diferentes níveis de umidade do ar e do solo e reduz o impacto direto da chuva no solo tendo como consequência, a criação de um micro-habitat interno na floresta, a qual afeta, os processos de oxidação da matéria orgânica, interferem na composição florística e nos processos erosivos desta comunidade (MELO *et al.*, 2007).

Além de tais funções a cobertura de copa influencia diretamente a temperatura e a amplitude térmica do interior de reflorestamentos ou florestas, filtrando a radiação solar até o sub-bosque e controlando as perdas de calor para a atmosfera (SPURR, 1964). O controle da luminosidade incidente no solo é um fator de suma importância na dinâmica da sucessão secundária e na determinação da estrutura vertical da floresta (BUDOWSKI, 1965; BAZZAZ e PICKET, 1980; e DENSLOW, 1980; e MELO, 2004). Estruturas mais complexas comuns em fragmentos florestais, provavelmente possibilitam uma menor variação de temperatura do que em reflorestamentos (THÉBAUD E STRASBERG, 1997; BROOKS e KYLER-SNOWMAN, 2007).

Outro fator importante, é que a cobertura de copa inibe a invasão de gramíneas agressivas, que irão competir com as mudas em projetos de recuperação florestal como citam Guilherme (2000); Melo (2004) e Martins (2007). Uma vez que a luminosidade é um fator determinante nos processos ecológicos e fisiológicos dos vegetais (DENSLOW *et al.*, 1990; TURTON & FREIBURGER, 1997) e pode influenciar, positivamente ou negativamente, o desenvolvimento e estabelecimento das plântulas (ALVARENGA *et al.*, 2003; LIMA JR. *et al.*, 2006).

A abertura no dossel de uma floresta pode ser influenciada por aspectos de sua estrutura, arranjo espacial das plantas, arquitetura das copas e a área foliar (BIANCHINI *et al.*, 2001). Esse arranjo também reflete o resultado complexo e dinâmico das interações fisiológicas e evolutivas entre a vegetação e o ambiente (SCHUMACHER & POGGIANI, 1993).

O sub-bosque de florestas tropicais, em geral, apresenta uma abertura de dossel entre 0,2 a 6,5% (MONTTGOMERY; CHAZDON, 2002), que contrapõe com os reflorestamentos, com as florestas em estádios sucessionais iniciais, e com áreas que sofreram perturbações recentes, que por não existirem três estratos de vegetação bem estabelecidos tendem a apresentar maiores porcentagens de abertura de dossel (TRICHON; WALTER & LAUMONIER, 1998).

Tal afirmação é corroborada por Martins (2007), quando cita que em florestas secundárias jovens, geralmente o dossel é mais aberto, apresentando grandes espaços entre as copas e conseqüentemente uma maior entrada de luz, o que favorece a regeneração de espécies iniciais de sucessão. Em florestas em estágios sucessionais mais avançados, o dossel se encontra mais fechado, permitindo uma menor passagem de luz para o sub-bosque o que favorece a regeneração das espécies tardias, formadoras de banco de plântulas.

Essa variação que ocorrem no dossel pode ser avaliada através do índice de área foliar (IAF), que representa a capacidade que a planta tem para explorar o espaço disponível sendo a razão entre a superfície total das folhas de vegetais em relação à superfície total do terreno (ART, 2001). Esse índice depende da composição de espécies, estágio sazonal da floresta, condições locais, entre outros (SANCHES *et al.*, 2008).

Existem diferentes métodos (diretos e indiretos) para estimar a abertura do dossel (MARTINS, 2007), entretanto nem todos estão adaptados para ecossistemas florestais tropicais (WASSEIGE *et al.*, 2003). Dentre esses existe o método direto destrutivo cujas medidas são obtidas diretamente pela retirada completa das folhas e os métodos indiretos de

projeção das copas, que determina a proporção entre áreas cobertas e abertas, além do método de fotografias hemisféricas.

No método das fotografias hemisféricas ocorre a captura dos padrões de obstrução e penetração da luz no dossel, pela qual a arquitetura da copa e a área de folhagem podem ser quantificadas. Sua capacidade de discriminação espacial, de adquirir a distribuição angular da folhagem e de quantificação de “gap fractions” em diferentes ângulos zenitais e azimutais, são algumas vantagens desta técnica (ZHANG *et al.*, 2005). As fotografias hemisféricas também fornecem um permanente arquivo fotográfico que sempre será uma fonte da posição, do tamanho, da densidade e da distribuição das aberturas no dossel (JONCKHEERE *et al.*, 2004).

Na essência, como as fotografias hemisféricas fornecem um extremo ângulo de visão, geralmente de 180°, o resultado é uma projeção do hemisfério em um plano. A exata natureza da projeção varia de acordo com a lente usada. Em lentes com uma perfeita projeção equiangular (180° de campo de visão), o resultado é uma imagem circular, que mostra uma visão completa do céu em todas as direções, com o zênite no centro da imagem e o horizonte nas bordas (JONCKHEERE *et al.*, 2004).

Desde 1972, vários autores têm analisado as fotografias hemisféricas para obter o IAF. Frequentemente eram utilizados diferentes métodos de escanear as fotografias obtidas em câmeras analógicas disponíveis na época. Mas com o advento da tecnologia digital, as câmeras digitais ofereceram alternativas práticas para suprir as limitações das câmeras analógicas (FRAZER *et al.*, 2001), como por exemplo, a não necessidade de escanear as fotos, o potencial de processamento da foto em tempo real, bem como a não existência do filme, que gerava problemas com seu desenvolvimento, e do custo do filme (JONCKHEERE *et al.*, 2004).

Para a análise das fotografias hemisféricas, uma série de softwares vem sendo desenvolvidos, como por exemplo, o Hemiview (Delta-T Device), SCANOPY (REGENT, RICH *et al.*, 1993), GLA (FOREST RENEWAL BC, FRAZER, 1999), CAN – EYE (WEISS, 2002) e mais recentemente, o HEMISFER 1.41 (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL, SCHLEPPI, 2007).

Segundo Nobis & Hunziker (2005), embora o uso de fotografias hemisféricas tenha diversas vantagens, um dos principais problemas é selecionar um limiar de brilho ótimo da imagem, também conhecido como “*threshold*”, que classifica cada pixel da imagem como pixel branco (céu) ou pixel preto (área de biomassa verde), produzindo uma imagem binária. Entretanto, um correto ajuste do “*threshold*” resultará em uma correta diferenciação entre área de biomassa verde e área de céu. Uma forma de se diminuir o nível crítico deste ajuste do *threshold* é usar câmeras com altas resoluções, pois desta forma a frequência de pixels mixados é reduzido em comparação com a agregação de pixels em câmeras com baixa resolução (JONCKHEERE *et al.*, 2004).

A exposição da foto, segundo Leblanc & Chen (2001), também é uma das maiores causas de erros de mensuração e fornece os maiores impactos na estimativa do IAF, pois ela depende da intensidade de luz do ambiente e do tempo que esta iluminação age nos sensores fotossensíveis. Desta forma, a exposição que uma câmera fotográfica fornecerá a uma imagem, dependerá da velocidade do obturador da máquina e do diâmetro de abertura da lente. Dependendo do ajuste destas variáveis, a máquina poderá produzir uma subexposição ou uma superexposição da imagem. Uma superexposição resulta em uma perda de detalhes em elementos escuros e, da mesma forma, uma subexposição resulta em uma perda em detalhes de elementos claros da imagem. Na prática, uma exposição ótima para fotografias hemisféricas em dosséis florestais seria a que fizesse o céu ficar mais claro quanto possível e o dossel mais escuro quanto possível (ZHANG *et al.*, 2005).

Nestas mensurações não é possível fazer uma diferenciação direta entre elementos verdes (folhas, acículas e brotos) e elementos não verdes (galhos, troncos, flores, frutos e folhas senescentes) (WEISS *et al.*, 2003).

Por isso, os estudos que utilizam o método das fotografias hemisféricas devem levar em conta a necessidade da determinação da exposição ótima para diferentes condições de céu e diferentes densidades de cobertura de copa do povoamento.

Sendo assim, os métodos de estimativa direta apresentam maior precisão, pois estimam a área foliar diretamente da folha, mas são mais laboriosos que os métodos indiretos (XAVIER *et al.*, 2002), por outro lado, os métodos indiretos é a maneira mais rápida de estimativa do IAF (NACKAERTS *et al.*, 2000) mas a acurácia nem sempre é satisfatória. Segundo McWilliam *et al.* (1993), a utilização de fotografias hemisféricas para determinação do índice de área foliar (IAF), tende a não corresponder aos valores reais de IAF, uma vez que não há diferenciação entre folhas e ramos. Steege (1993), aponta que a metodologia utilizando fotografias hemisféricas estima adequadamente até valores de IAF igual a 4, e subestima valores de IAF superior a 5.

Dessa forma, percebe-se que cada método possui suas dificuldades e vantagens e de acordo com Jennings *et al.* (1999), que estudaram diferentes métodos que estima a cobertura de copa, não se pode recomendar o melhor método, uma vez que eles dependem da natureza do estudo, mas afirma que as limitações logísticas e operacionais são fatores importantes para a decisão de qual metodologia aplicar. Já Neto *et al.* (2007), citam que os métodos diretos tem se tornado ferramentas de calibração dos métodos indiretos, que serão utilizados de forma operacional com maior eficiência em grandes povoamentos florestais. Sendo assim, de fundamental importância, estabelecer relações entre IAF estimada por diferentes métodos (SANCHES *et al.*, 2008).

3.4.2 Nível do lençol freático

A água é um fator essencial para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, uma vez que é fundamental em todos os processos fisiológicos e bioquímicos (PEREIRA *et al.*, 2002).

Espécies arbóreas consomem grande volume de água durante o seu ciclo de vida. Sendo a maior parte desse volume perdido pela transpiração. Essa demanda de água necessária ao crescimento e desenvolvimento do vegetal é suprida pela água do solo, à medida que o mesmo necessita (GUTIERREZ, 2002).

No entanto, embora a água seja indispensável, as raízes suportam seu excesso tão mal quanto sua escassez. (PRIMAVESI, 2002). Isso por que, o rebaixamento do lençol freático, além do alcance das raízes das plantas, em decorrência de drenagem e, ou do prolongamento de secas sazonais, estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais distantes e úmidas do perfil do solo, e o volume de solo explorado pela raiz passa a ser tanto maior quanto menor for a umidade do solo, causando uma severa inibição no desenvolvimento da parte aérea da planta, uma vez que, todos os processos vitais da planta são afetados pelo déficit hídrico. Tendo como primeira resposta a diminuição do turgor e, conseqüentemente, redução do crescimento da planta (LARCHER, 2004). Por outro lado, a elevação do lençol freático, pode afetar o crescimento da raiz simplesmente por falta de oxigênio no horizonte encharcado. Pois quando há excesso de água no solo, a taxa de difusão de oxigênio no solo se torna bastante reduzida, podendo ser mais de mil vezes menor do que num solo bem aerado. Essa falta de oxigênio pode limitar severamente a respiração das células das raízes, e, além disso, favorece a formação de ambientes quimicamente redutores, ou seja, ambientes ácidos e inóspitos para o desenvolvimento radicular (GLIESSMAN, 2001).

Para o sistema radicular das gramíneas, por exemplo, que atinge uma profundidade média de 20 cm, a altura do lençol freático deverá ser de no mínimo de 40 cm quando associado com irrigação superficial (por aspersão), para não gerar problemas no seu desenvolvimento (GALAGEDARA *et al.*, 2005).

Além destas condições de umidade do perfil e de aeração, a profundidade do lençol freático pode influenciar as propriedades térmicas do solo, afetando indiretamente o crescimento e o desenvolvimento vegetal (CRUCIANI, 1987), além de selecionar quais espécies irão ocorrer em condições mais úmidas e quais serão encontradas em áreas mais secas (MARTINS, 2007). Desta maneira, o estudo da dinâmica do lençol freático possui grande importância para o entendimento da sobrevivência, desenvolvimento e distribuição espacial dos vegetais.

Existem diversos métodos para estudar a dinâmica do lençol freático, dentre eles, os métodos diretos de investigação (poço de observação) e indiretos (radar de penetração no solo ou Ground Penetration Radar – GPR ou Georadar). Poço de observação são perfurações feitas no solo (ao longo do perfil) de pequeno diâmetro (Figura 1), da ordem de 2 a 4 polegadas, perfurados a mão com um trado especial e se aprofundam um pouco além do nível do lençol freático (da ordem de um metro ou menos), tendo suas paredes em geral não revestidas ou impermeabilizadas.

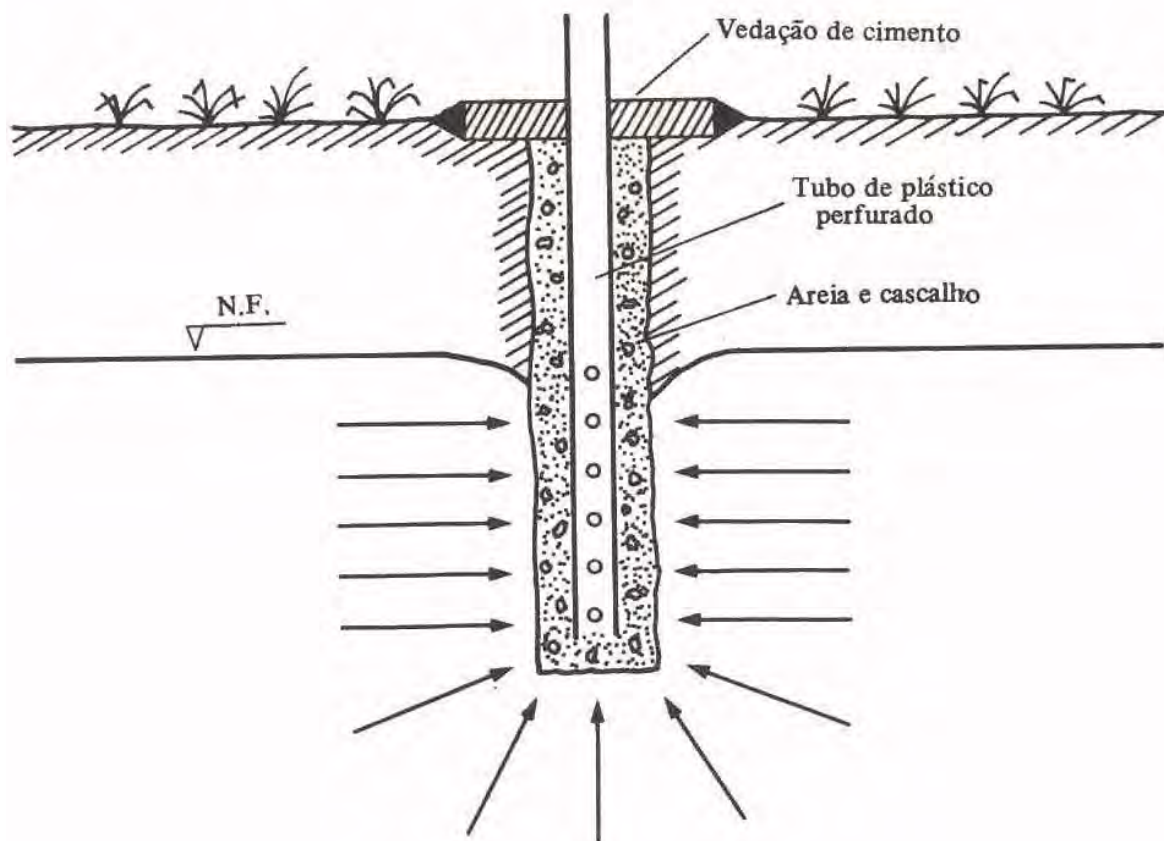


Figura 1: Esquema do Poço de observação.

Fonte: Cruciani, 1987.

Devido à sua simplicidade, os poços de observação podem sofrer obstruções e outros efeitos destrutivos que os inutilizam especialmente se o solo for instável tornando-se

conveniente tomar certos cuidados a fim de preservar a sua funcionalidade por um tempo prolongado (CRUCIANI, 1987).

O mesmo autor, ainda recomenda que os poços de observação sejam instalados em locais de fácil acesso em qualquer tempo e sua posição deve ser imediatamente identificada a fim de não prejudicar a coleta sistemática de dados.

Além de tais implicações acima citados, essa técnica fornece informações pontuais, o que limita a análise em áreas de solo de padrões complexos e contrastantes, relevo acidentado e de material não homogêneo ou anisotrópico, o que acarreta em uma utilização de forma secundária (DOOLITTLEA *et al.*, 2006). Além disso, nessas áreas é necessário um grande número de pontos de observação, o que encarece a investigação, ou são gerados modelos excessivamente simples e susceptíveis a erros (VIOLETTE, 1987).

Entretanto, apesar dos vários pontos negativos, muitos estudos ainda utilizam poços de observações para coletar dados sobre profundidade do lençol freático (RICHARDSON *et al.*, 1992), devido ao seu baixo custo.

O GPR (ou georadar) é um método geofísico que utiliza os fenômenos de transmissão e propagação de ondas eletromagnéticas de altas frequências, tipicamente na faixa de 10 a 2500 MHz, para identificar estruturas rasas em sub-superfície (SANSONOWSKI, 2003).

Segundo Goés (2008) esta técnica é bem consolidada para estudos da geofísica e arqueologia e tem sido mais frequentemente encontrada na literatura para estudos do comportamento do lençol freático.

Uma das principais vantagens deste método, frente a outras formas de investigação rasa, é a enorme versatilidade operacional (equipamento leve e portátil) que permite a aquisição de grande quantidade de dados num curto intervalo de tempo, viabilizando desta forma uma amostragem espacial bastante detalhada (GANDOLFO *et al.*, 2001). O uso do GPR também pode contribuir para a obtenção de informações sobre a profundidade do embasamento, existência de aquíferos, caminhos preferenciais de propagação subterrânea e outras feições geológicas de interesse (CETESB, 1999).

Entretanto para estudos de fins pedológicos como avaliação da existência de camadas adensadas, avaliação de poluentes ou mesmo auxiliar na classificação dos solos, ainda é pouco utilizada (GOÉS, 2008).

O método baseia-se na emissão de pulsos de energia eletromagnética, de alta frequência para o subsolo por meio de uma antena transmissora. O sinal emitido sofre reflexões, refrações e difrações em descontinuidades presentes no meio de propagação e é então, captado ao retornar à superfície, por uma antena receptora (GANDOLFO *et al.*, 2001). Esses sinais são gravados digitalmente como valores de intensidade, convertidos em sinais analógicos por softwares de exibição e podem ser visualizados como “sinais de voltagem contra o tempo duplo”. O eixo vertical representa o tempo duplo (ida e volta do sinal) e o eixo horizontal, a intensidade do sinal. Os sinais podem ser vistos em tempo real, pelo monitor do equipamento e gravados digitalmente para posterior processamento em programas específicos (SANSONOWSKI, 2003) (Figura 2).

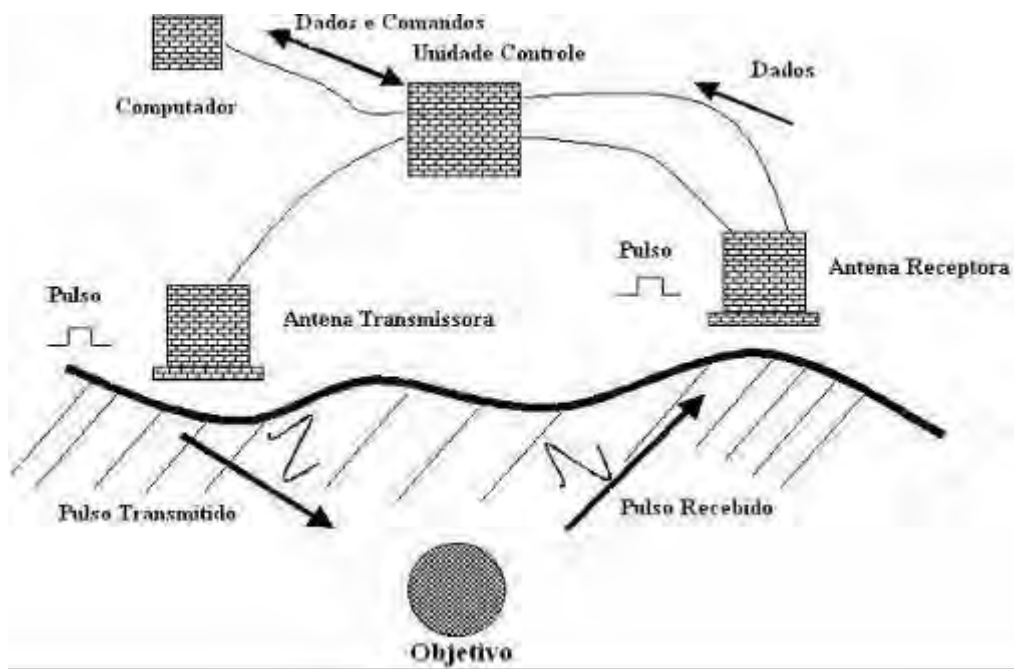


Figura 2: Diagrama esquemático do princípio de aquisição dos dados de GPR (modificado do manual do RAMAC/GPR, 1997).

A propagação deste sinal no solo está condicionada primeiramente pelas propriedades elétricas dos terrenos (condutividade/resistividade elétricas), que são controladas principalmente pela umidade, quantidade e tipo de sais em solução e teor de argila (FISHER *et al.*, 1992; BREWSTER *et al.*, 1995). Mudanças nessas propriedades fazem com que parte do sinal transmitido e refletido se altere, criando registros diferenciados no radargrama na forma de hipérbolas e ruídos, permitindo o delineamento das interfaces em subsuperfície. O que pode ser confirmado por Silva *et al.* (1980) e Topp *et al.* (1980), quando cita que paralelamente ao aumento da umidade observa-se também o aumento da condutividade elétrica do solo e conseqüentemente o padrão da imagem é acentuado, produzindo reflexões nítidas ao encontrar o topo do lençol freático, ou ainda outro fator que produz reflexões mais acentuadas, com o radargrama mais nítido e forte é a presença de lateritas e cascalhos.

Em situações de baixa condutividade elétrica como em solos arenosos e sem a presença de água salina, o sinal de radar pode atingir profundidades superiores a 20 metros, utilizando uma antena de 100 MHz. No entanto, no caso de solos com alta condutividade elétrica, solos como o Gleissolo Sáfico, ou com presença de água salina, o sinal é fortemente atenuado, o que implica um fator limitante ao uso do GPR nesses tipos de substrato (BERES e HAENI, 1991).

Nos Latossolos, Argissolos, Espodossolos e especialmente nos Neossolos Quartzarênicos, é possível alcançar relativo sucesso na investigação com o radar, principalmente em estudo de horizontes com certo grau de adensamento ou com presença de fragipãs ou duripãs (UCHA, 2002)

Francelino *et al.* (2007), estudando a dinâmica do lençol freático no delta do rio Doce, verificou a eficiência desta tecnologia tanto no comportamento da profundidade do lençol freático ao longo de um canal de drenagem, como na variação textural do solo daquela região.

O mesmo ocorreu com Marcelino *et al.* (2005), que obtiveram bons resultados com o uso do GPR avaliando o nível do lençol freático em transição de floresta amazônica e cerrado.

Segundo esses autores, a umidade do solo teve influência nas reflexões sendo que a profundidade do topo do lençol freático variou 1,8m sob a floresta permanente, 0,9m sob floresta manejada e 3,7m sob o pasto. Concluiu que a camada de laterita e cascalho, comumente presente em Latossolos, são bons refletos das ondas eletromagnéticas, no entanto se o lençol freático estiver abaixo de 4 metros, uma antena de 100 MHz é necessário para obter melhor resultado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi instalado na propriedade da Sociedade Fluminense de Energia – Usina Termelétrica Barbosa Lima Sobrinho, atualmente pertencente a Petrobrás, localizada no Km 200 da Rodovia Presidente Dutra, próxima das margens do Rio Guandu, no Município de Seropédica-RJ (Figura 3).

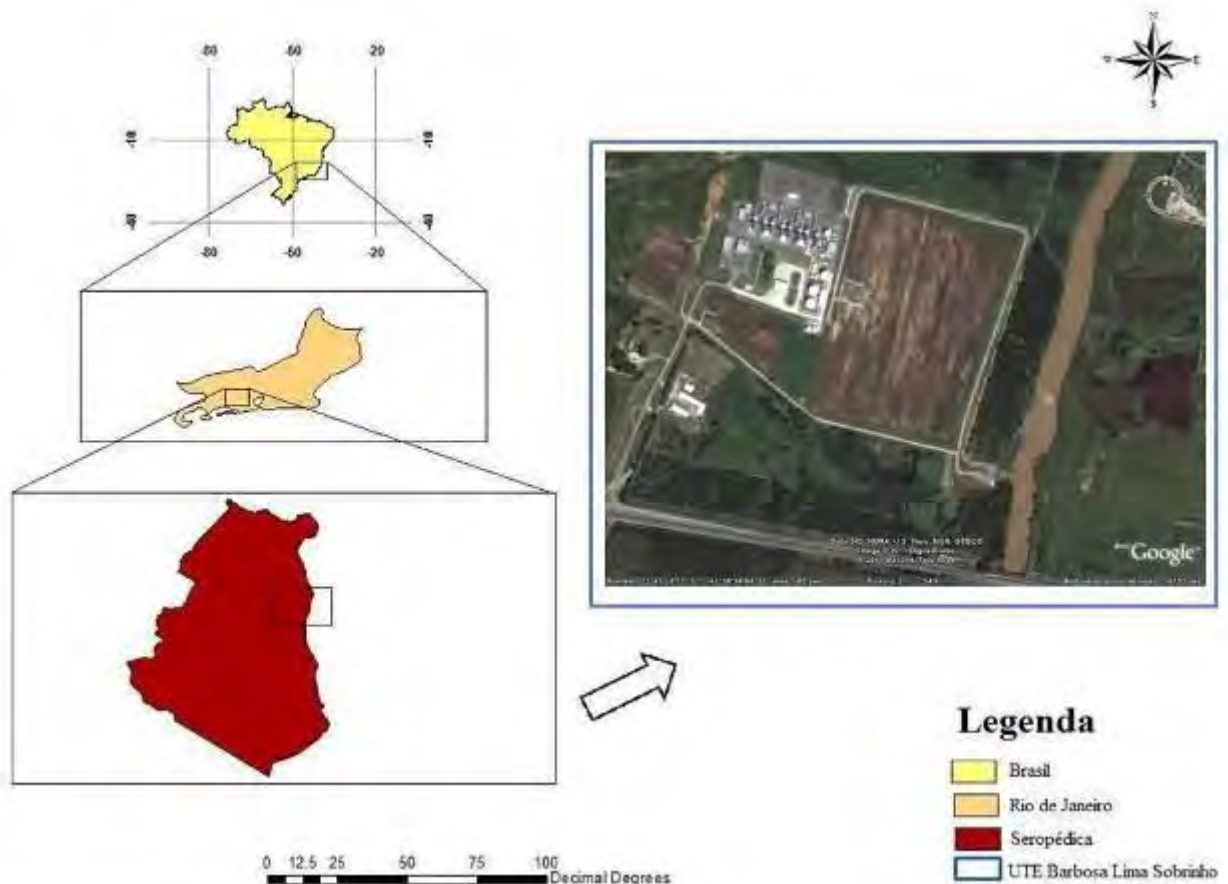


Figura 3: Localização da UTE Barbosa Lima Sobrinho.

O clima da região de Seropédica (RJ), segundo a metodologia de KÖPPEN (1948), é do tipo Aw ou Tropical do Brasil Central (NIMER, 1977). Segundo série histórica de 20 anos da estação meteorológica da PESAGRO-RJ localizada nas suas imediações, a temperatura

média anual é de 23,8 °C e a precipitação de 1.483 mm/ano (Tabela 1) com o período mais seco nos meses de junho, julho e agosto (Tabela 1). O tempo médio de insolação anual é de 2.527,37 horas, a média anual da evaporação é de 1.575,87 mm (Tabela 1) e a umidade relativa do ar é de 68,6 % (Figura 4). Na Figura 5 é apresentada a média da temperatura, sendo esta mais alta nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro e menor nos meses de junho, julho e agosto.

O balanço hídrico segundo metodologia de Thornwait-Mather, para armazenamento em uma profundidade de 400 mm, para o município de Seropédica, RJ, de acordo com os dados da PESAGRO-RJ é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Balanço Hídrico gerado pela equação proposta por Thornwait-Mather para o município de Seropédica, RJ, no período de 1987 a 2007

Mês	Temperatura Média (°C)	Eto (mm)	P (mm)	P-et (mm)	Arm (mm)	Er (mm)	Exc (mm)	Def (mm)
Janeiro	26,62	155	335,65	180,65	400	155	0	0
Fevereiro	27,04	138	294,45	156,45	400	138	156	0
Março	25,94	134	142,33	8,33	400	134	8	0
Abril	24,65	106	92,47	-13,54	387	105	0	1
Mai	22,28	78	67,37	-10,63	377	77	0	1
Junho	21,20	63	38,17	-24,83	354	61	0	2
Julho	20,59	61	33,91	-27,09	331	57	0	4
Agosto	21,21	69	30,18	-38,82	300	61	0	8
Setembro	21,95	77	72,75	-4,26	297	76	0	1
Outubro	23,22	100	93,19	-6,81	292	98	0	2
Novembro	24,17	113	121,51	8,51	301	113	0	0
Dezembro	27,13	163	161,23	-1,77	299	163	0	0
Total	285,98	1257,00	1483,19	226,19	4138,00	1238,00	164,00	19,00
Média	23,83	104,75	123,60	18,85	344,83	103,17	13,67	1,58

Eto = Evapotranspiração Potencial Média (mm/mês); P= Precipitação Pluviométrica Mensal (mm/mês); P-Et = Precipitação Pluviométrica Mensal (mm/mês) - Evapotranspiração Potencial Média (mm/mês); Arm = valores de água armazenada disponível na zona da raiz; Er = evapotranspiração real mensal nos meses em que há água disponível no solo; Exc = Excesso de água; Def= Deficiência de água

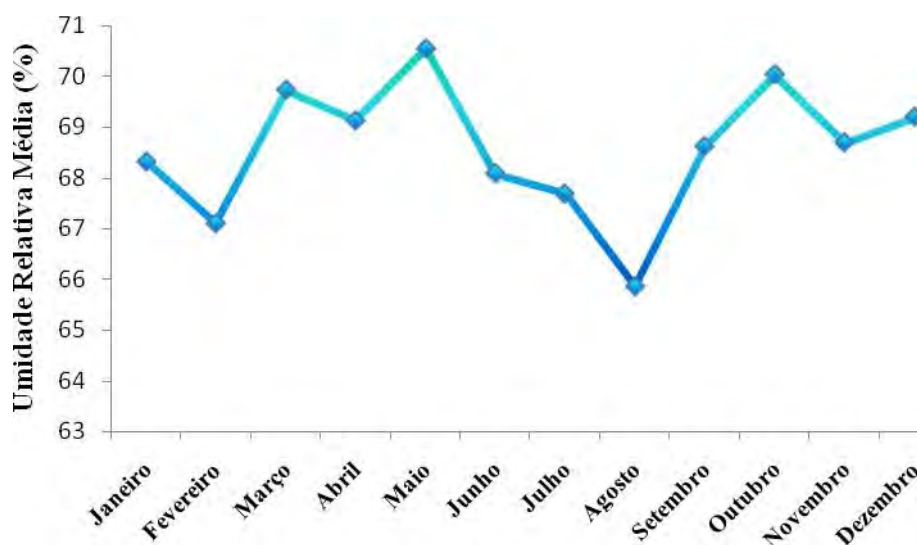


Figura 4: Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ.

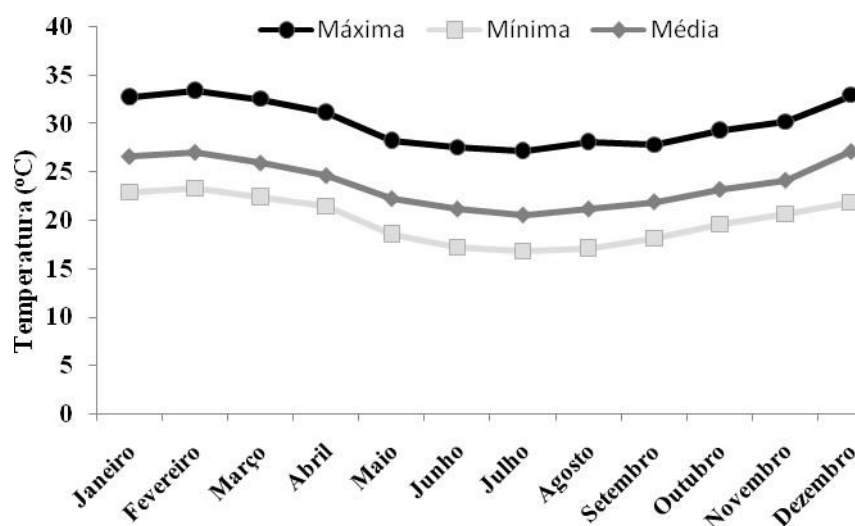


Figura 5: Seção histórica no período 1987-2007 das temperaturas máximas, mínimas e médias, para a região de Seropédica, RJ.

Quanto à geomorfologia, trata-se de uma planície (terraço) com cobertura colúvio-aluvionar e, como parte mais elevada da paisagem, colinas aplainadas (GOÉS, 2008). Em relação aos solos, as margens do rio Guandu são constituídas por várias classes, dentre as quais: Gleissolo Háplico e Tiomórfico, Cambissolo, Planossolo, Neossolo Quartzarênico e Flúvico, Organossolo e Argissolo Vermelho-Amarelo (SEMADS, 2001b; EMBRAPA, 2001).

Os solos do tipo Gleissolo Háplico são os mais comuns na região, rasos (0,20 a 0,35 m), formados a partir da deposição de sedimentos argilosos em relevo plano em condições de excesso de umidade. Apresenta uma sequência de horizonte A com acúmulo de matéria orgânica, podendo ser proeminente ou húmico, sobre C de cor cinzenta a cinzenta esverdeada escura. São solos mal drenados e sujeitos a grande oscilação do lençol freático durante o ano,

chegando facilmente ao encharcamento. São formados por sedimentos argilosiltosos ou argilosos. Os Neossolos Flúvicos apresentam horizonte A sobre camadas geralmente estratificadas e possuem drenagem baixa a moderada (SEMADS, 2001b).

4.2. Caracterização do Experimento

O plantio às margens do rio Guandu foi realizado em abril de 2006 em uma área total de 486 m² subdividida em três áreas, cada uma com uma classe de solo e com 162 m². O espaçamento adotado foi de 2,0 m x 1,5 m, em berços de 30 x 30 x 30 cm.

Foram plantadas nove espécies, com seis repetições em cada uma das áreas, distribuídas conforme as figuras 6, 7 e 8.



Figura 6: Disposição dos berços com as espécies na Área 1 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.



Figura 7: Disposição dos berços com as espécies na Área 2 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

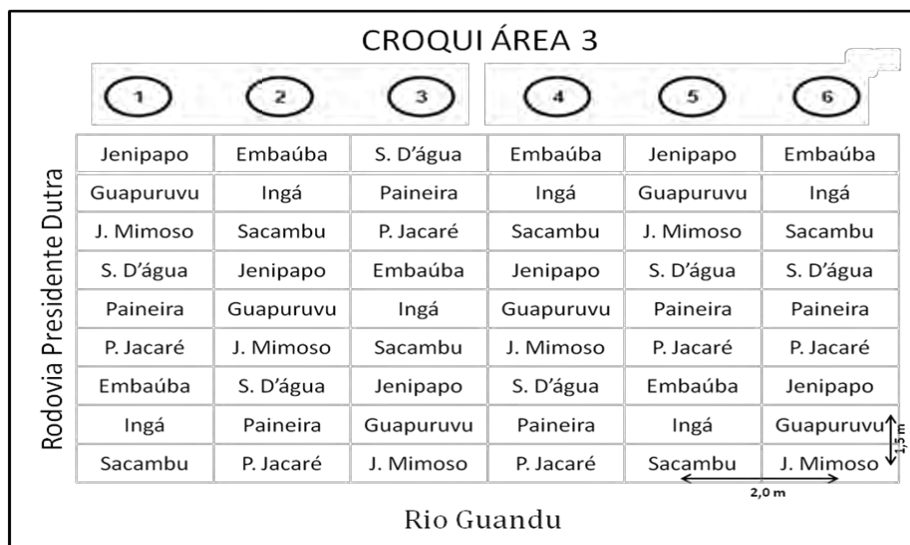


Figura 8: Disposição dos berços com as espécies na área 3 do reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

4.3 Levantamento dos Solos

As descrições dos perfis foram realizadas de acordo com Santos *et al.* (2005). As amostras de solos coletadas foram analisadas física e quimicamente no Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda, segundo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

As análises realizadas para classificação dos solos foram: composição granulométrica, pH em água e em KCl e CaCl₂, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺¹, Al⁺³, K⁺¹, H+Al⁺³, P assimilável e carbono orgânico total - COT. Por meio destes dados foram calculados os valores de saturação por alumínio ($m=100 \cdot \frac{Al^{3+}}{Valor\ S} \cdot Al^{3+}$); Hidrogênio extraível $\{(H + Al^{3+}) - Al^{3+}\}$, capacidade de troca de cátions – CTC e percentagem de saturação de bases ($Valor\ V= 100 \cdot \frac{Valor\ S}{Valor\ T}$).

Os critérios utilizados para o estabelecimento das classes de solo baseou-se nos princípios preconizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Os teores de nutrientes dos solos identificados nas áreas foram comparados com os valores para as classes de fertilidade para fósforo, potássio, alumínio, cálcio mais magnésio, carbono orgânico e pH para o estado do Rio de Janeiro como preconizado por Almeida *et al.* (1988) (Tabela 2). Vale ressaltar que os valores para potássio, na tabela de fertilidade para o estado do Rio de Janeiro, estão em $Cmol_c \cdot dm^{-3}$, e os resultados das análises dos solos em $mg \cdot dm^{-3}$. Então para efeito de comparação, os resultados deste elemento foram convertidos para $Cmol_c \cdot dm^{-3}$ dividindo-se os valores encontrados por 390.

Tabela 2: Interpretação dos teores de nutrientes do solo de acordo com Almeida *et al.* (1988) para o estado do Rio de Janeiro

Classe de Fertilidade		
Baixo	P (mg.dm ⁻³)	0-10
Médio		11-20
Alto		21-30
Muito alto		> 30
Baixo	K (Cmol _c .dm ⁻³)	0-45
Médio		46-90
Alto		91-135
Muito alto		> 135
Baixo	Al	0-0,3
Alto		> 0,3
Baixo	Ca + Mg (Cmol _c .dm ⁻³)	0-2,0
Médio		2,1-6,0
Alto		6,1-10,0
Muito alto		> 10,0
Extremamente ácido	pH	< 4,4
Fortemente ácido		4,4 – 5,3
Moderadamente ácido		5,4 – 6,5
Praticamente neutro		6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino		7,4 – 8,3
Fortemente alcalino		> 8,3
Baixo	C%	< 1,0
Médio		1,0 – 2,0
Alto		> 2,0

4.4 Monitoramento do nível do lençol freático

Foi utilizado Radar Penetrante do solo TerraSIRch, modelo SIR-3000, equipado com antenas de 400 MHz, que possui capacidade de realizar leituras de até 4 metros de profundidade, com comprimento de registro de 256 ns com 512 amostras por traço (Figura 9).

A passagem com georadar, em cada uma das áreas, foi feita no segundo semestre do ano de 2010, tendo para cada área três linhas de varredura de aproximadamente 12 metros cada, distantes um metro entre si. Entretanto, será apresentado apenas o radargrama mais representativo de cada área. Na parte central de cada área foi aberto um perfil, onde amostras do solo foram coletadas para análises físicas e químicas.

Em todas as áreas, foram registradas a localização geográfica das linhas e do perfil por meio do equipamento de recepção de sinais de satélite de sistema de posicionamento global do tipo navegação, modelo GARMIM III Plus, sendo coletados pontos nos extremos de cada transecto.

Além das leituras com radar, foram utilizados dados de precipitação da Estação Ecologia Agrícola, localizada no município de Seropédica, e abertos poços de observação

para verificação da altura do nível freático, com objetivo de analisar a variação do mesmo, classificar as áreas de acordo com as classes de hidromorfia proposta por Curcio (2006) (Tabela 3) e relacioná-las com as precipitações ocorridas até cinco dias antes da data de leitura, de forma a identificar a influência da chuva na altura do lençol freático.

Tabela 3: Relação de regimes hídricos e drenagem do solo, altura do lençol freático e grupamentos funcionais de espécies arbóreas.

Classificação do solo	Altura do lençol freático	Drenagem do solo	Grupamentos Funcionais
Hidromórficos	0 – 50 cm	Imperfeitamente a mal drenado	Hidrófilas
Semi-hidromórficos	50 – 100 cm	Moderadamente drenado	Higrófilas
Não – hidromórficos	>100 cm	Bem a excessivamente drenado	Mesófilas

Fonte: Curcio, 2006.

Os poços de observação foram abertos com trado utilizando extensores, onde foram feitas perfurações de modo que ultrapasse o nível do lençol freático para que fosse possível coletar sua profundidade no período seco, já que nesse período é normal que aconteça um rebaixamento do nível do lençol freático. Logo após, foram introduzidos nessas perfurações tubos de PVC de 2”, e no último metro da sua extremidade inferior foram feitos vários furos de cerca de 2 mm cada, distribuídos aleatoriamente (Figura 10), afim de permitir a entrada de água. As medições da profundidade do lençol freático foram feitas a cada quinze dias. Esse procedimento foi adotado para todas as áreas analisadas.



Figura 9: Utilização do GRP para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.



Figura 10: Instalação do poço de observação para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

4.5 Seleção das espécies

A escolha das espécies foi realizada de acordo com Martins (2001), levando-se em consideração a tolerância em relação ao grau de hidromorfia do solo, resultando em três grupos: espécies tolerantes a ambientes úmidos, espécies de ambientes intermediários e espécies adaptadas a ambientes secos (Tabela 4).

Tabela 4: Espécies arbóreas nativas para a recuperação da mata ciliar do Rio Guandu, RJ. Legenda: P= Pioneira; C = Clímax; U = Tolerante a ambientes úmidos; I = Ambientes intermediários; S = Adaptadas a ambientes secos

Família	Espécie	Nome vulgar	Ambiente	Grupo Ecológico
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	U	C
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra-d'água	U	P
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	U	P
Fabaceae – Caesalpinioidea	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvu	I	P
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.Hil.) Ravenna	Paineira	I	P
Mimosaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	I	C
Fabaceae – Papilionoidea	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	Sacambu	S	C
Fabaceae- Mimosoidea	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pau-jacaré	S	P
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá mimoso	S	P

4.6 Monitoramento do crescimento das espécies

A avaliação do desempenho das espécies no campo foi por meio dos parâmetros de sobrevivência, altura (H), diâmetro ao nível do solo (DNS) e área de copa. As medições foram realizadas aos, 1, 2, 3 e 4 anos após o plantio, com o auxílio de paquímetro, fita métrica e vara graduada (Figura 11). Aos 4 anos após o plantio também foi mensurado o diâmetro a altura do peito (DAP) das plantas avaliadas.

Para as espécies que aos 4 anos após o plantio apresentaram sobrevivência maior que 50% em todas as classes de solo (embaúba, guapuruvu, ingá e sangra d'água), os dados de altura e DAP aos 4 anos e de área de copa aos 3 anos, foram avaliados com a aplicação do teste t para amostras independentes, ao nível de 5% de significância, visando verificar diferenças significativas entre o efeito das diferentes classes de solo no crescimento dessas variáveis.

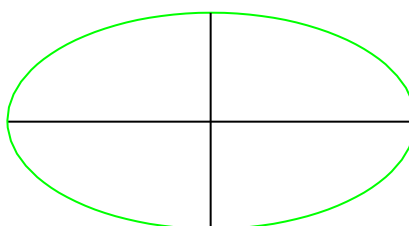
Também foi realizada análise da correlação de Pearson ($p > 0,01$) entre as variáveis: altura e DNS nas três áreas de plantio avaliadas.



Figura 11: Medição da circunferência ao nível do solo (CNS) utilizando fita métrica e medição da altura utilizando vara graduada, na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

4.7 Estimativa da porcentagem da cobertura do dossel obtida a partir da mensuração da área de copa

Os valores de cobertura do dossel foram calculados em duas etapas. Primeiro, foi calculada a área da copa de cada indivíduo (C_i), com base no comprimento da linha de maior expansão e da linha perpendicular a esta, conforme adaptações da metodologia utilizada por Fleig *et al.* (2003) e Almeida (2002), de acordo com a ilustração a seguir:



$$C_i = \pi \cdot [(L_1 + L_2) / 4]^2$$

Em que:

C_i = área da projeção individual da copa (em m^2);

L_1 = comprimento da maior linha longitudinal da copa;

L_2 = comprimento da maior linha perpendicular à da copa.

Posteriormente, de posse dos valores de área de copa de cada indivíduo, calculou-se o grau de cobertura da área (%) e o índice de cobertura de copa (IC). Para isto, foi definida como a proporção do piso ocupada pela projeção perpendicular da parte aérea dos indivíduos (GREIG-SMIYH,1964), e do tratamento como o somatório das médias das projeções de copa (cobertura) nas diferentes medidas biológicas.

$$C = 100 \sum_n C_i / A \quad \text{e} \quad IC = \sum_n C_i / A$$

Em que:

C: grau de cobertura (%);

IC= Índice de cobertura;

C_i: área da projeção individual da copa

n: número de indivíduos medidos na área;

A: área da parcela (m²).

4.8 Estimativa da porcentagem da cobertura do dossel obtida a partir de fotos hemisféricas

As fotografias hemisféricas foram obtidas no mês de fevereiro de 2011, utilizando-se uma câmara fotográfica Canon EOS 50 D, com lente Nikkor de 12 mm de distância focal, produzindo um ângulo de visada de aproximadamente 180 graus, gerando imagens de 3.872×2.592 pixels (Figura 12). Em cada uma das parcelas foram obtidas nove fotografias, sendo a coleta realizada nas entrelinhas de plantio. As imagens foram obtidas no sentido do solo para o céu com a câmara posicionada a 1 m acima do solo, em virtude da baixa altura de alguns indivíduos.



Figura 12: Equipamento para captura das fotografias hemisféricas na área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

A lente foi nivelada com nível de bolha e a câmara posicionada na parte superior para o norte, detectado através de bússola.

Para a estimativa do índice de cobertura de copa as fotos hemisféricas foram processadas no software Hemi View e, posteriormente, fez-se uma média dos valores obtidos a partir das nove fotografias obtidas de cada parcela.

Para comparar os métodos de estimativa da área de solo coberta pela copa das árvores foi realizada análise de correlação de Pearson ($p < 0,01$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos Solos

5.1.1 Área 1

Nessa área, o solo foi amostrado até a profundidade de 105 cm e classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Figura 13).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo, estes solos são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ($V < 50\%$), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características desses solos são muito variáveis, podendo apresentar-se de fortemente à imperfeitamente drenados e de rasos a profundos (EMBRAPA, 2006).



Figura 13: Perfil do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na Área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Analisando as características físicas, verifica-se que superficialmente a textura é franco arenosa (A), passando por franco argilo arenosa (AB), retornando a franco arenosa (BA, B1 e B2) e terminado com franco argilo arenosa (B3), resultando em um solo de textura

média (Tabela 5). O comportamento errático do teor de argila ao longo do perfil, principalmente na transição do horizonte BA para o B1, onde esse diminui fortemente, pode indicar a presença de processo de segregação de material coloidal mineral, mas não atingiu o ponto de gerar cor clara o suficiente para caracterizá-lo com horizonte E Álbico. Pode ser ainda influência do seu processo de formação de natureza flúvica-coluvial.

As cores escuro-acizentadas na superfície, além de refletir a presença de teor elevado de matéria orgânica, indica também a existência recorrentes de condições redutoras devido ao encharcamento sazonal desse solo.

Tabela 5: Análise física do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, da Área 1, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Horizonte		Argila	Silte	Areia	Classe textural
Símbolo	Prof. (cm)	(%)	(%)	(%)	
A	0 - 18	19	6	75	Franco Arenoso
AB	18 - 30	22	13	65	Franco Argilo Arenosa
BA	30 - 50	14	12	74	Franco Arenoso
B1	50 - 78	9	18	73	Franco Arenoso
B2	78 - 105	18	14	68	Franco Arenoso
B3	105 +	25	17	58	Franco Argilo Arenosa

Analisando as características químicas, pode-se verificar pela Tabela 6 que o teor de matéria orgânica é elevado nas camadas superficiais, porém não suficiente para enquadrá-lo diferentemente de moderado. Trata-se de solo fortemente ácido em todo o perfil e que, devido a essa situação, apresentou saturação por alumínio alta nos horizontes BA e B1, porém insuficiente para atribuir-lhe o caráter aluminico. Isso ocorreu devido à dessaturação geral desse solo, fazendo com que mesmo o Al^{3+} em valores baixos tenha influenciado a soma de bases desse solo. A origem desse alumínio, bem como do H^+ é decorrente da matéria orgânica.

Segundo Larcher (2000), os baixos valores de P são limitantes às plantas, visto que esse macronutriente é essencial para desenvolvimento da planta.

Praticamente todos os elementos analisados na camada superficial decrescem naquelas subsuperficiais, até os 78 cm do perfil do solo. Percebe-se um incremento nos teores de alumínio e uma diminuição acentuada no conteúdo de matéria orgânica, o que pode prejudicar o crescimento e/ou desenvolvimento das plantas.

Tabela 6: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na Área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Prof. (cm)	pH _{água}	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC (T)	V	m	MO
	1 : 2,5	mg/dm ³				cmolc/dm ³			%	%	dag/Kg
0 - 18	5,1	4,2	35	1,5	1,2	0,5	4,46	7,25	38	15	3,6
18 - 30	4,9	3,5	36	1,1	0,8	1,1	4,95	6,94	29	36	2,9
30 - 50	4,9	4,0	13	0,4	0,3	1,0	2,48	3,21	23	58	1,3
50 - 78	4,9	2,2	14	0,3	0,2	0,7	1,49	2,03	27	56	1,1
78 - 105	5,1	2,4	25	0,6	0,5	0,5	1,16	2,32	50	30	1,0
105 +	5,0	1,4	18	0,6	0,8	0,6	1,98	3,43	42	29	1,1

pH em água; P - K - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na Cr O 4N + H SO 10N

5.1.2 Área 2

Nessa área, o solo foi amostrado até a profundidade de 60 cm e classificado como Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvíssólico (Figura 14), anteriormente designada como Solos Aluviais (CAMARGO *et al.*, 1987).

Apresentou-se como muito mal drenado, com erosão laminar e lençol freático aflorando a, aproximadamente, 60 cm de profundidade.

Compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 150 cm da superfície. Os solos desta classe encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície (EMBRAPA, 2006).

Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda de oxigênio pela atividade biológica. O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido a redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda precipitação de compostos ferrosos.

A presença de camadas diferenciadas permite a designação neofluvíssólico (SANTOS *et al.*, 2006).



Figura 14: Perfil do Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvíssólico, encontrado na Área 2 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Analisando as características físicas é possível dizer que para todos os horizontes a textura é muito argilosa (Tabela 7). O comportamento errático do teor de areia desse solo se deve ao seu caráter flúvico. Como se encontra às margens de um córrego retificado existente no local, a situação de encharcamento é comum.

Tabela 7: Análise física do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico, da Área 2, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Horizonte	Argila	Silte	Areia	Classe textural	
Símbolo	Prof. (cm)	(%)			
A	0 - 20	70	27	3	Muito Argilosa
AC	20 - 40	69	19	12	Muito Argilosa
Cg1	40 - 60+	75	19	6	Muito Argilosa

Observando os resultados das análises químicas da Tabela 8, pode-se verificar que nos primeiros 20 cm de profundidade, e também ao longo de todo o perfil do solo estudado, o pH é fortemente ácido, com altos valores de alumínio trocável, porém com saturação desse elemento menor do que o solo da Área 1 e, possivelmente, não deve estar sendo prejudicial ao crescimento e sobrevivência das plantas, uma vez que, também há neste solo, elevadas quantidade de matéria orgânica (4,4 % ou 4,4 dag/kg) a qual possivelmente está complexando parte deste alumínio, não permitindo que o mesmo esteja disponível a níveis tóxico para as plantas.

Pode-se observar, também, valores médios da soma de cálcio e magnésio, e uma variação pequena de baixos a médios teores de fósforo. Entretanto não podendo classificá-lo como um solo pobre, uma vez que apresenta alto teor de material orgânico, característico destes solos, que está paulatinamente disponibilizando nutrientes para o sistema solo-planta.

O principal limitante desse solo é a sua situação de encharcamento sazonal, que reduz a disponibilidade de oxigênio e pode favorecer o surgimento de algum elemento a nível tóxico.

Tabela 8: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico, encontrado na Área 2 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Prof. (cm)	pH _{água}	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC (T)	V	m	MO
	1 : 2,5	mg/dm ³				cmol ⁺ /dm ³			%	%	dag/Kg
0 - 20	4,6	10,4	34	2,6	1,6	3,1	10,07	14,36	30	42	4,4
20 - 40	4,5	6,3	20	3,1	1,7	3,0	11,39	16,24	30	38	4,7
40 - 60	4,5	12,9	25	2,8	1,6	2,8	11,55	16,01	28	39	4,4
60 - 80	4,6	7,4	20	2,6	1,7	2,0	8,58	12,93	34	31	3,1
80 +	4,8	21,3	18	3,6	2,4	1,6	9,08	15,13	40	21	3,3

pH em água; P - K - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5mol/L - pH 7,0; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na Cr O 4N + H SO 10N

5.1.3 Área 3

Nessa área o solo foi amostrado até a profundidade de 140 cm e classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (Figura 15).

Apresentou-se como imperfeitamente drenado, com erosão não aparente e com mosqueado a partir de 110 cm.

Segundo EMBRAPA (2006), estes solos são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, com argila de

atividade alta e alta saturação por bases ($V \geq 50\%$), na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).

Conforme Curcio (2006), a presença de mosqueados já a partir de um metro revela que o regime de saturação hídrica pouco interfere no desenvolvimento pleno de plantas arbóreas.



Figura 15: Perfil do Cambissolo Háptico Ta Eutrófico, encontrado na Área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Analisando as características físicas é possível afirmar que se trata de um solo pouco evoluído, com relação silte/argila maior do que 0,7, chegando a valores acima de 2 (Tabela 9).

O elevado teor de silte, associado à presença de pequenos fragmentos (< 10 mm) de rocha semi-intemperizada e presença comum de materiais primários alteráveis, principalmente muscovitas e feldspatos, confirmam a presença de horizonte incipiente, próprio dos Cambissolos. Esse solo apresentou argila de atividade alta.

Tabela 9: Análise física do Cambissolo Háptico Ta Eutrófico, da Área 3, em área de reflorestamento da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Horizonte		Argila	Silte	Areia	Classe textural
Símbolo	Prof. (cm)		%		
A	0 - 30	44	36	20	Argila
BA	30 - 50	25	53	22	Franco Siltosa
B1	50 - 75	29	36	35	Franco Argilosa
B2	75 - 110	33	39	28	Franco Argilosa
BC	110 - 140 +	42	41	17	Argilo Siltosa

Os resultados da análise química (Tabela 10) demonstram o pH moderadamente ácido. Apresenta fertilidade natural elevada, com altos teores de bases trocáveis, principalmente cálcio e magnésio. Nos primeiros 30 cm de profundidade não há presença de alumínio trocável. Não obstante, assim como nos dois outros solos classificados, este também apresenta

altos teores de matéria orgânica que diminui consideravelmente a partir dos 30 cm de profundidade. Ainda assim, a boa saturação por bases (V%) mantém um cenário mais favorável ao desenvolvimento das espécies arbóreas, principalmente se considerar o elevado teor de fósforo em profundidade.

Tabela 10: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, encontrado na área 3 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Prof. (cm)	pH _{água} 1 : 2,5	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC (T)	V	m	MO
		mg/dm ³			cmol _c /dm ³				%	%	dag/Kg
0 - 30	5,6	7,2	43	7,4	3,7	0,0	5,94	17,15	65	0	4,7
30 - 50	5,6	2,4	28	4,2	2,5	0,5	3,3	10,07	67	7	1,8
50 - 75	5,5	4,2	22	2,8	2,3	0,5	2,48	7,64	68	9	1,3
75 - 110	5,8	4,8	21	2,9	2,9	0,4	2,15	8	73	6	1,2
110 - 140 +	5,8	12,6	27	2,9	2,9	0,3	3,14	9,01	65	5	3,2

pH em água; P - K - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na Cr O 4N + H SO 10N

Porém, em razão da inexistência de referências para os níveis de nutrientes nos solos para as espécies arbóreas nativas utilizadas, fica difícil afirmar se os valores encontrados seriam capazes de suportar o crescimento satisfatório de cada espécie avaliada. Entretanto, de qualquer forma, comparando os dados analíticos químicos dos solos, pode-se perceber facilmente as melhores condições de desenvolvimento para plantas nesta terceira área de estudo.

As variações nas composições químicas dos solos resultam principalmente da variabilidade na proporção dos conteúdos de material orgânico e dos elementos que compreendem a porção mineral e, parte dessa variação, é resultado do material parental e as diferenças adicionais resultam do fluxo de matéria e energia ao longo do tempo geológico, na medida em que os solos se caracterizam como sistemas biogeoquímicos abertos (POZZOBON, 2010).

5.2 Leitura do lençol freático

Utilizando-se o georadar, realizou uma varredura espacialmente mais interessante por cobrir uma área maior, representando o comportamento do lençol freático ao longo de linhas com comprimentos variando de 5 a 12 metros, porém refletiu apenas a situação no momento da leitura. Já com os poços de observação as leituras foram temporalmente melhores, por terem sido realizadas várias leituras ao longo do período de estudo, representando a situação decorrente de vários dias com ou sem precipitações.

5.2.1. Varredura com georadar

Os radargramas das três áreas de estudo estão representados nas figuras 16, 17 e 18.

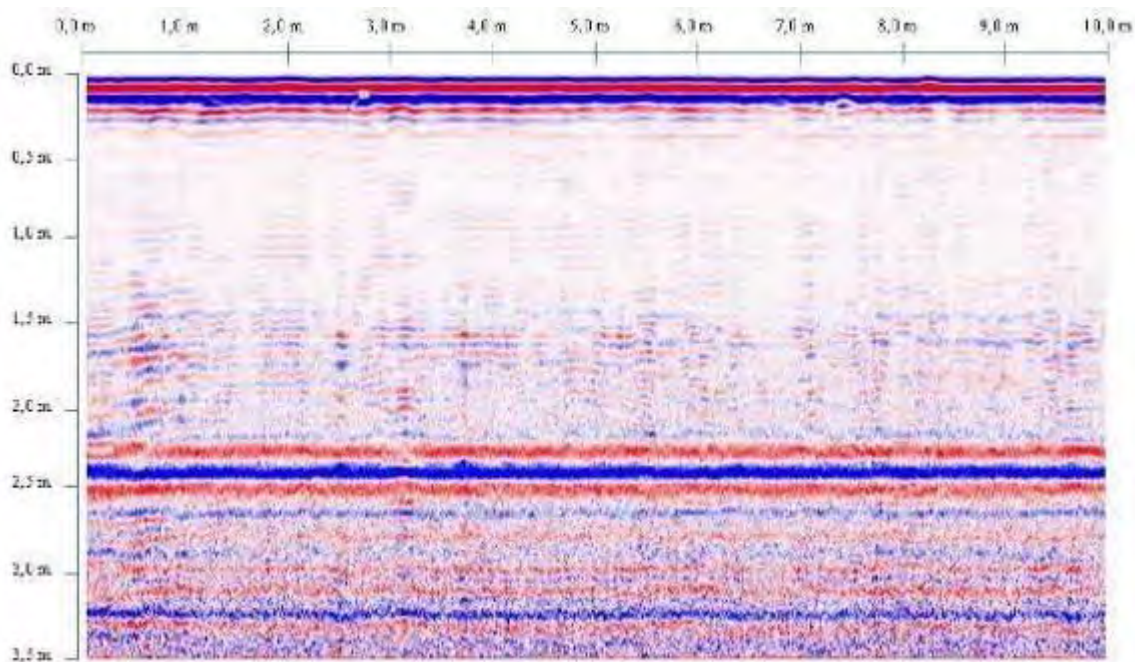


Figura 16: Radargrama da Área 1 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

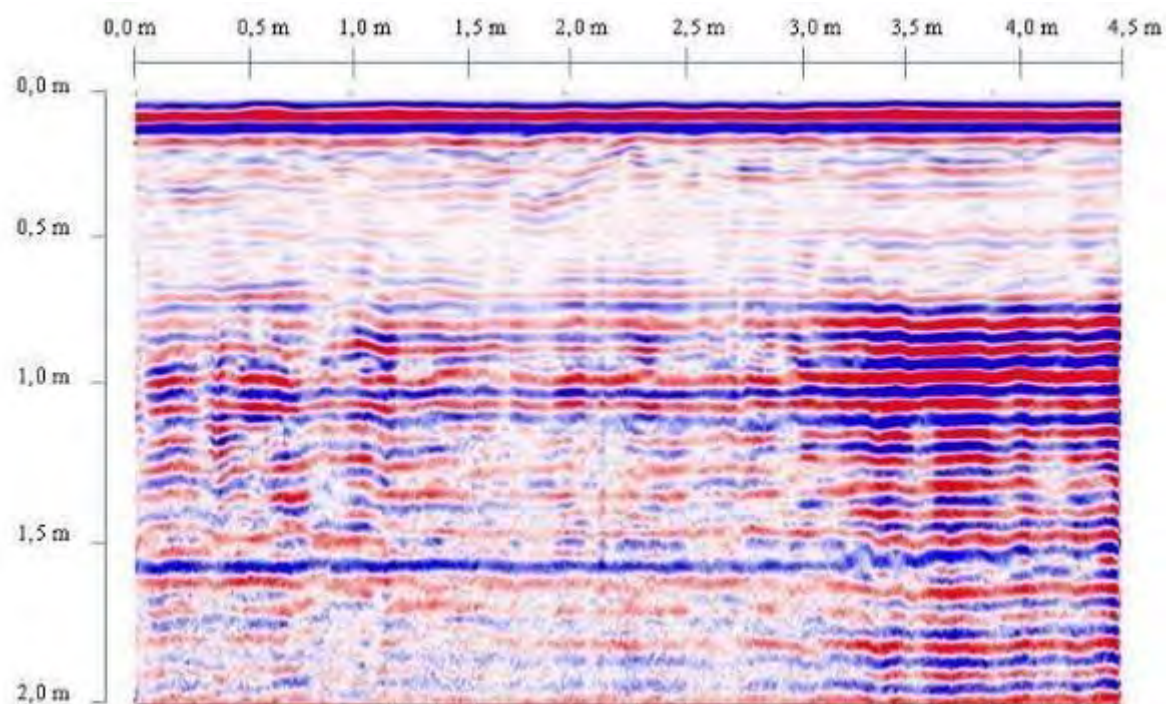


Figura 17: Radargrama da Área 2 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

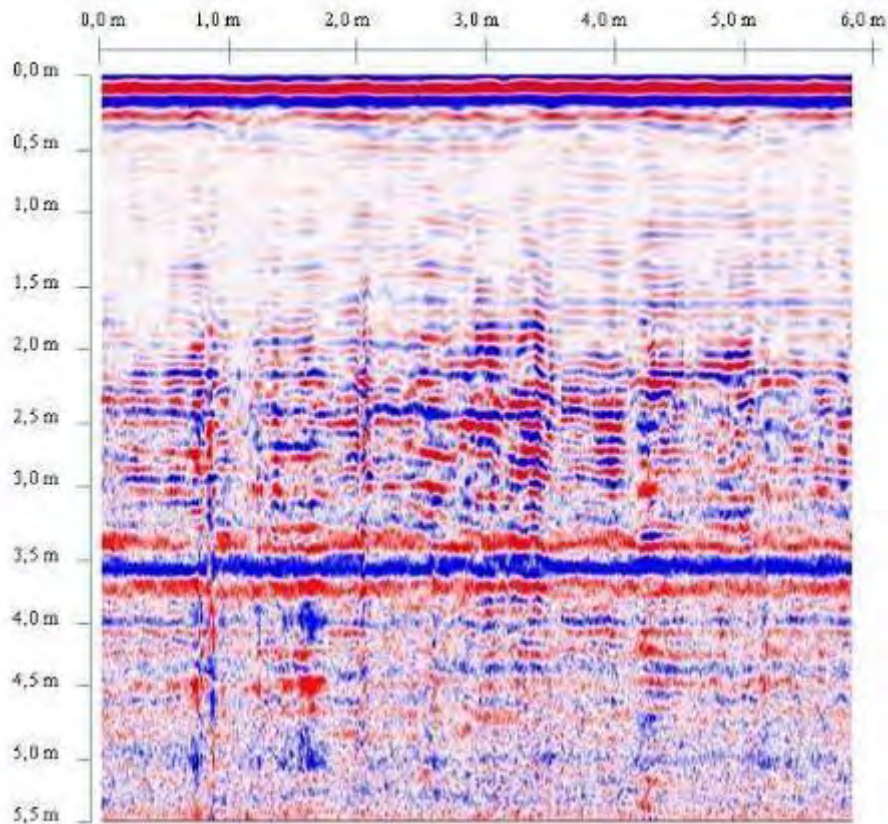


Figura 18: Radargrama da Área 3 do reflorestamento na UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Na Área 1 (Figura 16) observa-se um forte refletor em superfície em decorrência da presença do teor elevado de matéria orgânica. Abaixo dessa camada, o solo apresenta-se relativamente homogêneo até na profundidade de 1,5 m. A partir desse limite, o solo já apresenta umidade elevada e, provavelmente, deve estar representando o horizonte CR do Cambissolo Háplico Tb Distrófico. Aproximadamente a 2,5 metros de profundidade encontra-se o lençol freático.

Já na Área 2 (Figura 17) pode-se observar a estratificação cruzada das camadas desse solo, principalmente na parte mais à direita, na direção ao leito do rio, confirmando a observação de campo, de que a água está presente a partir dos 60 cm da superfície. O alcance da varredura foi menor do que na Área 1 devido ao elevado teor de argila e umidade desse solo. A água gera um forte refletor, facilmente identificado no radargrama.

Por fim, na Área 3 (Figura 18) o radargrama demonstra que o solo encontra-se com elevada umidade a partir de 1,6 m, porém somente a aproximadamente 3,5 m, é que encontra-se a superfície do lençol freático. Essa elevada umidade pode ser explicada pela presença de argila de atividade nesse solo.

5.2.2 Poços de observação

A Área 2, que apresentou em maior parte das aferições seu lençol freático oscilando entre 0 e 50 cm de profundidade, deve ser classificada como solo hidromórfico, contrapondo com as outras duas áreas, onde o lençol freático apresentou-se em profundidades superiores a 150 cm, sendo assim classificados como solos não hidromórficos, de acordo com a classificação de Curcio (2006) (Figura 19).

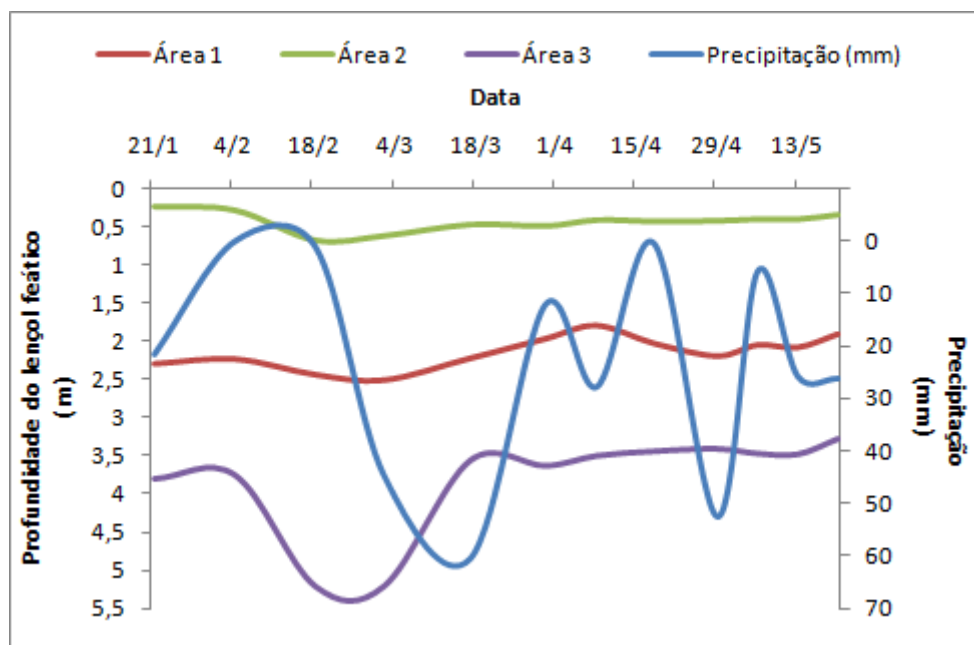


Figura 19: Medição do lençol freático, nas três áreas de estudo e valores de precipitação no período de 21 de janeiro a 20 de maio de 2011.

Tal fato também foi observado por Curcio *et al.* (2007) em estudo sobre recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da represa do rio Iraí, Pinhais, PR, onde o ambiente não-hidromórfico era formado por Cambissolos Húmico e Háplico Tb Distróficos típicos, em relevos com declividade acima de 8 %.

De acordo com Magnago *et al.* (2010), em um estudo sobre o gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil, observaram que a profundidade do lençol da floresta não inundável se manteve abaixo dos 3,7 m de altura, apresentando pouca ou nenhuma influência na superfície.

O mesmo autor ainda relata que a flutuação do lençol freático variou em resposta a pluviosidade, apresentando valores de correlações positivas e significativas o que não ocorreu neste trabalho, possivelmente em virtude dos dados de precipitação não serem do mesmo local onde estão instalados os poços de observações, apesar de serem do mesmo município (Tabela 11).

Tabela 11: Correlação entre a pluviosidade e flutuação do lençol freático nas três áreas estudadas da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Data	Precipitação* (mm)	Profundidade do Lençol freático		
		Área 1	Área 2	Área 3
21/1	21,6	2,29	0,23	3,8
4/2	0	2,23	0,28	3,75
18/2	1	2,43	0,68	5,2
2/3	44,8	2,5	0,62	5,2
17/3	60,6	2,22	0,47	3,56
30/3	12,2	1,97	0,49	3,63
8/4	27,8	1,8	0,41	3,5
18/4	0,4	2,03	0,43	3,44
29/4	52,6	2,19	0,42	3,41
6/5	5,8	2,05	0,4	3,47
13/5	25,8	2,08	0,4	3,48
20/5	26,2	1,91	0,34	3,28
Person		0,2031	0,1587	-0,0299

*Refere-se a soma dos últimos cinco dias.

5.3 Sobrevivência das espécies

Dos 162 indivíduos plantados, 102 (63%) sobreviveram quatro anos após plantio, sendo a maior mortalidade constatada na Área 2 (50%), seguida da Área 3 (31%) e da Área 1 (30 %) (Figura 20). Cabe salientar que após o plantio foram conduzidos tratamentos culturais, com a finalidade de controlar o crescimento de herbáceas, sugerindo assim a inexistência de pressão de competição por parte do componente herbáceo. Adicionalmente, não foram registradas ocorrências de fenômenos meteorológicos extremos, tais como geadas ou chuvas de granizo que pudessem afetar o desenvolvimento dos indivíduos.

De acordo com Bellotto *et al.* (2009), quando a taxa de mortalidade for superior a 10%, em áreas em processo de restauração, localizadas na Mata Atlântica, o povoamento demanda ações imediatas de correção. Com base nesta informação, observa-se que em todas as três áreas existem a necessidade de replantio.

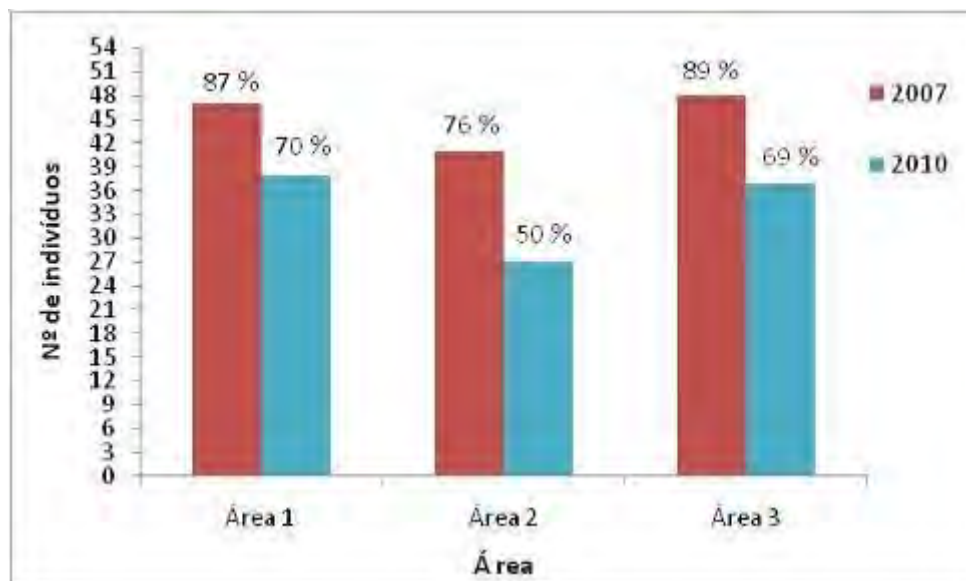


Figura 20: Sobrevivência das espécies ao fim do primeiro e quarto ano após o plantio nas três áreas estudadas da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

A maior taxa de sobrevivência nas áreas 1 e 3, após 4 anos, pode ter sido influenciada pelas características do solo onde foi implantado o reflorestamento, uma vez que estas áreas não sofrem com alagamentos em época de chuva, pois apresentam textura média que permite uma melhor drenagem.

A baixa sobrevivência na Área 2, após quatro anos, pode ser explicada pela sua textura argilosa, o que possivelmente impediu o desenvolvimento radicular das espécies, aliado aos valores de Al, pH, K, e, principalmente, pela elevação do lençol freático, que no período chuvoso ocasiona alagamento na área, como descrito por Azevedo (2007), e submete as plantas à condição de estresse e falta de oxigênio.

De acordo com Pozzobon *et al.* (2010), o alagamento promove uma série de alterações nos solos, com efeitos físicos, eletroquímicos, químicos e biológicos, influenciando fortemente a fertilidade do solo, através do influxo de nutrientes dissolvidos e em suspensão na água do rio, entre outros aspectos, que tem influência na ocorrência das espécies (Lima *et al.*, 2003).

O que pode ser confirmado por Carvalho *et al.* (2009), onde em um estudo sobre a relação entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, observou que a profundidade do lençol freático, a quantidade de matéria orgânica e os teores de alumínio, tiveram relação com a distribuição das abundâncias das espécies no local de estudo. Entretanto, o mesmo autor, também relatou que indivíduos dos diferentes estratos apresentam relações diferenciadas com a profundidade do lençol e os fatores do solo. Tais diferenças devem ser decorrentes do porte distinto das plantas (principalmente profundidade da raiz) que faz com que a forma de absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, as exigências metabólicas, sejam diferenciadas.

No entanto, o elevado teor de Al nas formações inundadas e/ou inundáveis, é reflexo dos baixos valores de pH, devido aos alagamentos existentes nestas formações, como mencionado por Brites (2007) e Guedes *et al.* (2006), em solos sob formações florestais inundáveis de restinga.

Uhlmann *et al.* (2007), em um estudo sobre estabelecimento e desenvolvimento de nove espécies florestais, em solo hidromórfico, encontraram que apenas uma das nove espécies estudadas, não apresentou mortalidade.

Estudos relatam que florestas aluviais tendem a apresentar menor diversidade de espécies, quando comparadas às florestas situadas em áreas de drenagem livre (NEBEL *et al.* 2001). As condições resultantes da saturação hídrica do solo, em geral, levam à dominância de poucas ou de uma única espécie (BIANCHINI *et al.*, 2003). Magnago *et al.* (2010) relatam que a floresta inundada foi a que apresentou menor porte e menor heterogeneidade na composição de espécies, indicando que provavelmente a elevada altura do lençol freático, associado as elevadas concentrações de sais, alumínio e acidez representam os fatores mais limitantes para o estabelecimento de fisionomias florestais e espécies vegetais.

De acordo com Carvalho *et al.* (2005), as espécies se distribuem no fragmento sob forte influência da drenagem e da fertilidade química dos solos, sugerindo que a disponibilidade de água e de nutrientes minerais são as principais variáveis ambientais que determinam a distribuição das espécies na floresta.

Em uma análise sobre a porcentagem de sobrevivência das espécies por área, após quatro anos, observa-se que para todas as áreas (1, 2 e 3) o Jacarandá mimoso apresentou baixa sobrevivência (33,3%, 33,3% e 16,6% respectivamente) o que significa uma baixa adaptabilidade da espécie nestas áreas (Figuras 21, 22 e 23).

Conforme Poorter & Garnier (2007), diversos fatores podem atuar negativamente sobre o estabelecimento e provocar a mortalidade das plântulas ao longo da vida, uma vez que estas experimentam flutuações dos fatores ecológicos, podendo sofrer restrições no crescimento e na sobrevivência em função das mudanças contínuas dos fatores abióticos (luz, temperatura, nutrientes e água) e através das interações bióticas (competidores, herbívoros, patógenos e simbioses).

O Ingá, foi a espécie que apresentou a mais elevada taxa de sobrevivência nas três áreas (Figura 21, 22 e 23), corroborando com Uhlmann *et al.*, (2007) que observaram que das nove espécies florestais estudadas, apenas *I. marginata* não apresentou mortalidade.

Espécies do gênero *Inga* são típicas de formações ribeirinhas e já foram encontradas na margem de outros cursos d'água (HOLANDA *et al.*, 2005). Nos estudos de Bertani *et al.* (2001), onde foi aplicada uma análise multivariada para se determinar as espécies que ocorriam mais a beira de um rio, também foram encontradas espécies desse gênero em solos aluviais. Isso pode ser explicado pelo fato das espécies do gênero serem adaptadas ao encharcamento do solo, o que faz com que eles sejam bastante recomendados para recomposição de matas ciliares (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990).

A alta taxa de sobrevivência da Sangra d'água (100%) nas áreas 1 e 2 (Figura 21 e 22) pode ser em função de sua adaptabilidade nas matas ciliares do Rio Guandu, uma vez que Salamene (2007), em seu estudo sobre a fisionomia de diferentes ambientes do rio Guandu, encontrou o gênero *Croton* em três dos quatro ambientes estudados. Porém, a sua elevada mortalidade na Área 3 pode estar aliada ao fato desta ser a área mais seca, corroborando com Maximiano (2008) que descreve esta espécie como uma pioneira promissora para recuperação de nascentes pontuais, uma vez que é típica de ambientes enchacardos e apresentou bons resultados de crescimento em uma nascente pontual no estado de Minas Gerais.

Tal informação está em acordo com o trabalho de Azevedo (2007), que relata a Sangra d'água, Guapuruvu, Ingá e Jacarandá mimoso como sendo as espécies que se mostraram mais tolerantes à condição de saturação hídrica do solo, aos 6 e 12 meses. No entanto, aos quatro anos após o plantio, apenas o Ingá e a Sangra d'água apresentaram bons resultados de sobrevivência (83,3% e 100% respectivamente) na área 2 (Figura 22), mostrando dessa forma ser mais tolerantes à condição de saturação hídrica do solo, uma vez que esta é a área mais úmida e passou por um período de alagamento em 2006 como relatado por Azevedo (2007).

Vale ressaltar a baixa sobrevivência do Jenipapo (33,3%, 16,6%) nas Áreas 1 e 2, respectivamente (Figura 21 e 22), e a alta sobrevivência na Área 3 (66,6%) (Figura 23), que

contrapõe com Lorenzi (2002), Carvalho (2003) e Martins (2007) os quais citam esta espécie como sendo adaptada a ambientes úmidos.

A elevada mortalidade do Pau jacaré na Área 2 (Figura 22) pode ter ocorrido pelo fato de a espécie não está adaptada a solos sujeitos a inundações, mesmo sendo considerada uma espécie recomendada para restauração de mata ciliar (CARVALHO, 2003). O mesmo ocorre para a Paineira, que é uma espécie pouco exigente quanto ao solo, podendo atingir desenvolvimento satisfatório até em solos de baixa fertilidade química, secos e arenosos, ocorrendo também em solos férteis, profundos e húmidos. Porém não tolera solos com lençol freático superficial, sujeitos a inundações ou várzeas (LORENZI, 2002).

Maximiano (2008), no seu estudo sobre avaliação do crescimento inicial de 29 espécies florestais no entorno de uma nascente pontual, em processo de recuperação no estado de Minas Gerais, também constatou que a maior taxa de mortalidade foi para Pau jacaré. O mesmo não foi verificado para Paineira, citada como espécie entre as que melhor se adaptaram a área, por terem menor porcentagem de morte.

Por fim, a alta taxa de mortalidade do Sacambu, nas três áreas (Figura 21, 22 e 23), pode ser explicada pelo fato desta espécie pertencer a grupos ecológicos mais tardios da sucessão vegetal natural (LORENZI, 1992), cujas espécies apresentam preferência por locais parcialmente sombreados e não expostos diretamente ao sol, conforme ocorrido neste trabalho. Além disso, de acordo com Martins (2007), o Sacambu não é uma espécie recomendada para recuperação de matas ciliares.

De acordo com Levitt (1980), essas diferenças das espécies em relação à resistência ao encharcamento são decorrentes da estrutura do caule que permite difusão rápida do oxigênio da parte aérea para as raízes e a tolerância das raízes à respiração anaeróbica.

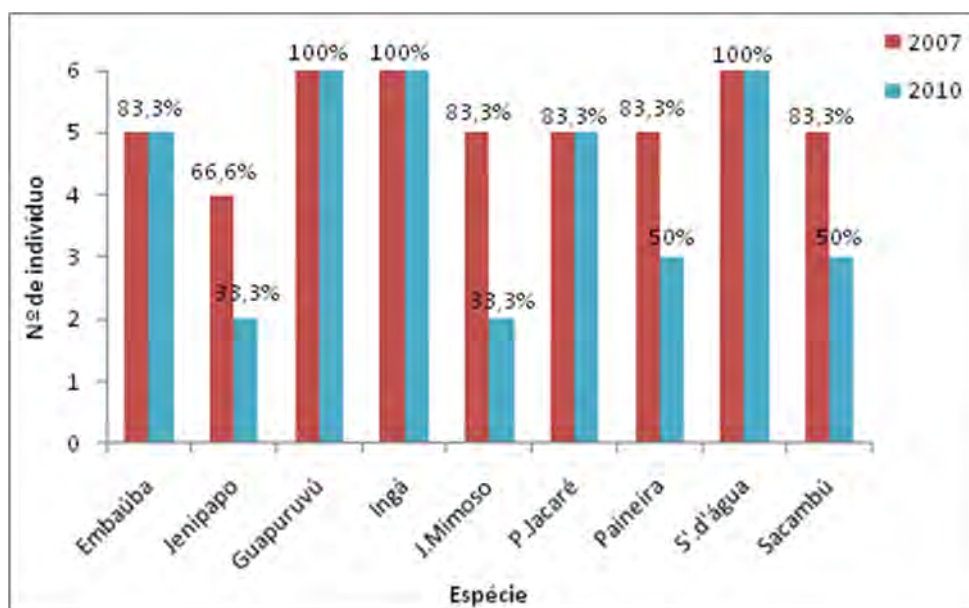


Figura 21: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 1 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

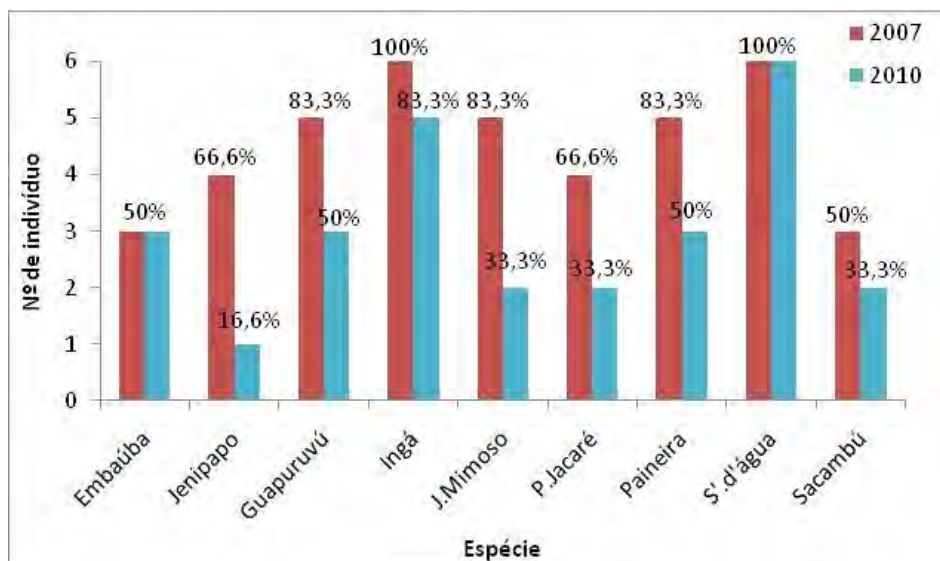


Figura 22: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 2 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

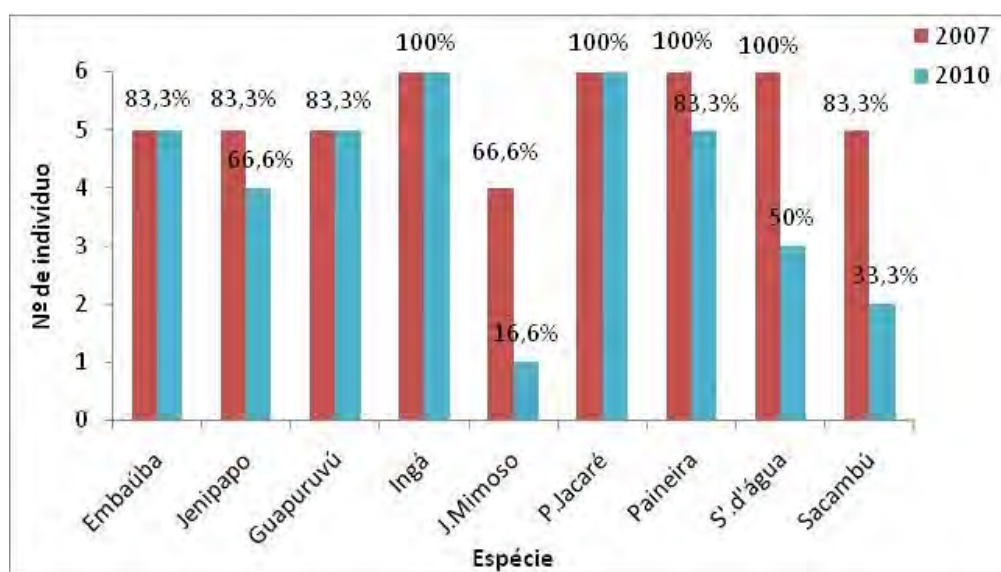


Figura 23: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na Área 3 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

O presente trabalho apresentou resultados que indicam uma tendência de caráter geral, como o comportamento do Ingá em solos sazonalmente sujeitos a encharcamento, porém é necessário realizar mais estudos para conhecer as particularidades de cada região, pois a complexidade de relações existentes num ambiente pode ocasionar condições que fogem do esperado, como a mortalidade do Jenipapo.

5.4 Crescimento das espécies

Com base nos dados da Tabela 12, constatou-se que aos quatro anos após o plantio a média de altura da Embaúba foi significativamente menor na Área 2, quanto ao Guapuruvu, o

maior crescimento foi observado na área 3. Para o Ingá o valor médio da altura foi maior na Área 1 diferindo apenas do menor na Área 3. Já na Sangra d'água, não foram observadas diferenças significativas entre a altura nas diferentes áreas.

Tabela 12: Valores médios de altura (H) e DAP aos quatro anos e área de copa (AC) aos três anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie	Área	H (m)	DAP (cm)	AC (m ²)
Embaúba	1 e 2	7,90 e 6,07*	12,16 e 8,86	6,64 e 1,71
	1 e 3	7,90 e 8,58	12,16 e 12,19	6,64 e 4,51
	2 e 3	6,07 e 8,58*	8,86 e 12,19	1,71 e 4,51*
Guapuruvu	1 e 2	7,53 e 7,00	12,39 e 13,05	12,28 e 8,09*
	1 e 3	7,53 e 10,90*	12,39 e 17,35	12,28 e 8,34*
	2 e 3	7,00 e 10,90*	13,05 e 17,35	8,09 e 8,34
Ingá	1 e 2	5,30 e 4,12	5,68 e 4,71	5,91 e 1,48 *
	1 e 3	5,30 e 3,56 *	5,68 e 2,49 *	5,91 e 3,79
	2 e 3	4,12 e 3,56	4,71 e 2,49	1,48 e 3,79
Sangra d'água	1 e 2	6,45 e 6,77	10,40 e 19,81	16,91 e 3,26 *
	1 e 3	6,45 e 7,60	10,40 e 15,38	16,91 e 8,71
	2 e 3	6,77 e 7,60	19,81 e 15,38	3,26 e 8,71 *

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Para o DAP não foram observadas diferenças significativas entre as áreas para três das quatro espécies avaliadas. Apenas para o Ingá o valor médio da Área 1 foi maior que o da Área 3.

Quanto a área de copa todas as espécies apresentaram diferença significativa entre os valores médios observados para uma ou duas das áreas avaliadas. Para Embaúba o valor médio da Área 3 foi maior que o da área 2. O Guapuruvu apresentou maior área de copa na Área 1, quanto ao Ingá verificou-se diferença entre os valores médios das áreas 1 e 2 e para Sangra d'água a menor área de copa foi observada na Área 2.

Os maiores valores de área de copa foram observados para a Sangra d'água e o guapuruvu. Fator este apreciável em reflorestamentos uma vez que os ramos e folhas fornecem habitat para a fauna e, quando se decompõem, tornam-se uma fonte importante de matéria orgânica para o solo e nutrientes para as plantas (GLIESSMAN, 2001). Também, atenuam os impactos das gotas de chuva, diminuem a velocidade do escoamento superficial, contribuindo para diminuição dos processos erosivos no solo (BARROS *et al.*, 2009). De acordo com Faria (1992) o fato de uma espécie estar classificada como pioneira, do ponto de vista ecológico, não garante, por si só, um perfeito desempenho de espécie sombreadora, quando plantada em sítios perturbados ou degradados. Deve-se levar em conta, além do caráter pioneiro da espécie, o seu ritmo de crescimento e as dimensões da copa.

Em seu estudo sobre o comportamento de algumas espécies plantadas em áreas de recuperação de matas ciliares nas margens do reservatório de UHE Igarapava, no município de Igarapava – SP, Moreira (2002) observou que a sangra d'água apresentou rápido crescimento de área de copa, refletindo num rápido fechamento da floresta e proteção do solo.

O Guapuruvu apesar de apresentar rapidamente uma elevada área de copa fica temporariamente desprovido de folhas no inverno, o que não compromete a proteção do solo, já que, na região, não ocorrem chuvas de grande intensidade durante essa estação. No entanto, Faria (1997) cita que essa queda de folhas e o consequente aumento da incidência de luz sobre o solo, podem resultar em dois aspectos negativos: permanência por mais tempo de plantas

daninhas e manutenção de uma condição de luminosidade indesejável para as espécies clímax, plantadas junto a essas espécies heliófilas.

Considerando os dados ilustrados na Figura 24, pode-se observar que, com exceção do Ingá, todas as espécies apresentaram maior crescimento na Área 3 em praticamente todas as medições realizadas. O Ingá apresentou maior crescimento na Área 1.

Todas as quatro espécies são citadas na literatura e demonstraram no presente trabalho, serem tolerantes a ambientes alagados e intermediários, embora tenha se verificado o maior crescimento ocorrendo nas áreas onde o alagamento é menos intenso, sugerindo preferência delas por ambientes onde o encharcamento ocorre por períodos mais curtos. Corroborando com a afirmação de Joly (1991; 1996) o qual cita que espécies características de florestas aluviais, podem ter o crescimento das plântulas limitado quando estressadas pela inundação, o que vai depender do grau de tolerância de cada espécie (MARQUES *et al.* 2003).

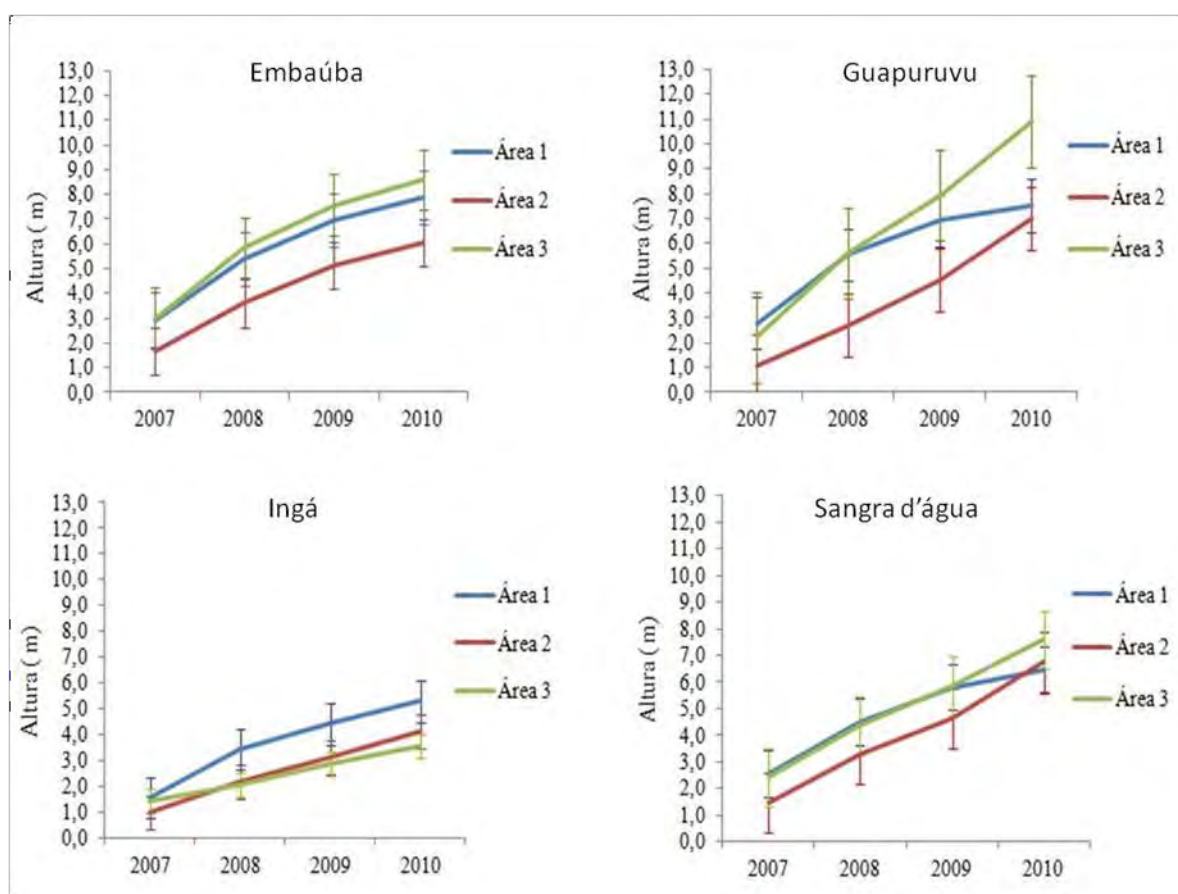


Figura 24: Média de altura dos indivíduos das quatro espécies avaliadas durante quatro anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

A espécie de maior crescimento em altura nas áreas 2 e 3 foi o Guapuruvu, enquanto na área 1 a Embaúba apresentou maior crescimento.

Melo (2007) no seu estudo sobre reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do paranapanema, no estado de São Paulo, encontrou valores de 5,26; 5,97 e 6,07 m para a variável altura média dos reflorestamento com 3 anos. Valores em geral um pouco superiores aos encontrado na área 2 aos 3 anos (4,94 m de média) mas pouco discrepantes dos encontrados nas áreas 1 e 3 (6,02 m e 5,57 m respectivamente).

Entretanto a composição de espécies juntamente com os fatores climáticos e edáficos muito contribuem para esta diferença.

Para todas as áreas o Ingá foi a espécie que apresentou menor crescimento. Pozzobon *et al.*, (2010) em um estudo sobre sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas na planície do rio Itajai-Açu – SC, observaram que das nove espécies pesquisadas, seis se destacaram, entre elas *Inga marginata*, recomendando seu uso em plantio de restauração de ambientes fluviais, em diques marginais pouco alçados, constituídos por solo hidromórfico. No entanto os mesmos autores não recomendam o plantio desta espécie em Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico, em função do seu inexpressivo crescimento nesse solo. Sugerindo que essa espécie não seja adequada para plantio em qualquer tipo de solo sujeito a alagamento, como os avaliados no presente trabalho.

O Guapuruvu é citado por diversos autores como uma espécie de rápido crescimento em altura quanto plantada em reflorestamento. Nascimento (2007) aos 22 meses e Lisboa (2010) aos 52 meses, trabalhando em áreas adjacentes às do presente trabalho, em Seropédica – RJ observaram que o Guapuruvu estava entre as espécies de maior altura de seus experimentos. Contrapondo com Torres (2011), o qual descreve que o crescimento do guapuruvu foi considerado lento, quando comparado com as demais espécies do seu estudo, no Município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

No trabalho de Torres (2011) é também constatado que a Embaúba foi uma das espécies que apresentou maior crescimento em altura, com valor médio de 5,50 m aproximadamente 2 anos após o plantio. Em seu estudo Gonçalves *et al.*, (2005) verificaram que a Embaúba com um ano de plantio apresentava a terceira menor média em altura (1,58 m), mas no segundo ano ela passou para terceira maior média, das dez espécies avaliadas, apresentando um elevado incremento de 3,21 m, que resultou em um valor de 4,78 m de altura total aos 2 anos. Em comparação ao presente estudo, apenas a Área 2, a Embaúba, apresentou menor média em altura no segundo ano, com 3,60 m, as áreas 1 e 3 apresentaram respectivamente 5,38 m e 5,86 m, médias próximas às verificadas por Gonçalves *et al.*, (2005) e Torres (2011).

A Sangra d'água segundo Lorenzi (2002) é uma espécie de crescimento muito rápido, podendo atingir cerca de 4 m de altura aos dois anos de plantio. No presente trabalho foram observados valores superiores a este nas áreas 1 e 3, com valores médios respectivamente de 4,52 m e 4,38 m de altura aos dois anos e inferior para a Área 2, onde o valor encontrado foi de 3,30 m. Dentre as utilizadas em seu trabalho, Maximiano (2008) cita a Sangra d'água entre as espécies que mais se destacaram no crescimento em altura. No estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2002), verificou-se que a Sangra d'água apresenta alta rusticidade, elevado pegamento e rápido desenvolvimento. De acordo com Oliveira (2010) a espécie também apresentou um bom crescimento em locais de alto de morro, no município de Bom Jardim, mostrando a plasticidade de adaptação.

Brégula (2009) cita que o conhecimento acerca do crescimento em altura de espécies nativas é de fundamental importância em trabalhos de recuperação, pois facilita nas tomadas de decisões e mostra o potencial de utilização de tais espécies em projetos de implantação de florestas de produção.

Na Figura 25 observa-se que o Ingá apresentou maior diâmetro ao nível do solo (DNS) na Área 1, ao longo de todas as medições. As demais espécies apresentaram maior crescimento em DNS no decorrer das diferentes medições entre as áreas 1 e 3, exceto para última medição. O maior valor médio de DNS observado foi na Área 3 (14,14 cm), seguida pela Área 2 com 13,33 cm de média de DNS e Área 1 com 12,85 cm de média.

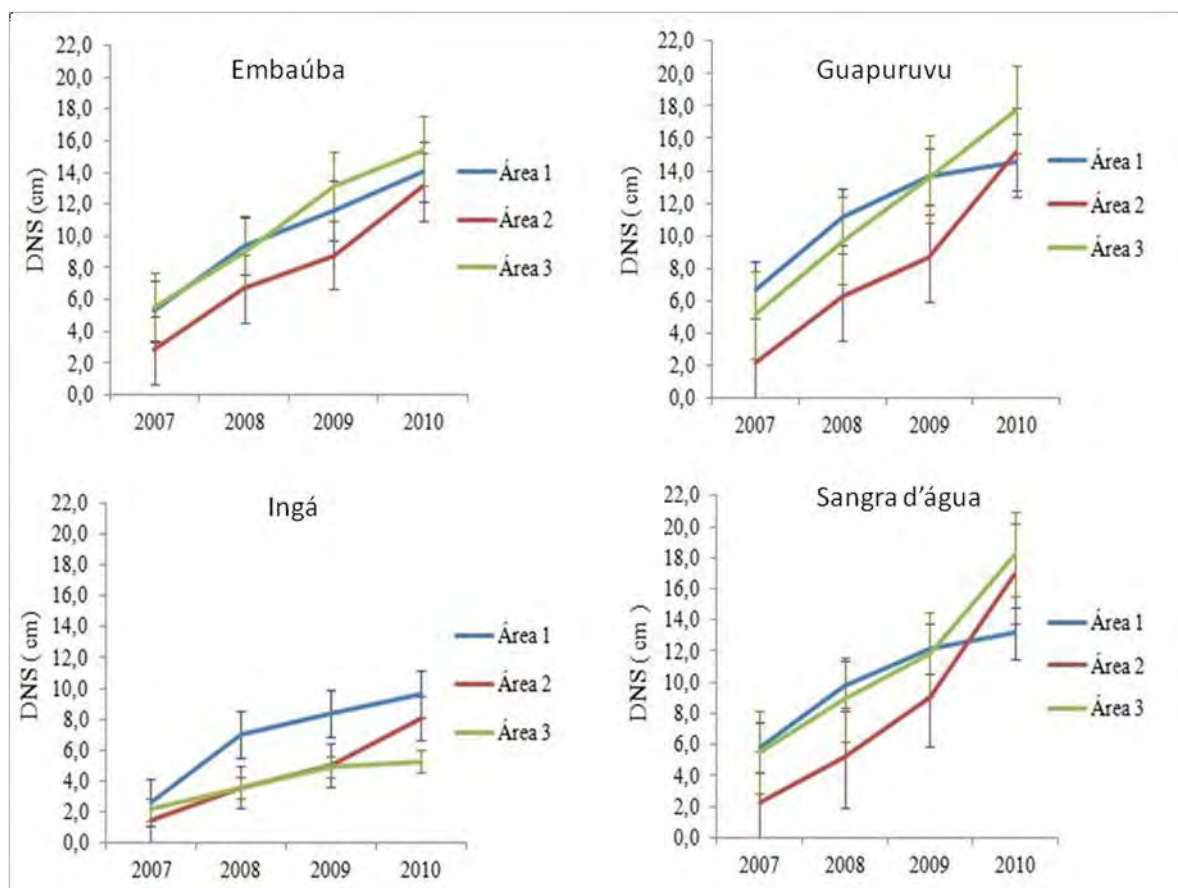


Figura 25: Média de diâmetro ao nível do solo (DNS) dos indivíduos das quatro espécies avaliadas durante quatro anos, nas três áreas de plantio da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

A espécie de maior DNS nas áreas 2 e 3 foi a Sangra d'água, enquanto na Área 1 o Guapuruvu apresentou maior crescimento. O Guapuruvu, assim como o observado para a altura, possui crescimento rápido em DNS na região de Seropédica – RJ, conforme observado por Nascimento (2007) e Lisboa (2010). Em seu estudo Maximiano (2008) destacou a Sangra d'água como uma das espécies de maior crescimento em DNS. Torres (2011) encontrou em seu experimento para a Sangra d'água com aproximadamente dois anos de idade, média de DNS de 8,59 cm, valor próximo ao deste trabalho para as áreas 1 e 3, que apresentaram média de 9,75 cm e 8,91 cm respectivamente. Na Área 3 o DNS foi bem menor com média de 5,15 cm aos dois anos.

O crescimento em diâmetro da Embaúba apresentou valores intermediários quando comparado ao das demais espécies, em todas as três áreas. Considerando que aos dois anos após o plantio os valores médios de DNS nas áreas 1, 2 e 3 eram respectivamente 9,42 cm, 6,68 cm e 8,98 e aos três anos 11,60 cm, 8,81 cm e 13,15 cm, excetuando a Área 2, na qual os valores de DNS foram relativamente mais baixos, outros autores encontraram valores semelhantes aos do presente trabalho para essa espécie em áreas ciliares, como Torres (2011) que verificou DNS médio de 9,87 cm em plantio com aproximadamente dois anos e Sampaio *et al.* (2012) que observou DNS médio de 12,60 cm em área com quase três anos.

O menor crescimento em todas as áreas avaliadas foi o do Ingá. No entanto, o crescimento em DNS observado para essa espécie no presente trabalho encontra-se próximo ao verificado por Uhlmann *et al.* (2007) que em um estudo sobre estabelecimento e desenvolvimento de nove espécies florestais em solo hidromórfico, encontrou para *I.*

marginata, em espaçamento 2 x 1 m, aos dois anos após o plantio, valores médios de diâmetro de 2,47 cm, valor semelhante aos encontrados neste trabalho que foram para as áreas 1, 2 e 3 de 3,43 cm, 2,20 cm e 2,03 cm respectivamente.

Constatou-se coeficiente de correlação de Pearson de 0,89 para as áreas 1 e 2 e 0,86 para área 3 entre o crescimento em altura total e em diâmetro ao nível do solo (DNS), ao longo dos quatro anos de estudo. A alta e forte correlação observada evidencia que as plantas que apresentam maior altura, tendem a apresentar também maior diâmetro em todas as três áreas estudadas.

5.5 Comparação dos métodos de cobertura de copa

As áreas de projeção das copas, pelo método de fotografias hemisféricas, nas três áreas de estudo estão representadas nas figuras 26, 27 e 28.

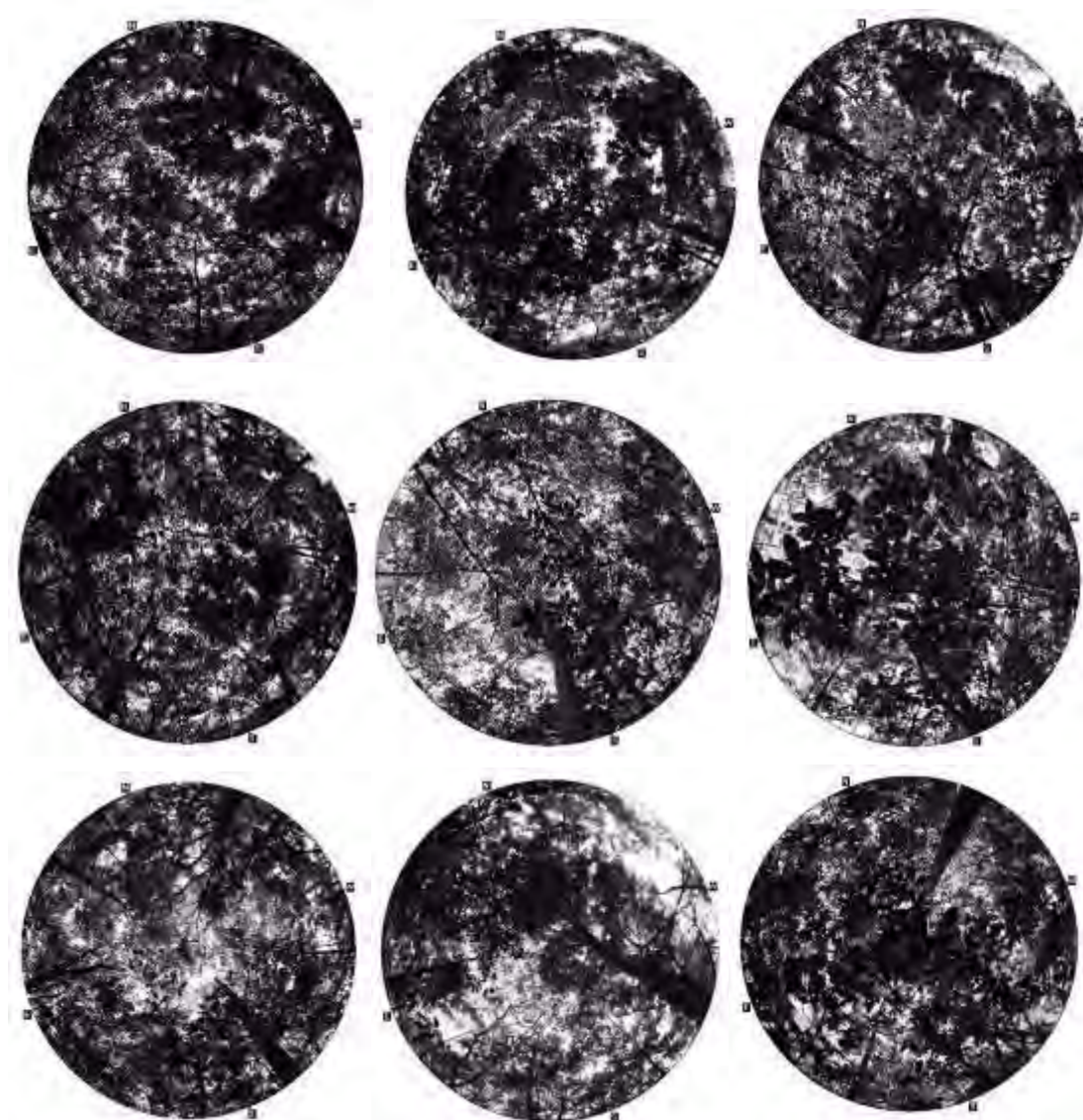


Figura 26: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

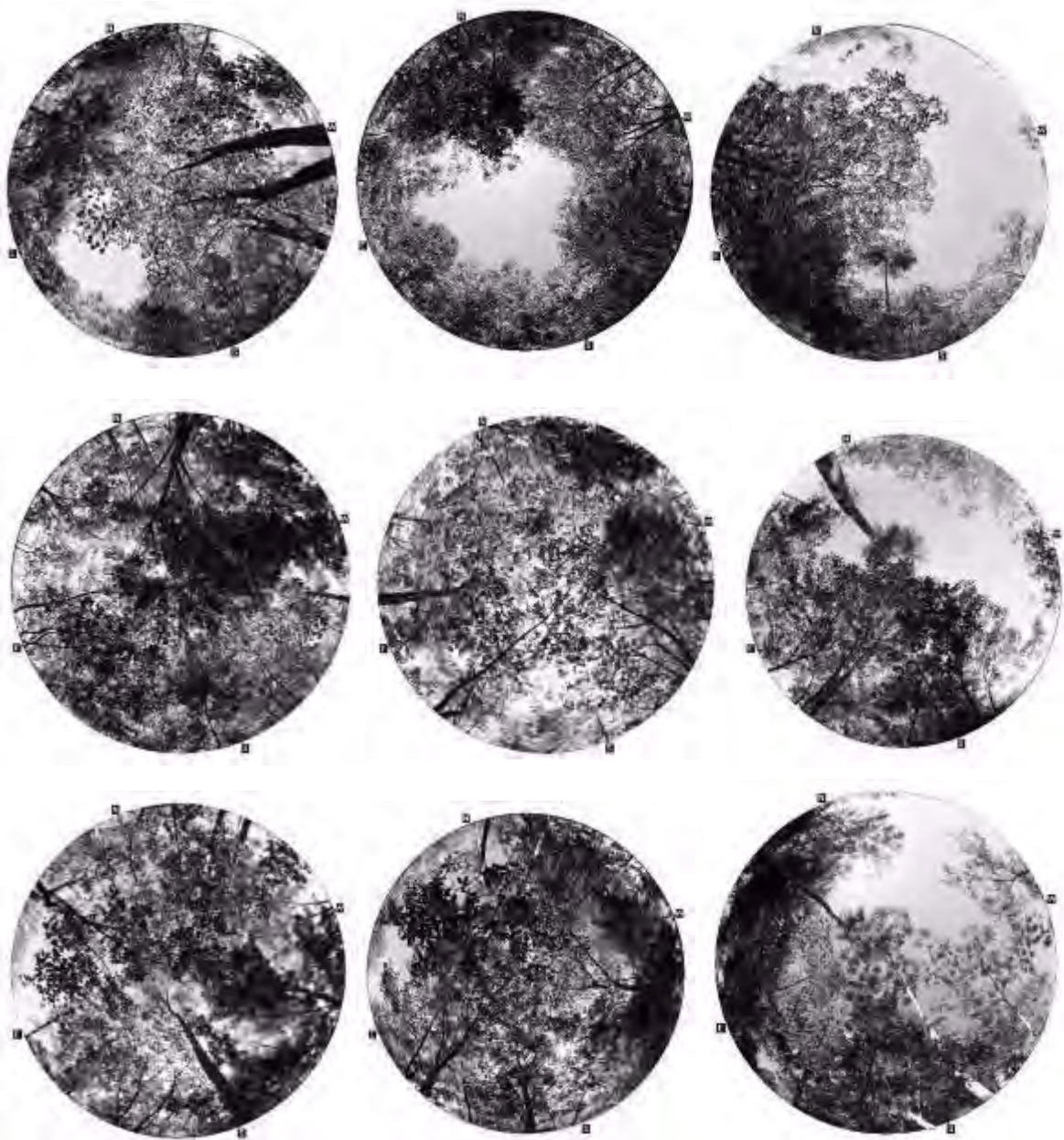


Figura 27: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

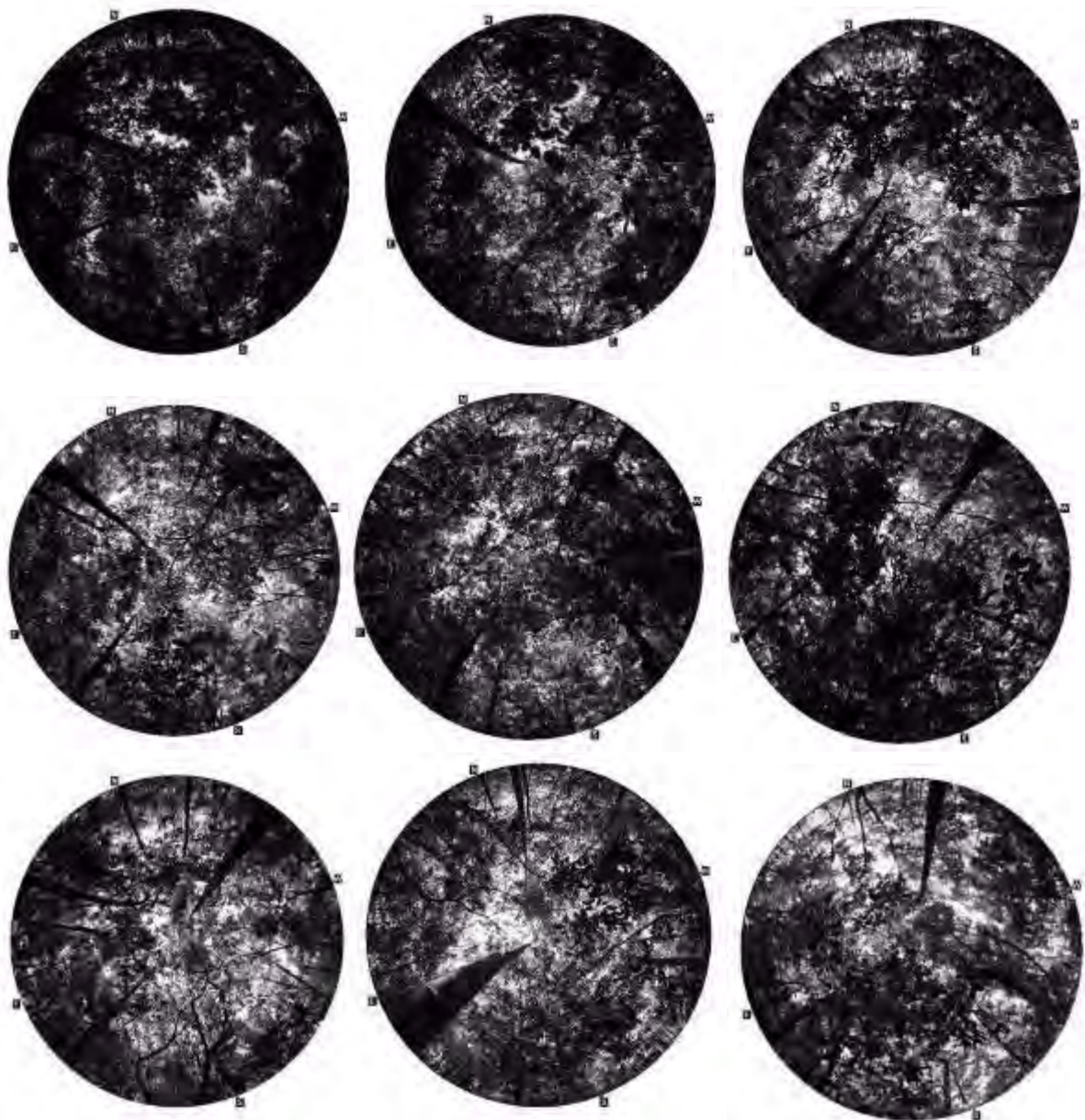


Figura 28: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade, na Área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Através do método de fotografia hemisféricas pode-se verificar que a Área 3 foi a que apresentou um maior valor de índice de cobertura de copa, sendo seguida pelas áreas 1 e 2 respectivamente (Tabela 13). Já pelo método de mensuração da área de copa das plantas a área 1 foi a que apresentou o maior valor de índice de cobertura de copa, sendo seguido pelas áreas, 3 e 2 respectivamente (Tabela 13). No entanto, por meio do teste de correlação de Pearson, observou-se que os valores encontrados pelos dois métodos apresentaram correlação significativa e positiva entre si ($r = 0,613$; $p < 0,01$) (Tabela 13). Pelas observações de campo, visualmente, a Área 3 é onde o solo está mais sombreado pela copa das árvores, seguida da área 1 e 2 respectivamente, corroborando com os valores encontrados pelo método de fotografias hemisféricas.

As principais causas para a correlação entre os dois diferentes métodos utilizados para cálculo do índice de cobertura de copa não terem apresentado valores mais altos, podem ter se

dado pela contribuição dos troncos nas estimativas e a dificuldade de quantificar a interface entre ecossistema e atmosfera no método da fotografia hemisférica (BRÉDA, 2003).

Já no método da mensuração da copa, a sobreposição das mesmas é o fator que mais dificulta a medição exata do comprimento longitudinal e transversal, fazendo com que os valores sejam superestimados ou subestimados.

Tabela 13: Correlação de Pearson entre dois métodos de análise de área foliar aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Local	Índice de Cobertura de Copa	
	Fotografia	Projeção da copa
Área 1	2,237	2,819
Área 2	1,435	1,988
Área 3	2,978	2,485
	r =0,613	p < 0,01

Ainda sobre estes valores, pode-se observar que a Área 2 foi a que apresentou o menor valor em ambos os métodos. Tal fato pode ser explicado pela elevada mortalidade de mudas nesta área e a ausência de replantio, resultando em uma área mais aberta, como pode ser visto na Figura 27. Entretanto, os valores das demais áreas podem ser considerados satisfatórios uma vez que Honzák *et al.* (1996) mencionam valores entre 3,4 a 4,8 para estimativa de índice de cobertura em florestas tropicais utilizando fotografias hemisféricas.

Melo *et al.* (2007), em estudo com reflorestamentos de restauração de matas ciliares na região do Médio Paranapanema, no Estado de São Paulo, encontraram em áreas com três anos valores de cobertura de copa iguais a 115,27%, 163,47% e 179,67%, todos inferiores aos encontrados para as áreas 1 e 3 nesta mesma idade (Tabela 14). Corroborando assim com a afirmação de que estas duas áreas se encontram em bons valores de cobertura de copa.

O mesmo autor cita, ainda, que existe uma boa correlação entre cobertura de copa e a idade do reflorestamento, explicitamente visto neste estudo (Tabela 14). Porém a diferença na composição de espécies utilizadas e na qualidade do sítio, que só poderiam ser detectadas por meio de estudos complementares, principalmente com relação aos solos, converte em diferentes valores de cobertura de copa, como foi o caso destas áreas onde provavelmente a diferença entre os tipos de solos e o grau de hidromorfismo das áreas resultou em diferentes valores de correlações (Tabela 14).

Aliado ao fator de qualidade da área cabe ressaltar que a medição do último ano foi feita em um período diferente das medições anteriores. Nesta época, algumas espécies que apresentam caducifolia, como o Guapuruvu, já estavam sem folhas, resultando em um menor valor de cobertura de copa, e conseqüentemente, menores valores de correlação, exceto para área 2 que é uma área com maior umidade, logo as plantas quase não são influenciadas pelo déficit hídrico (Tabela 14).

De acordo com Barbosa & Faria (2006), em regiões onde a estação inverno (entre os meses de maio a agosto) possui o índice pluviométrico menor, quando comparado as demais estações do ano, a vegetação uma vez exposta a períodos secos prolongados, acaba por permitir a abscisão foliar, uma estratégia para minimizar a menor disponibilidade de água, já que com menos folhas, diminui a taxa de transpiração e conseqüentemente a perda de água.

Tabela 14: Porcentagem de Cobertura de copa, aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Ano	Cobertura de copa (%)		
	Área 1	Área 2	Área 3
1	69,23	15,65	56,94
2	219,03	50,57	143,80
3	339,67	130,05	299,07
4	162,92	180,15	167,52
Correlação	0,46	0,99	0,63
Correlação*	1,00	0,96	1,00

* Refere-se aos valores dos anos 1, 2 e 3.

6. CONCLUSÃO

Foi constatadas a existência de três classes de solos: na área 1, Cambisso Háplico Tb Distrófico; na área 2, Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico e, na área 3, Cambisso Háplico Ta Eutrófico. Quanto ao grau de hidromorfismo essas áreas foram classificadas em não-hidromórficas (áreas 1 e 3) e hidromórfica (área 2).

A elevada profundidade do lençol freático na área 3 possivelmente influenciou pouco na sobrevivência e crescimento das espécies, pois a presença de argila de alta atividade permitiu um tamponamento mais eficiente da umidade do solo, ao contrario da área 2 o qual sua situação de hidromorfismo teve uma grande influência na sobrevivência (50%) e no crescimento das espécies.

Das espécies avaliadas, aquelas que apresentaram elevada mortalidade foram: na área 1 foram Jenipapo e J.mimoso; na área 2, Jenipapo, J.mimoso, P.Jacaré e Sacambú; na área 3, J.mimoso e Sacambú. Portanto não são boas espécies para serem plantadas em áreas com deficiência de drenagem (área 2) e no início de um projeto de recomposição.

Para o parâmetro silvicultural altura total, de modo geral, foi observado maior crescimento nas áreas 1 e 3, sendo as espécies que mais se destacaram o guapuruvu e a embaúba.

Assim como para a altura total, na análise de diâmetro ao nível do solo (DNS) de modo geral foi observado maior crescimento nas áreas 1 e 3, sendo o guapuruvu e a sangra d'água as espécies que apresentaram maior crescimento.

Para a variável área de copa, assim como nas demais variáveis, houve maior crescimento nas áreas 1 e 3, sendo as espécies que apresentaram maiores valores médios a sangra d'água e o guapuruvu. Porém, como o recobrimento do solo é um fator importante no início dos projetos de recomposição, o guapuruvu não deve ser considerando em razão da senescência periódica de suas folhas.

Sendo assim as espécies embaúba, guapuruvu, sangra d'água e ingá podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas de mata ciliar com as características iguais ao deste Cambisso Háplico Tb Distrófico (área 1). Para os Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (área 2) com características físicas e químicas iguais as deste solo, as melhores espécies são guapuruvu e sangra d'água e para os Cambisso Háplico Ta Eutrófico (área 3) com características físicas e químicas iguais as deste solo são embaúba, guapuruvu e sangra d'água as melhores espécies para recuperação, dentre as estudadas neste trabalho.

O método de fotografia hemisférica apresentou boa correlação com o método de projeção de copas e com as idades de plantio, além de gerar valores que traduzem o observado

de campo, sendo assim, indicado como o método mais adequado para estudo de área de copa em reflorestamentos mistos e conseqüentemente para o monitoramento dos reflorestamentos.

7. RECOMENDAÇÕES

Há necessidade de replantio com espécies florestais, para aumentar a densidade nas áreas avaliadas, principalmente na área 2.

A seleção de espécies para área 2 deve ser bastante criteriosa, afim de se obter uma melhor sobrevivência.

Usar como parâmetro para escolha das espécies que serão utilizadas no replantio a lista de espécies encontrada no trabalho intitulado “Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu, RJ” (SALAMENE, 2007).

Na coleta dos dados de projeção de copa, medir mais direções além da norte- sul e leste-oeste, com o intuito de reduzir o erro, pois as copas não formam uma circunferência perfeita.

A medição de copa como indicador para reflorestamentos com espaçamento 2m X 1,5m só deve ser realizada até o segundo ano pós-plantio, pois posteriormente há sobreposição das copas o que inviabiliza a medição em função de falta de acurácia.

Utilizar o banco de plântulas como indicadores para o monitoramento das áreas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB’SABER, A. N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: USP, p. 15-25, 2009.
- ALMEIDA, D. L.; FREIRE, R. L.; CUNHA, L. H.; SANTOS, G. A.; SOBRINHO, N. M. B. A.; EIRA, P. A. Fertilidade do solo In: De Polli, H; Araújo G. S.; Cunha, L. H; Freire, R., L.; Sobrinho, N. M. B. A.; Pereira N. N. C.; Eira P. A. da; Bloise, M. R.; Salek, R. C. Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí: UFRRJ, n.2, 1988, p.13-23. Série Ciências Agrárias
- ALMEIDA, R. O. P. O. **Revegetação de áreas mineradas**: estudo dos procedimentos aplicados em mineração de areia. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ALVARENGA, A. A. et al. **Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of Croton urucurana Baill.** In: southeastern Brazil. Revista *Árvore*, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.
- ALVES, A. G. Ações poluidoras na Bacia do Rio Guandu e suas conseqüências para ETA Guandu. In: SEMINÁRIO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDU: problemas e soluções, Seropédica, **Anais...** 2002. 1 CD-ROM.
- ANA (Agência Nacional de Água). **Programa produtor de água**. Disponível em: www.ana.gov.br. Acesso:21/03/2011.

ART, H. W. (Ed.). **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. Rio Claro: Ed. UNESP, Melhoramentos, 2001. 583 p.

ATTANASIO, C.M. et al. **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas, restauração de matas ciliares**. Piracicaba: Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 2006. 66 p.

AZEVEDO, J. P. A. **Influência de classes de solos no crescimento de espécies florestais para recomposição de mata ciliar**. Seropédica: UFRRJ, 2007.

BARBOSA, J. H. C.; FARIA S. M. Aporte de Serrapilheira ao Solo em Estágios Sucessionais Florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, 2006.

BARDDAL, M.L. **A influência da saturação hídrica na distribuição de 8 espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista aluvial do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. 130 p. Curitiba, Paraná: UFP. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BARROS, L. S. et al. Perdas de solo e água em plantio de *Acacia mangium wild* e savana em Roraima, norte da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 447- 454, 2009.

BELLOTTO, A.; VIANI, R.A.G.; NAVE G.A.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 176-218.

BERES J. M. e HAENI, F. P. Application of ground - penetrating - radar methods in National Working Group for the IGCP Project, 1991. **Ground Water**. 29(3): 375-386.

BERTANI, D. F.; RODRIGUES, R. R.; BATISTA, J. L. F.; SHEPHERD, G. J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.1, p.11-23, 2001.

BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SANTOS, F. A. M. Spatial and Temporal Variation in the Canopy Cover in a Tropical Semi-Deciduous Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 269-276, 2001.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R.S.; DIAS, M.C. & PIMENTA, J.A. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, Sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica** v.17: p. 405-419, 2003.

BONNET, A., RESENDE, A. S., E CURCIO, G. R., **Sistemas de plantio e restauração ambiental empregados no Comperj in Manual de plantio de espécies nativas para o “Corredor ecológico Comperj”**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, p. 65-98, 2009.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.43-52, 1996.

BOTELHO, S. A. et al. Avaliação do crescimento de estrato arbóreo de área degradada revegetada a margem do rio grande, na usina hidrelétrica de Camargo, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.177-185, 2007.

BRASIL. Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 de maio de 2012.

BRÉDA, N. J. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of Experimental Botany**. v. 54, n. 393, p. 2403-2417, 2003.

BRÉGULA, J. P. D. **Efeito da fertilização de plantios na restauração de um ecossistema florestal**. Lavras: UFL, 2009. 40p.

BREWSTER, M. L.; ANNAN, A. P.; GREENHOUSE, J. P.; KUEPER, B. H.; OLHOEFT, G. R.; REDMAN, J. D.; SANDER, K. A. 1995: Observed migration of a Controlled DNAPL Release by Geophysical Methods. **Ground Water**, Vol. 33, n. 6, p. 977-987, 1995.

BRITEZ, R. M. Solos. In: MARQUES, M. C. M. e BRITEZ, R. M. (Orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: UFPR, 2007.

BROOKS, R. T.; KYLER-SNOWMAN, T. D. Forest floor temperature and relative humidity following timber harvesting in southern New England, USA. **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 2008, p. 65-73, 2007.

BUDKE, J. C. **Pulsos de inundação, padrões de diversidade e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil**. 2007. 195 p. Tese (Doutorado em Botânica), Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**, V.12: p.11-33. 1987.

CAMPOS, J.D. & AZEVEDO, J.P.S. Subsídios para a cobrança pelo uso da água dos usuários na Bacia do Rio Guandu, beneficiários das transposições da Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: SEMINÁRIO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDU: problemas e soluções, Seropédica, **Anais** 2002. 1 CD-ROM

CARVALHO, D.A. et al. Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 28, n. 2, p. 329-345, abr./jun. 2005.

CARVALHO, J. Relações entre a distribuição das espécies de diferentes estratos e as características do solo de uma floresta aluvial no Estado do Paraná, Brasil. **Acta botânica. brasílica** 23(1): 1-9. 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA–CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 2003. v.1, 1039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA–CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006. v.2, 627 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA–CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 2008. v.3, 593 p.

CASANOVA, M.T.; BROCK, M.A. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities?. **Plant Ecology**, v.2, p. 41-75, 2000.

CETESB. **Métodos geofísicos** Geofísica aplicada à detecção da contaminação do solo e das águas subterrâneas. Projeto CETESB – GTZ. 1999. 13p.

CESP. **Recomposição de matas nativas pela CESP.** São Paulo-SP, 1992. p. 6 – 13.

CONAMA. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**, 13 de maio de 2002.

CONAMA. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP. **Diário Oficial da União**, 29 de março de 2006.

COSTA, S.S.B. – **Estudo da bacia do Ribeirão Jaragua-MG, com base para a planejamento da conservação das nascentes e matas ciliares**, 2004. 235 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas: sistemas de recuperação com essências nativas.** Campinas: CATI, 1993. 60 p.

CRUCIANI, D.E. **A drenagem na agricultura.** São Paulo: Nobel, 1987. 333p.

CRUCIO, G.R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitossociologia nas Planícies Fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil.** 2006. 488 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CURCIO, G.R. et al. Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da represa do rio Iraí, Pinhais, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, jan./abr. 2007.

DALE, V.H. & S.C. BEYELER. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, 1: 3-10.

DENSLOW, J. S. et al. Growth responses of tropical shrubs to treefall gap environments. **Ecology**, v. 71, n. 1, p. 525-532, 1990.

DANIELS, J.J., ROBERTS, R. AND VENDL, M. Ground penetrating radar for detection of liquid contaminants. **Applied Geophysics**, v. 33, p. 195-207, 1995.

DAVIS, J. L. E ANNAN, A. P. Groundpenetrating radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. **Geophysical Prospecting**. 37(5): 531-551. 1989.

DOOLITTLEA, J.A.; JENKINSONB, B; HOPKINSC, D; ULMERD, M; TUTTLE, W. Hydrogeological investigations with ground-penetrating radar (GPR): Estimating water-table depths and local ground-water flow pattern in areas of coarse-textured soils. *Geoderma*, v. 131, 2006. p. 317-329.

DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de Matas Ciliares: orientações básicas**. São Paulo: IF/Série Registros, n.4, 1990. 14p.

DURIGAN, G. et. Al.. – **Sementes e Mudanças de Árvores Tropicais** – Instituto Florestal - CINP – SMA, JICA – Japan International Cooperation Agency. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 65p.

DURIGAN, G.& SILVEIRA,E.R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, Sp. **Scientia Forestalis**, n.56, p.135-144, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro**: Mapa de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 412p. 2006.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Eds.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas Florestais, 2003. p. 1-26.

FARIA, J.M.R. et al. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos – Itutinga , MG. *Cerne*. v 2, n 1, 1996. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1996.

FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras v.3 n.1.p. 1-20. 1997.

FERREIRA, C. A. G. **Efeito do uso do solo de horizonte A e do gesso no comportamento de espécies florestais em áreas degradadas pela disposição de resíduo de bauxita**. 2001. 124f. Tese (Doutorado em Conservação e Manejo de Recursos), Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.

- FISHER, E., MCMECHAN, G. A. e ANNAN, A. P. Acquisition and processing of wideaperture ground-penetrating radar data. **Geophysics**. 57(3): 495-504. 1992.
- FIGLIOLIA, M. B.; Pinã-Rodrigues, F. C. M. 1995. **Manejo de Sementes de Espécies Arbóreas**. São Paulo: Instituto Florestal, IF- Registros, n.15. 56 p.
- FRANCELINO, M.R.; LANI, J.L.; FIRME SÁ, M.M.; ARANHA, P.R.A.; VILARINHO, E.S. **Estudo do lençol freático utilizando radar de penetração do solo**. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Natal, 2007. p. 305-311.
- FRAZER, G. F., Fournier, R. A., Trofymow, J. A. & Hall, R. J. 2001 A comparison of digital and fisheye photography for analysis of forest structure and gap light transmission. Elsevier Science Publishers. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 109, p. 249-263.
- GALAGEDARA, L.W.; PARKIN, G.W. ; REDMANC, J.D. ; BERTOLDIB, P. von ; ENDRES, A.L. Field studies of the GPR ground wave method for estimating soil water content during irrigation and drainage. **Journal of Hydrology**, v. 301, 2005. p. 182–197.
- GANDOLFO, O. C. B.; SOUZA, L. A. P.; TESSLER, M. G. e RODRIGUES, M. Estratigrafia Rasa da Ilha Comprida (SP): Um Exemplo de Aplicação do GPR. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19(3), p. 251-262, 2001.
- GARCIA, L. C.; REZENDE, M. Q.; PIMENTA, M. A.; MACHADO, R. M.; LEMOS-FILHO, J. P. Heterogeneidade do dossel e quantidade de luz no recrutamento do sub-bosque de uma mata ciliar no Alto São Francisco, Minas Gerais: análise através de fotos hemisféricas. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 99-101, 2007.
- GOÉS, L.G. **Determinação de respostas padrões do georadar em diferentes classes de solos**. Seropédica: UFRRJ. 2008.38 p.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRS, 2001. 563 p.
- GLÓRIA, K. S. **Metodologias Alternativas para Detecção e Localização de Vazamentos** Bol. téc. PETROBRAS, Rio de Janeiro, 45 (2): abr./jun., p. 114-126. 2002.
- GONÇALVES, C. de A.; GOI, S.R.; NETO, J.J. Crescimento e nodulação de *Inga marginata* em resposta a adição de nitrogênio, fósforo e inoculação com rizóbio. **Revista Floresta e Ambiente**, v.6, n.1, p.118-126, jan./dez. 1999.
- GONÇALVES, R.M.G; GIANNOTTI, E.; GIANNOTTI, J.D.I.G.; SILVA, A. A. da. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do córrego da fazenda Itaquí, no município de Santa Gertrudes, São Paulo. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERGA, R. Neotropical secondary Forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.185-206, 2001.

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

GUTIERREZ, A. de S. D. A contribuição do agricultor para o abastecimento urbano de água. **O Agrônomo**, Campinas, 54(1): 45-46, 2002.

HOLANDA, F.S.R.; SANTOS, L.G.C.; SANTOS, A.P.B.C.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G.T. Riparian vegetation affected by bank erosion in the lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n.2, p. 327-336, 2005.

HÓNZAK, M.; LUCAS, R.M.; AMARAL, I.D.O.; CURRAN, P.J.; FOODY, G.M.; AMARAL, S. Estimation of the leaf area index and total biomass of tropical regenerating forest: comparison of methodologies. In: _____. *Amazonian Deforestation and Climate*. Ed. John Wiley. p. 365-381, 1996.

HOWE, H. F. Seed dispersal by fruiting-eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). *Seed dispersal*. New York: Academic Press, 1986. p. 123-183.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 1983. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, Projeto Radambrasil.

IGNÁCIO, E. D.; ATTANÁSIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. **Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares:** Microbacia do Ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 31, p. 219-223, jul. 2007.

INEA (Instituto estadual do Meio Ambiente). **Rio Guandu.** Disponível em: <www.inea.rj.gov.br>. Acesso em: 21 fev. 2011.

INSTITUTO DE BOTÂNICA E FUNDAÇÃO FLORESTAL. **Essências Florestais Nativas de Ocorrência no Estado de São Paulo, Informações Técnicas Sobre:** Sementes, Grupo Ecológico, Fenologia e Produção de Mudanças. São Paulo, 1997.

JACOMINE, P.K.T. SOLOS SOB MATAS CILIARES. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: USP, 2009. p. 271-287.

JOLY, C.A. 1991. Flooding tolerance in tropical trees. P. 23-34. In: M.B. Jackson; D.D. Davies & H. Lambers (eds.). **Plant life under oxygen deprivation:** ecology, physiology and biochemistry. SBP Academic Publishing, The Hague.

JOLY, C.A. 1996. The role of oxygen diffusion to the root system on the flooding tolerance of Brazilian trees. **Revista Brasileira de Biologia** 56: 375-382.

JOLY, C. A. et al. Projeto Jacaré-Pepira: o desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 271-287.

JONCKHEERE, I., FLECK, S., NACKAERTS, K., MUYS, B., COPPING, P., WEISS, M. & BARET, 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. Elsevier Science Publishers. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 121, p. 19-35.

KAGEYAMA, P. Y. et al. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. IPEF - Série Técnica: **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**, Piracicaba, 8(25):1-5, 1989.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F.(Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 249-269.

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.; PORFÍRIO DA SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos**. Colombo: EMBRAPA florestas, 2005. 139 p.

KOLKA, R.K.; NELSON, E. A.; TRETTIN, C.C. Conceptual assessment framework for forested wetland restoration: the Pen Branch experience. **Ecological Engineering**, v.15, p.17-21, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LEAL, C. G.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: LEAL, C. G.; CÂMARA, I. G. **Mata Atlântica biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, 2005. p. 3-11.

LEBLANC, S.G.; CHEN, J.M. A practical scheme for correcting multiple scattering effects on optical LAI measurements. **Agricultural Forest Meteorological**, v. 110, p. 125-139, 2001.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses**. New York: Academic Press, v.2, 1980. 607 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo: FAPESP, 2001.

LIMA JR., E. C. et al. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LIMA, W.P. **Introdução ao manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 1996. 133p. Texto básico para a disciplina de "Manejo de Bacias Hidrográficas". Atualizado por MOSTER, C. jun. 2006.

LISBOA, A.C. **Estoque de carbono em área de recomposição florestal com diferentes espaçamentos de plantio 2010**. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de Mata ciliar do Sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum Ltda – São Paulo, 2002. 384p.il.

LYTLE, D.A.; POFF, N.L. Adaptation to natural flow regimes. **Trends in Ecology and Evolution**, v.19, n.2, p.94-100, 2004.

MACEDO, R. L. G. et al. Planejamento e análises de experimentos agroflorestais. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Ano II, n.3. 2004.

MAGNAGO, L.F.S. et al. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de resting no sudeste do Brasil. **Acta Botânica. Brasilica**. 24(3): 734-746. 2010.

MANTOVANI, W. Recuperação e monitoramento de ecossistemas: escalas de abordagem. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. p. 228-294.

MARCELINO, T.H., SHIRAIWA S., BORGES, W. R., FILHO, N. P., RAITER, F. GPR para a verificação do nível d'água subterrânea em transição Floresta Amazônica e Cerrado. **Acta Amazônica**, v. 35 (3), 367-374, 2005.

MARCONATO, G.M. **Avaliação de quatro métodos de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no município de mineiros do tiête, SP**. 2010. 129 f. Dissertação. (Mestrado) – Instituto de biociências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MARQUES, M.C.M.; SILVA, S.M. & SALINO, A. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta higrófila da bacia do rio Jacaré-Pepira, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** 17: 495-506. 2003.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007. 255 p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, tabuleiros rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.

MAXIMIANO, N.A. **Avaliação do crescimento inicial de vinte e nove espécies florestais no entorno de uma nascente pontual em processo de recuperação**. Incondifentes Mg. Escola Agrotécnica federal incondifentes, 2008.

MCWILLIAM, A.L.C., ROBERTS, J.M., CABRAL, O.M.R., LEITÃO, M.V.B.R., COSTA, A.C.L., MAITELLI, G.T. & ZAMPARONI, C.A.G.P. Leaf area index and aboveground biomass of terra firme rain forest and adjacent clearings in Amazonia. **Functional Ecology**. 7: p.310-317. 1993.

MEDRI, M.E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; COLLI, S.; MULLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI,

M.E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O.A.; PIMENTA, J.A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: 2002. p. 133-172.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R.; SOUZA, A. L. de. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 473-486, 2004.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, 2007.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.321-328, 2007.

MOLOKOBATE, M.S.; HAYNES, R.J. A glasshouse evaluation of the comparative effects of organic amendments, lime and phosphate on alleviation of Al toxicity and P deficiency in an Oxisol. **Journal of Agricultural Science**, v.140, p. 409-417, 2003.

MONTAGU, K. D.; KEARNEY, D.E.; SMITH, R. G. B. The biology and Silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production - a review. Australia. **Forest Ecology and Management**. v. 179, p. 13, 2003.

MONTGOMERY, R. A.; CHAZDON, R. L. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia**, Berlin, v. 131, n. 22, p. 165-174, 2002.

MOREIRA, M.A. **Modelos de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar**. 2002. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

MOREIRA, P.R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004.155p. Dissertação (Mestrado em ciências Biológicas), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, São Paulo.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, p. 853–858, 2000.

NASCIMENTO, D. F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos**. Seropédica. UFRRJ, 2007. 60 p.

NACKAERTS, K.; COPPIN, P.; MUYS, B.; HERMY, M. Sampling methodology for LAI measurements with LAI-2000 in small forest stands, **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 101, n. 4, p. 247-250, 2000.

NAPPO, M. E., GOMES, L. J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras**, v.30, p.1 - 31, 1999

NEBEL, G.; KVIST, L.P.; VANCLAY, J.K.; CHRISTENSEN, H.; FREITAS, L. & RUÍZ, J. Structure and floristic composition of flood plain forests in the Peruvian Amazon. I. Overstorey. **Forest Ecology and Management**, 150: 27-57. 2001.

NETO, C.J.G.; STAPE, J.L.; SILVA, S.R.; HAKAMADA, R.E. **Calibração do uso de fotos hemisféricas, do LAI – 2000 e do Ceptômetro para estimativa do Índice de Área Foliar em plantações de Eucalyptus**. Relatório do Estágio Profissionalizante em Engenharia Florestal. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais, 2007.

NICODEMO, M.L.F; SILVA, V.P.da; SANTOS, P.M; VINHOIS, M.de M.B; FREITAS, A.R & CAPITTI, G.Desenvolvimento inicial de espécies florestais em sistemas silvipastoril na região sudeste. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo,n.60,p.89-92,dez.2009.

NOBIS, M., & HUNZIKER, U. Automatic thresholding for hemispherical canopy photographs base don edge direction. Elsevier Science Publishers. **Agricultural and Forest Meteorology**, V128, p243-250. 2005.

NOGUEIRA, J.C.B., 1977: **Reflorestamento Heterogêneo com Essências Indígenas**. Boletim Técnico. Instituto Florestal. São Paulo, Brazil, 24, 1-17.

OLIVEIRA, A. M. dos S. E BRITO, S.N. **A Geologia de Engenharia**. ABGE, SP, p.166, 1998.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.. Estudo ecológico da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. Lavras-MG. Ver. Cerne 1994, 1(1): 64-72p. In: CHAVES, M.M.F., GOMES, L.J. e NAPPO,M.E. **Reflorestamento misto com essências nativas para recomposição de matas ciliares**. Lavras: UFLA, 31p.

OTTONI, A.B. & OTTONI-NETTO, T.B. O desenvolvimento sustentável da Bacia do Guandu. In: Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: problemas e soluções, Seropédica, **Anais 2002**. 1 CD-ROM

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B. & SILVA, J.M.C. A fauna brasileira ameaçada de extinção: síntese taxonômica e geográfica. In: MACHADO, A.B.M., DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P. (eds.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. p.63-70.

PALMER, M. A.; AMBROSE, R. F.; POFF, N. L. Ecological Theory and Community Restoration. **Restoration Ecology**, v. 5, n.4, p.291-300, 1997.

PEREIRA, A,R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG, e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 180p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PINTO, L.P.; HIROTA, M.; CALMON, M.; RODRIGUES, R.R; ROCHA, R. Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. In: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION,

P.H.S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009. p. 176-218.

POZZOBON, M et al, **Restauração de planícies do rio Itajaí – Açú, SC**: sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas por tipo de solo. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, V.30, n.63, p.171 – 189, ago./out. 2010.

POORTER,H.;GARNIER,E. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. In: PUGNAIRE,F. & VALLADARES,F. (eds.) **Functional plant ecology**. 2 ed. Boca Raton: CRC, 2007. p.67-100.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a Agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

PULITANO, F. M.; DURIGAN, G.; DIAS, L. E. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 419-445.

REIS,L.L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na floresta Nacional de Saracá-Taquera,Porto de Trombetas (PA)**. 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2006.

RICHARDSON, J.L.; WILDING, L.P.; DANIELS, R.B. Recharge and discharge of groundwater in aquic conditions illustrated with flow analysis. **Geoderma**, v.53, 1992. p. 65–78.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 9.760, de 11 de março de 1987. Regulamenta a Lei nº 1.130, de 12 de fevereiro de 1987, localiza as Áreas de Interesse Especial do interior do estado, e define as normas de ocupação a que deverão submeter-se os projetos de loteamento e desmembramentos a que se refere o artigo 13 da Lei Federal nº 6.766/79. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 12 de março de 1987.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 26.058, de 14 de março de 2000. Define as macroregiões ambientais do estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 15 de março de 2000.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 1.130, de 12 de fevereiro de 1987. Define as áreas de interesse especial do estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000 m² (hum milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projetos de parcelamento de solo para fins urbanos, a que se refere o art. 13 da Lei Federal nº 6.766/79. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, 13 de fevereiro de 1987.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, .F. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Mata ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo: FAPESP, 2000. p. 235-247.

RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, F. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.2, n.1, p. 4-15, 1996.

RODRIGUES, R. A. D. ; KLEFASZ, A.; CHAVES, L. M.; YAMAMOTO, Y.; GRANDO, F. L. M. **Reflorestamento de área de reserva legal da fazenda São Francisco no município de São Carlos – SP**. São Carlos, 2002.

SALAMENE, S. **Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do rio guandu, RJ**. 2007. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

SALVADOR, J.L.G. **Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatórios**. IPEF, n.33, p.73-78, 1986.

SAMPAIO, M. T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 879-885, 2012.

SANCHES, L.; ANDRADE, N.L.R. de; NOGUEIRA, J.de S.; BIUDES, M.S.; VOURLITIS, G.L. Índice de área foliar em floresta de transição Amazônia cerrado em diferentes métodos de estimativa. **Ciência e Natura**, UFSM, 30(1): 57 - 69, 2008

SANTOS, H.G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p. il. Inclui apêndices.

SANSONOWSKI, R.C. **A modelagem numérica como instrumento de apoio à avaliação ambiental**. 2003. 121p. Dissertação (Mestrado). Campinas: Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas

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

SEITZ, R. A. **A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas**. In: II Simpósio Nacional de Áreas Degradadas. Curitiba-PR, 1994, p.103 - 110.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001b, 79p.

SERBER, J.B. **Diagnóstico ambiental das atividades do Pólo Industrial de Queimados como subsídio ao Termo de Ajustamento de Conduta na gestão sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, RJ**. 2005. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SILVA, A. M. da. **Reflorestamento ciliar à margem do Reservatório da Hidrelétrica de Ilha Solteira em diferentes modelos de plantio**. 2007. 137 p. Dissertação (mestrado),

Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção.

SILVA, A. M.; SHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: Rima, 2003. 138p.

SILVA, G.H., LEAL, J.W., MONTALVÃO, R.M., BEZERRA, P.E., PIMENTA, O.N. dos S., TASSINARI, C.C.G., FERNADES, C.A.C. **Geologia**. In Projeto RadamBrasil, folha SC 21 Juruena. Rio de Janeiro. P.75-76, 1980.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas&Letras, 2004. p. 347-370.

SIQUEIRA, L. P. de. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado) -. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP. Piracicaba.

SOUZA, M. F.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 19, p. 185-200, 2004.

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

SPURR, S. H. **Forest ecology**. New York: Ronald Press Company, 1964. 352 p.

STEEGE, H. T. **Hemiphot, a programma to analyze vegetation indices, light and light quality from hemispherical photographs**. Tropenbos documents 3. p. 44. The Tropenbos Foundation & Netherlands Utrecht University, Wageningen, 1993.

SUGANUMA, M. S. **Enriquecimento de espécies vegetais em um reflorestamento utilizando serapilheira e solo de florestas maduras**. 2005 Londrina: UEL.

THÉBAUD, C.; STRASBERG, D. Plant dispersal in fragmented landscapes: a field study of wood colonization in rainforest remnants of the Mascarene Archipelago. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, Jr. (Ed.). **Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities**. Chicago: University of Chicago Press, 1997. p. 321-332.

TOPP, G.C; DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines. **Water Resour Research**.16: 574-582, 1980.

TORRES, A.V. **Crescimento de espécies florestais usadas em recomposição de mata ciliar, no município de cachoeiras de macacu, RJ**. Seropédica: UFRRJ. 2008.38 p.

TRICHON, V.; WALTER, J. M. N.; LAUMONIER, Y. Identifying spatial patterns in the tropical rain forest structure using hemispherical photographs. **Plant Ecology**, Dordrecht, v. 137, n. 2, p. 227-244, 1998.

TURCO, R.F. & BLUME, E. Indicators of soil quality. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E. & CARVALHO, J.G (Eds). **Inter-Relação Fertilidade, Biologia do solo e Nutrição de Plantas**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/DCS, 1999, p. 529-550.

TURTON, S. M.; FREIBURGER, H. J. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. **Tropical forest remnants**. Chicago: The University of Chicago, 1997. p. 45-54.

UCHA, J.M., BOTELHO M., VILAS BOAS G. S., RIBEIRO L. P. & SANTANA P. S. Uso do radar penetrante no solo (GPR) na investigação dos solos dos tabuleiros costeiros no litoral norte do estado da Bahia. **Revista brasileira de ciências do solo**, 26: 373-380 2002.

UHLMANN, A. et al. **Restauração de florestas fluviais na bacia do Itajaí**: avaliação do estabelecimento e desempenho inicial de nove espécies florestais em Neossolo flúvico. **Anais...** Caxambu, 2007.

VERA, C. V. M. **Visitação por formigas e produção de néctar nos nectários extraflorais de Croton urucurana Baill (Euphorbiaceae), ao longo de um ano**. 1994. 53f. Monografia (Bacharelado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1994.

VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira**. Salvador: Boletim Técnico - Projeto RadamBrasil, Série Vegetação, n.1, 1982. 85p

VIOLETTE, P. Surface Geophysical Techniques for Aquifers and Wellhead Protection Area Delineation. Report No. EPA/440/12-87/016. Environmental Protection Agency, **Office of Ground Water Protection**, Washington, DC. 1987. 63p.

WASSEIGE, C.; BASTIN, D.; DEFOURNY, P. Seasonal variation of tropical forest LAI based on field measurements in Central African Republic. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 119, p. 181-194, 2003.

WEISS, M., BARET, F., SMITH, G. J., JONCKHEERE, I. & COPPIN, P. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination Part II. Estimation of LAI, errors and sampling. Elsevier Science Publishers. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.121, p37-53. 2003.

WIRTH, R.; WEBER, B.; RYEL, R. J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. **Acta Oecologica**, Paris, v. 22, p. 235-244, 2001.

XAVIER, A.C.; OARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. de. Variação do Índice de Área Foliar em Clones de Eucalipto ao Longo de seu Ciclo de Crescimento. **Revista Árvore**, v. 26, n.4, 2002.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, v.92, p.73-83, 2000.

ZHANG, Y., CHEN, J. M., MILLER, J. R. Determining digital hemispherical photograph exposure for leaf index estimation. Elsevier Science Publishers. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.133, p.166-181. 2005.

9 ANEXOS

Anexo 9.1: Vista geral da área no início do crescimento das mudas no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.



Anexo 9.2: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.3: Vista geral do plantio aos 5 anos de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.4: Vista geral da área no início do crescimento das mudas no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.5: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvíssólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.6: Vista geral do plantio aos 4 anos de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.7 Vista geral da área no início do desenvolvimento das mudas no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.8: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



Anexo 9.9: Descrição geral e característica morfológica do Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011.

Classificação: Cambissolo Háplico Tb Distrófico.

Data: 09/11/2010

Localização: Área reflorestada da Usina Termelétrica Barbosa Lima Sobrinho.

Coordenadas: UTM 23K 639299 / 7486199

Situação e declive no perfil: Trincheira aberta em topo de morrote sob área reflorestada

Altitude: 38 m

Litologia e Formação geológica: Sedimentos de Quaternário

Pedregosidade e rochosidade: Ausentes.

Relevo local: Suave ondulado.

Relevo regional: Plano.

Erosão: Laminar/ Moderada.

Drenagem: Imperfeitamente drenado.

Uso atual: Reflorestamento.

Material de origem: Sedimentos fluvio aluvionais.

Descrito e coletado: Marcio Rocha Francelino e Vanessa Kunz de Azevedo

Descrição Morfológica:

A – 0-18 cm, preto (7,5YR 2,5/1, úmido) e cinza (7,5YR 5/1, seco); franco-argiloarenosa; fraca, média/pequena, blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.

AB –18-30 cm, cinza muito escuro (7,5YR 3/1, úmido) e cinza (7,5YR 6/1, seco); franco-argiloarenosa; fraca, pequena, blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

BA –30-50 cm, marrom (7,5YR 5/4, úmido) e rosa (7,5YR 7/3, seco) areia; fraca, pequena, blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

B1 –50-78 cm, bruno amarelada (10YR 5/4, úmido) e Bruno muito pálido (10YR 8/4, seco) e mosqueado pouco, pequena e difusa, vermelho (2,5YR 4/6, umida) e vermelho (2,5YR 5/8, seca); areia; fraca, média, granular; solta, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

B2 – 78-105 cm, amarelo avermelhado (7,5YR 6/6, úmido) e bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4, seco) e mosqueado comum, pequena e difusa, vermelho (2,5YR 4/8, umida) e vermelho (2,5YR 4/6, seca); fraca, média, blocos subangulares; solta, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

B3 –105+, light Brown (7,5YR 6/4, úmido) e Bruno muito pálido (10YR 8/4, seca) e mosqueado comum/ abundante, média e distinta; vermelho (2,5YR 4/6, úmida) e vermelho (2,5YR 4/8, seca), bruno forte (7,5YR 5/8, úmido) e amarelo (10YR 7/8, seca); franco-arenosa; macia; firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes : Comuns, finas e médias no A; finas e raras no AB e ausente nos demais horizontes.

Anexo 9.10: Descrição geral e característica morfológica do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011.

Classificação: Neossolo flúvico Tb distrófico gleissólico

Data:10/11/2010

Localização: Área de reflorestamento da Usina Termo Elétrica Barbosa Lima Sobrinho

Coordenadas: UTM 23K 639452 / 7486138

Situação e declive no perfil: Trincheira aberta em área plana de baixada (anexo 1B)

Altitude: 20 m

Litologia e Formação geológica: Sedimento quaternário

Pedregosidade e rochiosidade: Ausentes.

Relevo local: Suave ondulado.

Relevo regional: Plano.

Erosão: Laminar.

Drenagem: Muito mal drenado.

Uso atual: Reflorestamento.

Material de origem: Sedimento quaternário fluvial.

Descrito e coletado: Marcio Rocha Francelino e Vanessa Kunz de Azevedo

Descrição Morfológica:

A – 0-20 cm, preto (N2/ seco e úmida); muito argilosa; forte, muito pequena e pequena, granular; dura, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

AC – 20-40 cm, cinza escuro (N4/); muito argilosa; fraca e muito pequena, granular e blocos subangulares; dura/muito dura, firme plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Cg1 – 40-60+cm, cinza (N6/); muito argilosa; maciça; dura, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Observação: Lençol freático aflorando à 60 cm de profundidade

Anexo 9.11: Descrição geral e característica morfológica do Cambissolo Háptico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011.

Classificação: Cambissolo Háptico Ta Eutrófico

Data: 09/11/2010

Localização: Área reflorestada da Usina Termelétrica Barbosa Lima Sobrinho.

Coordenadas: UTM 23K 639570 / 7486138

Situação e declive no perfil: Trincheira aberta em área plana sob reflorestamento (anexo 1A)

Altitude: 24 m

Litologia e Formação geológica: Sedimentos do Holoceno.

Pedregosidade e rochosidade: Ausentes.

Relevo local: Suave ondulado.

Relevo regional: Plano.

Erosão: Não aparente.

Drenagem: Imperfeitamente drenado.

Uso atual: Reflorestamento.

Material de origem: Sedimentos fluvio aluvionais.

Descrito e coletado: Marcio Rocha Francelino e Vanessa Kunz de Azevedo

Descrição Morfológica:

A – 0-30 cm, preto (5YR 2,5/1, úmido) e cinza (10YR 5/1, seco); argilossiltosa; moderada, média/pequena, angular grande e blocos subangulares; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

BA – 30-50 cm, bruno (7,5YR 5/3, úmido) e rosa (7,5YR 7/3, seco) Franco-siltosa; fraca, media, blocos subangulares; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e gradual.

B1 – 50-75 cm, bruno (7,5YR 5/4, úmido) e amarelo claro acizentado (2,5Y 7/4, seco); silte; fraca, média/ grande, blocos angulares e colunar; friavel, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e gradual.

B2 – 75-110 cm, bruno claro (7,5YR 6/4, úmido) e amarelo claro acizentado (2,5Y 7/3, seco); silte; fraca, média, colunar; friável, não plástico e não pegajoso; transição ondulada e clara.

Bc – 110 – 140+, bruno (7,5YR 4/4, úmido) e amarelo claro acizentado (2,5Y 7/4, seco) e mosqueado comum/ abundante, média e distinta; bruno forte (7,5YR 4/6, úmida) e amarelo avermelhado (7,5 YR 6/6, seca); silte; fraca; media para blocos angulares e grande/ muito grande para colunar; friável; não plástico e não pegajoso.