

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

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

DISSERTAÇÃO

**Avaliação do crescimento de nove espécies florestais
utilizadas 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**

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE NOVE ESPÉCIES FLORESTAIS
UTILIZADAS 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
Março de 2011

**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 /08/ 2011

Márcio Rocha Francelino. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ

Silvio Nolasco de Oliveira Neto. Prof. Dr. UFVigosa

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 a minha Lê, por significar TUDO pra mim. Pela angustia de toda semana de ter que ficar longe.

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

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

A 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 a noite e pelas horas das sextas feiras na frente da televisão. Enfim, por me apoiar e me entender nestes anos tão conturbado de mestrado.

Aos amigos Agrônomos em especial ao 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.

A maravilhosa disciplina de Ecologia de campo na Ilha Grande e seus Tutores André Freitas e Alexandra Pires e a 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 a orientada Amita Domiciano, que foram peças fundamentais para que eu conseguisse terminar o mestrado. Que inúmeras vezes ouviram: desculpa gente, to 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.

A pesquisadora Janaina e o professor Lucas pela enorme ajuda na estatística.

A 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.

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

À CAPES pelo custeio de minha bolsa de mestrado e por fim a Rural 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 a 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.

Se graduou 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. **Avaliação do crescimento de nove espécies florestais utilizadas na recomposição da mata ciliar do rio Guandu-RJ**. 2011. 107p. 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 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, indicando as espécies mais adequadas para cada área, através do conhecimento de suas características silviculturais e das suas interações com as diferentes condições ecológicas, serve para preservar a funcionalidade e biodiversidade destes ambientes. Dentro desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de nove espécies florestais (*Cecropia pachystachya* (Embaúba), *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu), *Inga marginata* (Ingá), *Machaerium aculeatum* (Jacarandá mimoso), *Genipa americana* (Jenipapo), *Chorisia speciosa* (Paineira), *Piptadenia gonoacantha* (Pau-jacaré), *Platymiscium floribundum* (Sacambu) e *Croton urucurana* (Sangra-d'água)), em diferentes áreas de reflorestamento com diferentes tipos de solo e níveis de hidromorfia, visando a determinação de seus potenciais para futuros plantios mistos ocorridos as margens dos rios. Inicialmente, foi realizada a descrição morfológica dos perfis, coleta de amostras para análises físicas e químicas, classificação dos solos e nível de hidromorfia. Foram 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 estas áreas foram classificadas quanto não-hidromórficas (áreas 1 e 3) e hidromórfica (área 2). Durante quatro anos após o plantio, foram avaliadas a sobrevivência, altura, diâmetro ao nível do solo e área de copa em dois diferentes métodos. Constatou-se que as espécies se comportaram de maneira diferenciada nas diferentes classes de solos, sendo que no gleissolo as plantas obtiveram a menor taxa de sobrevivência (50 %), chegando a 16,6% de sobrevivência para *Genipa americana* (Jenipapo) sendo assim também foi a área que apresentou menor cobertura de copa. Entre as espécies estudadas, Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré, Paineira, S.d'água e Ingá podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas de mata ciliar com as características iguais ao Cambisso Háplico Tb Distrófico (área 1). Para os Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (área 2) com características físicas e químicas iguais, as melhores espécies são Guapuruvu, S. d'água e P.jacaré e para os Cambisso Háplico Ta Eutrófico (área 3) com características físicas e químicas iguais as deste solo são Embaúba, Guapuruvu, S.d'água e Paineira, as melhores espécies para recuperação, dentre as estudadas neste trabalho. *Inga marginata* (Ingá) foi a espécie que apresentou melhores estratégias distintas de tolerância aos diferentes ambientes. O método de fotografia hemisférica apresentou boa correlação com o método de projeção de copas e com as idades de plantio 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. Evaluation of growth of nine tree species used in restoration of riparian forests river Guandu-RJ. 2010. 107p. Dissertation (Master Science in Environmental Science and Forestry). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The Guandu river with the Paraíba do Sul are the most important rivers in the State of Rio de Janeiro, since they are responsible for water supply system of over 12 million people. Despite its obvious importance hydrological and environmental, the Guandu river has been subjected to an intense process of degradation of the forests which undertakes its environmental services, making it necessary to establish strategies for restoration of these riparian forests. In this sense, develop works that contribute on projects to the restoration of natural vegetation, indicating the species most suitable for each area, through the knowledge of silvicultural characteristics and their interactions with the different ecological conditions, serves to preserve the functionality and biodiversity of these environments. Within this context, this study aimed to evaluate the growth of nine forests species (*Cecropia pachystachya* (Embaúba), *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu), *Inga marginata* (Ingá), *Machaerium aculeatum* (jacarandá mimoso), *Genipa americana* (genipapo), *Chorisia speciosa* (Paineira), *Piptadenia gonoacantha* (pau-jacaré), *Platymiscium floribundum* (Sacambu) e *Croton urucurana* (sangra-d'água)), in different reforestation areas with different ground types and levels of hydromorphic, aimed at determining its potential for future mixed plantings occurred along the river banks. Initially, It was performed the morphological description of the profiles, collection of samples for physical and chemical analyses, ground classification and levels of hydromorphic. These were verified the existence of three ground classes in the area. In the area 1 Cambisso Háplico Tb Distrófico, in the area 2 Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico and in the area 3 Cambisso Háplico Ta Eutrófico. The degree of hydromorphic these areas were classified as non-hydromorphic (areas 1 and 3) and hydromorphic (area 2). The survival, height and diameter at the ground level and canopy area on two different methods. Were evaluated during four years after planting. It was found that species behave differently in different ground classes, in wich gleissolo the plants have the lowest survival rate (50%), reaching 16.6% survival for *Genipa americana* (genipapo) so also was the area that had lower canopy cover. Among the species studied Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré, Paineira, S.d'água and Ingá can be successfully used in the recovery of riparian forests areas with the same characteristics of the Cambisso Háplico Tb Distrófico (area 1). For the Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (area 2) with identical physical and chemical characteristics of the soil, the best species are Guapuruvu, S. d'água and P.jacaré and for Cambisso Háplico Ta Eutrófico (area 3) with equal physical and chemical characteristics of the soil are Embaúba, Guapuruvu, S.d'água and Paineira are the best species to recover, among those studied in this work. *Inga marginata* (Ingá) was the species that showed better tolerance to different strategies for different environments. The method of hemispherical photographs showed a good correlation with the canopy projection method and the ages of planting and thus indicated as an appropriate method to study the canopies in area of mixed reforestation.

Keywords: riparian forests, resetting riparian forests, classes of ground

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	22
Tabela 2: Interpretação dos teores de nutrientes do solo de acordo com Almeida et al (1988) para o estado do Rio de Janeiro.....	25
Tabela 3: 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	28
Tabela 4: Análise física do Cambissolo Háplico Tb Distrófico	32
Tabela 5: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	33
Tabela 6: Análise física do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico	34
Tabela 7: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico, encontrado na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	35
Tabela 8: Análise física do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico	36
Tabela 9: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, encontrado na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	36
Tabela 10: Relação de regimes hídricos e drenagem do solo, altura do lençol freático e grupamentos funcionais de espécies.....	39
Tabela 11: Correlação entre a pluviosidade e flutuação do lençol freático nas três áreas estudadas da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	41
Tabela 12: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo (DNS) para nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área1, da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	46
Tabela 13: Resumo da ANOVA, para a altura média (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	46
Tabela 14: Médias do diâmetro ao nível do solo (DNS) e altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	47
Tabela 15: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos de idade, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	50
Tabela 16: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	51
Tabela 17: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	52
Tabela 18: Resumo da ANOVA, para a variável altura (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	52
Tabela 19: Média do diâmetro ao nível do solo (DNS) e da altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	53
Tabela 20: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	55

Tabela 21: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	56
Tabela 22: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo (DNS) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	58
Tabela 23: Resumo da ANOVA, para a variável altura (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	58
Tabela 24: Média do diâmetro ao nível do solo (DNS) e altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliada durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	59
Tabela 25: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ...	61
Tabela 26: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	62
Tabela 27: Correlação de Pearson entre dois métodos de análise de área foliar aos nos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	67
Tabela 28: Porcentagem de Cobertura de copa aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do Poço de observação. Fonte: Cruciani, 1987.....	18
Figura 2: Diagrama esquemático do princípio de aquisição dos dados de GPR (modificado do manual do RAMAC/GPR, 1997).	19
Figura 3: Localização da UTE Barbosa Lima Sobrinho.	21
Figura 4: Série histórica no período 1987-2007 da precipitação para a região de Seropédica, RJ.	22
Figura 5: Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ.	23
Figura 6: Seção histórica no período 1987-2007 das Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias para a região de Seropédica, RJ.....	23
Figura 7: Disposição das espécies nas áreas 1, 2 e 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	25
Figura 8: Utilização do GRP para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	27
Figura 9: Instalação do poço de observação para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	27
Figura 10: Medição da circunferência ao nível do solo (CNS) utilizando fita métrica e medição da altura utilizando vara graduada, na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	29
Figura 11: Equipamento para captura das fotografias hemisféricas na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	31
Figura 12: Perfil do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	32
Figura 13: Perfil do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico, encontrado na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	34
Figura 14: Perfil do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico, encontrado na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	35
Figura 15: Radargrama da área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	37
Figura 16: Radargrama da área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	38
Figura 17: Radargrama da área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....	38
Figura 18: 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.	40
Figura 19: 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.....	42
Figura 20: Altura média (H) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	61
Figura 21: Área de copa média em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	63
Figura 22: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	64
Figura 23: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.	65

Figura 24: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ. 66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1 MATA CILIAR: FUNÇÃO E ASPECTOS LEGAIS.....	3
3.2 IMPORTÂNCIA DO RIO GUANDU.....	5
3.3 RECOMPOSIÇÃO DA MATA CILIAR.....	6
3.4 MONITORAMENTO DA RECUPERAÇÃO FLORESTAL	13
3.4.1 Cobertura de copa e estimativa do índice de área foliar.....	14
3.4.2 Nível do lençol freático	17
3.5 DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	24
4.3 LEVANTAMENTO DOS SOLOS	25
4.4 MONITORAMENTO DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO.....	26
4.5 SELEÇÃO DAS ESPÉCIES	27
4.6 MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES.....	28
4.7 A ESTIMATIVA DA PORCENTAGEM DA ABERTURA DO DOSSEL OBTIDA A PARTIR DE FOTOS HEMISFÉRICAS	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 ANÁLISE DOS SOLOS	31
5.1.1 Área 1	31
5.1.2 Área 2	33
5.1.3 Área 3	35
5.2 LEITURA DO LENÇOL FREÁTICO	37
5.2.1. Varredura com georadar	37
5.2.2 Poços de observação.....	39
5.3 SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES	42
5.4 DESENVOLVIMENTO DAS ESPÉCIES	46
5.4.1.Área 1	46
5.4.2.Área 2	51
5.4.3.Área 3	57
5.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE COBERTURA DE COPA.....	63
6. CONCLUSÃO.....	68
7. RECOMENDAÇÕES.....	69
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
9 ANEXOS	84

<i>Anexo 9.1: Vista geral da área no início do crescimento das mudas no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 9.2: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 9.3: Vista geral do plantio aos 5 anos de idade no Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Área 1), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ</i>	<i>85</i>
<i>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 SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 9.5: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 9.6: Vista geral do plantio aos 4 anos de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 9.7 Vista geral da área no início do desenvolvimento das mudas no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 9.8: Vista geral do plantio aos 12 meses de idade no Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.....</i>	<i>87</i>
<i>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.</i>	<i>88</i>
<i>Anexo 9.10: Descrição geral e característica morfológica do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da SFE- UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011.....</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 9.11: Descrição geral e característica morfológica do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (Área 3), encontrado na área da SFE- UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ no ano de 2011.</i>	<i>89</i>

1 INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e conseqüente 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 visto claramente no bioma Mata Atlântica, onde atualmente é considerado um dos mais importantes biomas do mundo e também o mais ameaçado, recebendo o título de um *hotspot* para conservação, dado o seu alto grau de endemismos, sua elevada biodiversidade e sua alta taxa de degradação.

Essa degradação resultou num 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 conseqüência 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 à 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 o recurso natural em escassez e mais importante 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 destes ambientes de forma a preservá-lo e recuperá-lo.

Apesar de existir diversos plantios de recuperação voltados para produção de água, poucos são os trabalhos, técnicos e científicos, desenvolvidos especificamente para sua avaliação/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 alta diversidade de espécies vegetais indicadas para restauração de ambientes úmidos degradados.

Neste 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 quanto a características de crescimento de nove 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 dos rios.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o desenvolvimento inicial de nove espécies nativas plantadas em áreas ciliares do rio Guandu, Seropédica-RJ;
- Correlacionar o crescimento e sobrevivência das espécies com o nível do lençol freático;
- Comparar dois diferentes métodos de análise de índice de área foliar.
- Indicar as espécies com melhor desenvolvimento para a recuperação de áreas ciliares, em cada uma das três áreas estudadas.

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, destacar-se: mata ciliares, mata de galeria, florestas ripícolas, florestas ribeirinhas e florestas ripárias.

Entretanto 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. Já 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) cita 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, 2004).

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 de outras, 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) elas são consideradas sistemas frágeis, pois convivem com a freqüente 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; também funciona 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 4771/65, artigo 2º) 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, que define os limites de APPs no entorno de reservatórios artificiais; a medida provisória nº 2.166-67 (BRASIL, 2001), onde estabelece que as áreas de preservação permanente possam ser cobertas ou não por vegetação nativa, desde que tenham a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; a Resolução CONAMA nº 369 de março de 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 9.760/87 regulamenta a Lei Estadual nº 1.130/87 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 são 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.

Mais especificamente para o rio Guandu existe a Lei Estadual nº 3.760, que determina a Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia desse rio. Segundo o artigo 2º dessa Lei, a APA compreenderia todos os terrenos situados numa faixa de largura de 500 metros de ambas as margens em toda a extensão do curso de água, desde a Usina Pereira Passos até a sua desembocadura na Baía de Sepetiba, incluindo os trechos denominados Ribeirão das Lajes (trecho de montante), rio Guandu (trecho intermediário) e Canal de São Francisco (trecho de jusante), assim como as cabeceiras e a faixa de 100 metros de ambas as margens de seus

afluentes. Além disso, o artigo 5º trata da exploração de areia, proibindo essa prática no leito e nas margens do rio Guandu e afluentes.

Tendo assim um grande avanço na adequação da legislação sobre áreas de preservação permanente que juntamente 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 recuperação 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 à política de pagamento por serviços ambientais, a produtores rurais, que estão envolvidos com a produção hídrica no Brasil. Para tanto, o programa apóia, orienta e certifica projetos, que no caso do Rio de Janeiro é 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 14/03/2000, 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 desaguardo 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 & AZEVEDO, 2002).

Até na 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 & OTTONI-NETTO, 2002). Podendo-se, atualmente, dizer que os rios Guandu e 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, incluindo 85% dos habitantes da Região Metropolitana (INEA, 2011).

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 (CEDAE), visto que os custos para tratamento de água muito poluída são altíssimos. Logo, medidas que combatam a causa da poluição são muito mais econômicas 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 recuperação 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 conseqüência 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 conseqüência 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 (SERI), 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 a 1960. Onde foi utilizado 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 reafeiçoar 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.

Então, foi 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 agronômicas 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. 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 indexadas diretrizes para plantios de recuperação 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 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 plúvios 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 & JOLY, 200; MEDRI *et al.*, 2002).

Sendo assim, Lima & Zakia (2001), citam que para recomposição 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 este tipo de necessidade, procuram separar as espécies de mata de galeria 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. Também 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 com 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 sugere Bonnet *et al.* (2009) onde no seu trabalho sobre sistemas de plantio e restauração ambiental empregadas no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) cita 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 recuperação 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 Descrição das espécies estudadas

3.4.1 *Cecropia pachystachya* Trécul (Embaúba): Pertencente à família Moraceae. Possui aproximadamente 25 m de altura, Dap de 45 cm, tronco reto, cilíndrico, e fistulos, com anéis ou cicatrizes foliares grandes, ramificado apenas na região superior apical e uma copa pequena (CARVALHO, 2006). No seu interior, há cavidades que não são contínuas, mas septadas onde vivem formigas agressivas (INSTITUTO DE BOTÂNICA E FUNDAÇÃO FLORESTAL, 1997).

É considerada uma planta perenifólia, heliófita, pioneira de ciclo de vida curto (DURIGAN *et al.*, 1997) e seletiva higrófita. Ocorre naturalmente em solos úmidos, ácidos, orgânicos e pobres, apesar de preferirem terras frescas, com textura arenosa a franco-argilosa (CARVALHO, 2006). É encontrada em matas secundárias, em capoeiras novas situadas junto

a vertentes ou curso d'água, em terrenos baixos com lençol freático superficial e capoeirões, onde é colonizadora, sendo rara no interior da mata primária densa.

Essa espécie se regenera após a passagem do fogo (CARVALHO, 2006). Os frutos são produzidos anualmente em grande quantidade, e são procurados por muitas espécies de pássaros. É considerada de grande importância ecológica para reflorestamentos mistos com essências nativas de áreas degradadas de preservação permanente, podendo ser utilizada como madeira serrada e roliça, energia, celulose e papel, constituintes fitoquímicos, alimentação animal e humana, apícola, medicinal e paisagismo (CARVALHO, 2006). Altamente suscetível a geadas. Não tem valor comercial significativo (DURIGAN *et al.*, 1997).

3.4.2 *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake (Guapuruvu): Pertencente à família Caesalpinioideae, comumente encontrada com 10 m a 25 m de altura, mas pode atingir até 40 m de altura e com 30 cm a 60 cm de DAP, podendo atingir até 120 cm ou mais de DAP (CARVALHO, 2003).

É uma árvore não muito longeva de tronco cilíndrico e reto, marcado por cicatrizes foliares, podendo apresentar sapopemas. Possui ramificação só no alto, classificada como cimosa. Copa característica, muito ampla de formato umbeliforme (CARVALHO, 2003).

É considerada uma planta semicaducifólia, heliófita, pioneira e seletiva higrófila, característica e exclusiva de Mata Atlântica. É rara ao longo de encostas íngremes e topos de morros e bastante freqüente nas planícies aluviais ao longo de rios (LORENZI, 2002). Nas depressões das encostas e em grandes clareiras chega a formar densos agrupamentos. É comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras altas e florestas secundárias (CARVALHO, 2003), sendo rara na floresta primária densa.

Prefere solos férteis, profundos e úmidos, bem drenados e com textura franca a argilosa. Solos rasos, de baixa fertilidade química, de textura arenosa ou demasiadamente seca são inadequados para a espécie (CARVALHO, 2003).

Sob condições microclimáticas, é medianamente tolerante ao frio (CARVALHO, 2003).

É uma das plantas nativas de mais rápido crescimento e ótima para reflorestamento de matas ciliares não sujeitos à inundação (CARVALHO, 2003), de preservação permanente em composições mistas uma vez que pode ser plantada a pleno sol, em plantio puro e em plantio misto, principalmente no tutoramento de espécies secundárias e climáces (CARVALHO, 2003).

3.4.3 *Inga marginata* Willd. (Ingá): Pertence à família Mimosaceae. Os indivíduos podem chegar a ter 20 m de altura e 50 cm de DAP (CARVALHO, 2006).

Copa ampla, arredondada, com ramos glabros, densifoliada e de cor intensamente verde escura (CARVALHO, 2006).

Considerada uma planta perenifólia, heliófita, pioneira, seletiva higrófila e medianamente tolerante a geadas, no estágio jovem (CARVALHO, 2006).

É características de planícies aluviais e beira de rios da floresta pluvial atlântica, apresentam nítida preferência por solos bastante úmidos e até brejosos, ocorrendo quase exclusivamente em formações secundárias (capoeiras e capoeirões), sendo comum nas florestas semi devastadas (CARVALHO, 2006).

Ocorre naturalmente, em vários tipos de solos com textura leve a pesada, suportando solos ácidos e mal drenados (CARVALHO, 2006).

Como planta pioneira adaptada a solos úmidos, é ótima para plantios mistos em áreas ciliares degradadas, pois contribui para a fertilidade dos solos e auxilia na recuperação dos solos pobres ou esgotados pelo cultivo, suportando encharcamento e inundação

(CARVALHO, 2006). Produz anualmente grande quantidade de frutos comestíveis e também muito procurados por animais.

Essa espécie também é utilizada em sistemas agroflorestais para sombreamento, na alimentação animal, alimentação humana, fins apícolas e medicinal. Possui uso na indústria de madeira serrada e roliça, energia, celulose e papel e de tanantes (casca) além do uso paisagístico. Apresenta porte adequado e excelente sombra, sendo indicada para arborização de ruas, de parques ou de campos onde haja suficiente espaço para seu bom desenvolvimento (CARVALHO, 2006).

Dentre as espécies arbustivas e arbóreas da América Latina estudadas, o gênero *Inga* é um dos que compreendem o maior número de espécies. Muitas dessas espécies apresentam crescimento rápido e são tolerantes a solos ácidos (LAWRENCE *et al.*, 1995 apud GONÇALVES, GOI e NETO, 1999). Algumas têm características medicinais, frutíferas e melíferas, sendo também indicadas para produção de lenha, carvão, caixotaria, brinquedos, recomposição da cobertura vegetal de áreas degradadas (CARVALHO, 1994) e mesmo para arborização urbana (LORENZI, 1992). *Inga marginata*, por sua vez, é uma espécie nativa da Mata Atlântica, indicada para recomposição de matas ciliares, sendo capaz de suportar encharcamento e inundações temporárias (DURIGAN, 1990, apud GONÇALVES, GOI e NETO, 1999).

3.4.4 *Machaerium aculeatum* Raddi (Jacarandá mimoso): Pertencente à família Fabaceae. É uma planta espinhenta de 6-12m de altura, com tronco de 30-40 cm de diâmetro. Decídua ou semidecídua, heliófita, pioneira e indiferente às condições do solo. Ocorre quase que exclusivamente em formações secundárias abertas, chegando a vegetar nas piores condições de solo possíveis, como pedreiras, barrancos de estradas, e até em áreas raspadas de subsolo e podem ser encontradas também em várzeas úmidas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis e como planta pioneira é muita rústica, deve ser presença indispensável nos plantios mistos de áreas degradadas de preservação permanentes. (LORENZI, 2002)

Machaerium, cujas espécies são popularmente conhecidas como jacarandá, é um dos maiores gêneros arbóreos tropicais de Fabaceae, com aproximadamente 130 táxons (LEWIS *et al.*, 2005). Várias de suas espécies são encontradas em diferentes ambientes vegetacionais (BORTOLUZZI *et al.*, 2004) e são utilizadas para variados fins, dentre os quais a recomposição de áreas degradadas (LORENZI 1992, 1998; POTT & POTT 1994).

3.4.5 *Genipa americana* linnaeus. (Jenipapo): Pertencente à família Rubiaceae. Apresenta altura de 5 a 15 m, podendo atingir 30 m e DAP de 20 a 60 cm, podendo atingir 90 cm (CARVALHO, 2003).

Possui tronco reto e cilíndrico. Copa estreita, arredondada, com folhagem característica. Fruto carnoso, de consistência mole, suculento, com polpa abundante (CARVALHO, 2003).

É uma planta heliófita, seletiva higrófito e clímax, segundo Lorenzi (2002). Entretanto, Carvalho (2003) descreve que a posição desta espécie nos grupos ecológicos é discutida por vários autores, podendo ser citada como pioneira, secundária inicial e secundária tardia.

É comum na floresta secundária e rara na primária, apresentando intensa regeneração em capoeirões, áreas de atividade antrópica ou colonizando áreas abertas (CARVALHO, 2003). Também é característica das florestas pluviais e semidecídua situadas em várzeas úmidas e brejosas (LORENZI, 2002), e também na parte seca (CARVALHO, 2003). Apresenta posição média ou superior no dossel das florestas (CARVALHO, 2003). Apresenta alta plasticidade ecológica, ocorrendo em várias formações florestais em toda a América Tropical (CARVALHO, 2003).

É considerada uma espécie rústica, pouco exigente quanto às propriedades físicas dos solos. Desenvolve-se em solos permeáveis, superficiais a moderadamente profundos e ácidos. Prefere terrenos úmidos, encharcados ou inundáveis, abeira de rios, nas baixadas, em terrenos de aluvião. Tolerar solo com lençol freático a aproximadamente 1,50 m de profundidade (CARVALHO, 2003).

Segundo Carvalho (2003), em plantios experimentais, no Paraná, o Jenipapo tem crescido melhor em solos de fertilidade química elevada, bem drenados e com textura de franco a argiloso.

Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, sendo muito útil para plantios mistos, áreas brejosas e degradadas de preservação permanente, visto fornecer abundante alimentação para fauna em geral (LORENZI, 2002), sendo fundamental na recomposição de matas ciliares, em margens de represas com piscicultura e de açudes, pois seus frutos são fonte de alimento para várias espécies de peixe, principalmente ao pacu (*Colossoma mitrei*) (CARVALHO, 2003).

Também é utilizado para alimentação humana e animal, medicinal, energia, apícola, artesanal, madeira serrada e roliça, substâncias tanantes e outros (CARVALHO, 2003).

3.4.6 *Chorisia speciosa* A. Saint-Hilaire (Paineira): Pertencente à família Malvaceae. Geralmente possui altura entre 10 m a 15 m, podendo atingir 20 m a 30 m e dap entre 30 a 60 cm, podendo atingir 120 cm ou mais (CARVALHO, 2003).

É uma árvore de grande porte, não muito longeva, de tronco cilíndrico, reto, grosso, às vezes um tanto barrigudo e em forma de garrafa, armado de fortes acúleos dispersos ao longo do tronco, e com base reforçada. Nas árvores velhas ocorrem ocos, onde se abrigam animais na base do tronco. Possui copa caducifoliada, ampla, arredondada e bastante frondosa (CARVALHO, 2003).

Planta caducifolia, heliófita, tolerante a alguma sombra no seu estágio inicial de desenvolvimento (CARVALHO, 2003), porém, não se desenvolve sem a presença de luz direta (DURIGAN *et. al.*, 1997), seletiva higrófito, secundária inicial, ocorre tanto no interior da floresta primária densa, como em formações secundárias ocupando clareiras e às vezes colonizando áreas abertas, mas geralmente com baixa densidade de adultos na comunidade (DURIGAN *et. al.*, 1997).

Segundo Carvalho (1994) a Paineira é pouco exigente quanto ao solo, podendo atingir desenvolvimento satisfatório até em solos de baixa fertilidade natural, secos e arenosos. Ocorre também em solos férteis, profundos e húmidos, com textura arenosa, franca a argilosa.

Prefere solos bem drenados e não tolera solos com lençol freático superficial, sujeitos a inundação ou várzeas. É indicada para plantio em áreas com o solo permanentemente encharcado (CARVALHO, 2003). Já Lorenzi (1992), cita que esta espécie prefere solos férteis de planícies aluviais e fundos de vales e Durigan (1997), descreve que a mesma ocorre tanto em terrenos secos de encostas como às margens dos rios, em solos úmidos.

Possui ampla distribuição, porém não é muito abundante (CARVALHO, 2003). Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, que são amplamente disseminadas pelo vento graças à sua fixação à paina. É recomendada para plantios mistos em matas ciliares, nascentes e áreas degradadas de preservação permanente, uma vez que atrai muitas aves, principalmente os periquitos, que costumam catar as sementes sob a paina úmida extraalhandando as cápsulas imaturas (CARVALHO, 2003).

3.4.7 *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. (Pau-jacaré): Pertence à família Mimosoideae. Possui altura entre 8 m a 20 m de altura e DAP de 20 a 50 cm de, podendo atingir até 30 m de altura e 90 cm de DAP, na idade adulta (CARVALHO, 2003).

Possui tronco reto, normalmente tortuoso, com cristas aculeadas, características, por toda a extensão. Fuste normalmente curto, ou com multitrancos, quando isolado. Copa irregular, estreita, umbeliforme, com acúleos nos ramos finos (CARVALHO, 2003).

É uma planta semidecídua, pioneira, heliófita e seletiva, não tolera baixas temperaturas, ocorre quase exclusivamente em associações secundárias como capoeiras e capoeirões. Invade terrenos abandonados. É uma espécie tipicamente gregária (CARVALHO, 2003). Inexiste no cerrado (LORRENZI, 2002)

Vegeta naturalmente em solos férteis e pobres, entretanto em plantios tem crescido melhor em solos de fertilidade química média a alta, com propriedades físicas adequadas, como bem drenados e com textura que varia de arenoso-argilosa a argilosa (CARVALHO, 2003).

Por ser uma planta pioneira de rápido crescimento, é indispensável nos reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Apresenta sistema radicular profundo, permitindo obter água e nutrientes nos diversos horizontes do solo, explicando sua capacidade para viver em terras fracas (CARVALHO, 2003).

Essa espécie é também recomendada para restauração de mata ciliar, em solos não sujeitos a inundação e em sistemas agroflorestais, para sombreamento de cafezais em arborização de culturas, barreiras e cerca vivas (CARVALHO, 2003).

3.4.8 *Platymiscium floribundum* Vogel (Sacambu): Pertence à família Fabaceae. Possui altura de 10-20m, com tronco reto, de 40-50 cm de diâmetro.

É uma planta perenifólia, seletiva higrófila, pouco freqüente, ocorrendo principalmente nas planícies aluviais, várzeas úmidas e início de encostas. Vegeta quase que exclusivamente no interior da floresta primária densa e pode ser empregada em reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. (LORENZI, 2002)

3.4.9 *Croton urucurana* Baill (Sangra-d'água): Pertencente à família Euphorbiaceae.

Possui altura de 7 -14m, com tronco de 25-35cm de diâmetro.

É uma planta decídua, heliófita, pioneira, seletiva higrófila, características de terrenos muito úmidos e brejosos. Ocorre quase que exclusivamente em formações secundárias como capoeiras e capoeirões, onde chega a formar populações quase puras. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, sendo dispersa através de deiscência explosiva dos frutos e, evidenciando-se a dispersão por hidrocória (LORENZI, 2002).

Ótima para plantios mistos em matas ciliares degradadas (LORENZI, 2002).

3.5 Monitoramento da recuperação florestal

Monitoramento é definido como o conjunto de ações ou procedimentos destinados a avaliar o sucesso ou avanço da recuperação 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 recuperação 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 recuperação (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 se desconhece se alcançaram seus objetivos, 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 indicador ambiental 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, está relacionada a condução ou estado atual da implantação vegetal. Embora exista muitas características desejáveis que um indicador deve 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 limita as avaliações do sucesso da restauração a comunidade vegetal (SIQUEIRA, 2002). Fato claramente entendido, uma vez que as plantas são a base de todo processo de restauração (YOUNG, 2000).

A maioria dos trabalhos analisa a restauração 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 restauração 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 re-mediações 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 desenvolvimento do projeto (SIQUEIRA, 2002).

3.5.1 Cobertura de copa e estimativa do índice de área foliar

A cobertura de copas 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 restauração florestal como cita 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, positiva 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; PIMENTA & SANTOS, 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, pode-se dizer que cada método possui suas dificuldades e vantagens e de acordo com Jennings *et al.* (1999), que estudou 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), cita 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).

3.5.2 Nível do lençol freático

A água é um fator essencial para 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 desenvolvimento. 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.

A Figura 1 mostra o esquema de um poço de observação

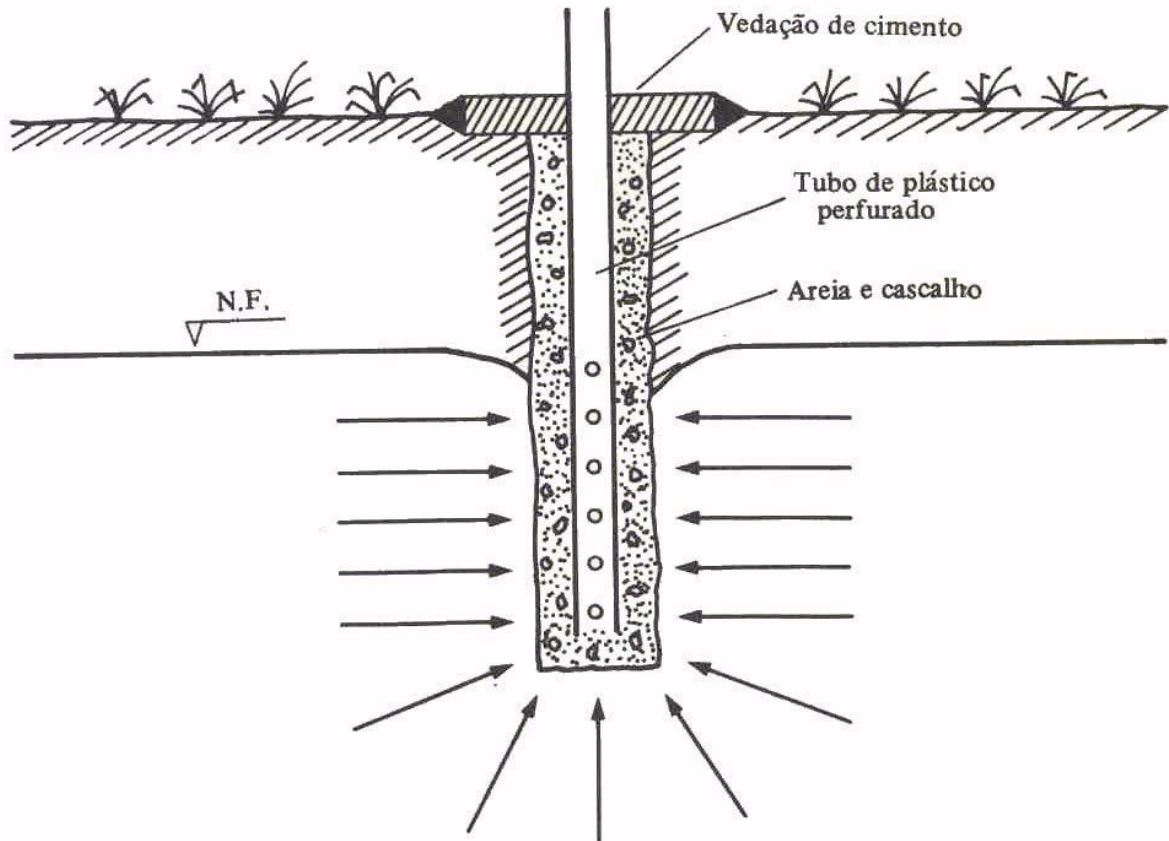


Figura 1: Esquema do Poço de observação. Fonte: Cruciani, 1987.

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 discontinuidades 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).

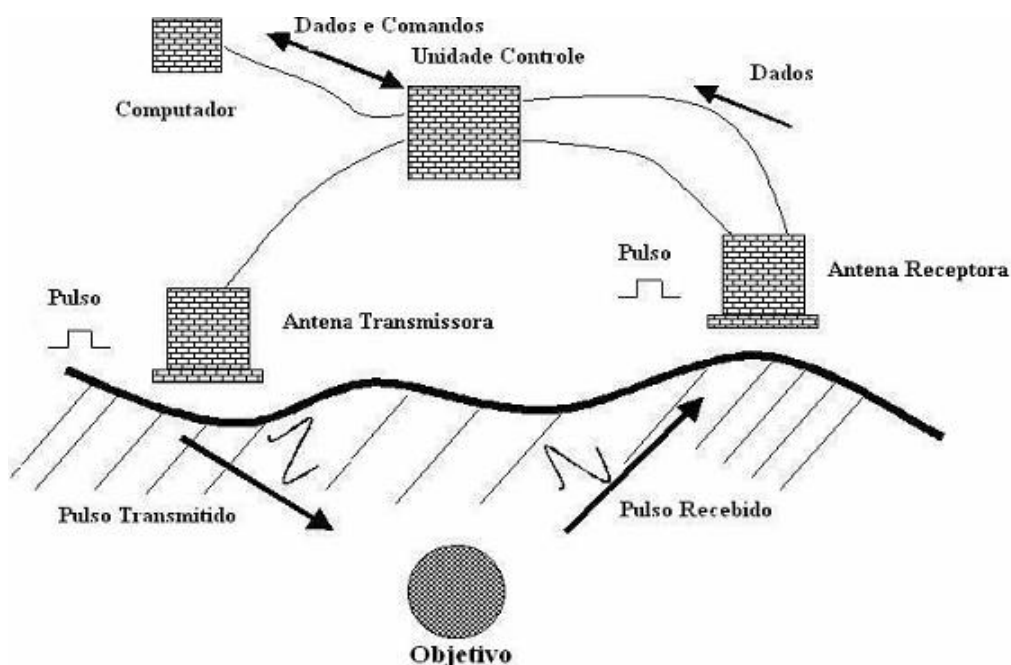


Figura 2: Diagrama esquemático do princípio de aquisição dos dados de GPR (modificado do manual do RAMAC/GPR, 1997).

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 & 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 refletores 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, situada no Município de Seropédica-RJ (Figura 3).

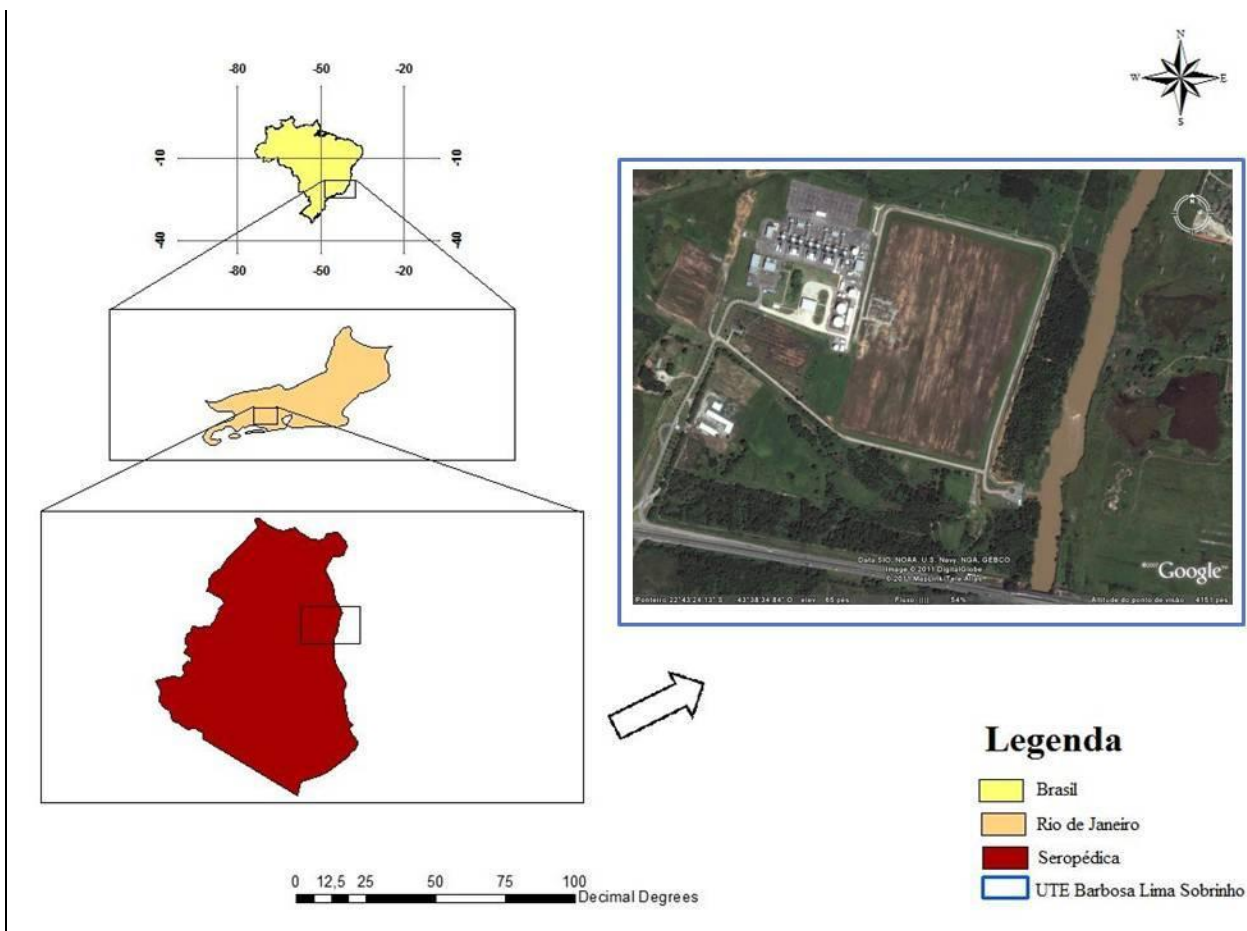


Figura 3: Localização da UTE Barbosa Lima Sobrinho.

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 (Figura 4). 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 5). Na Figura 6 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 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 (oC)	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
Maio	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

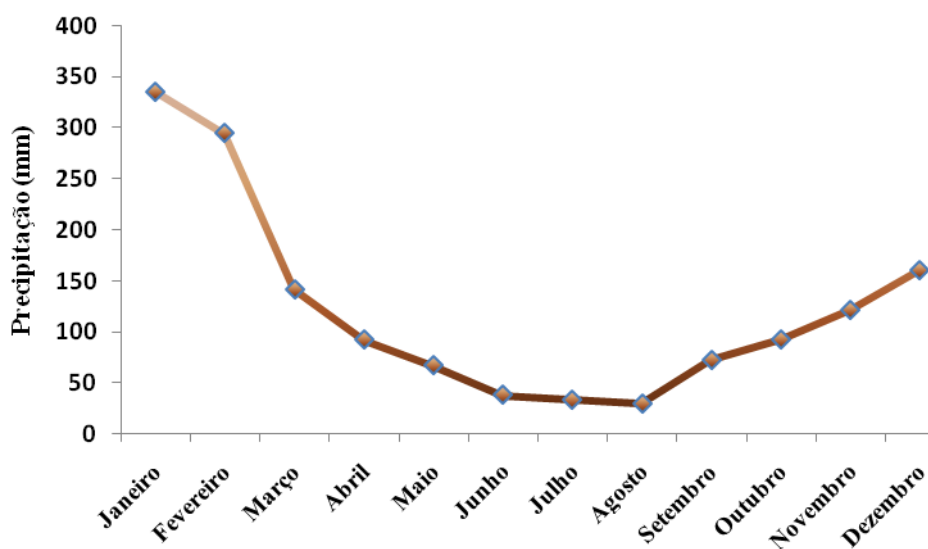


Figura 4: Série histórica no período 1987-2007 da precipitação para a região de Seropédica, RJ.

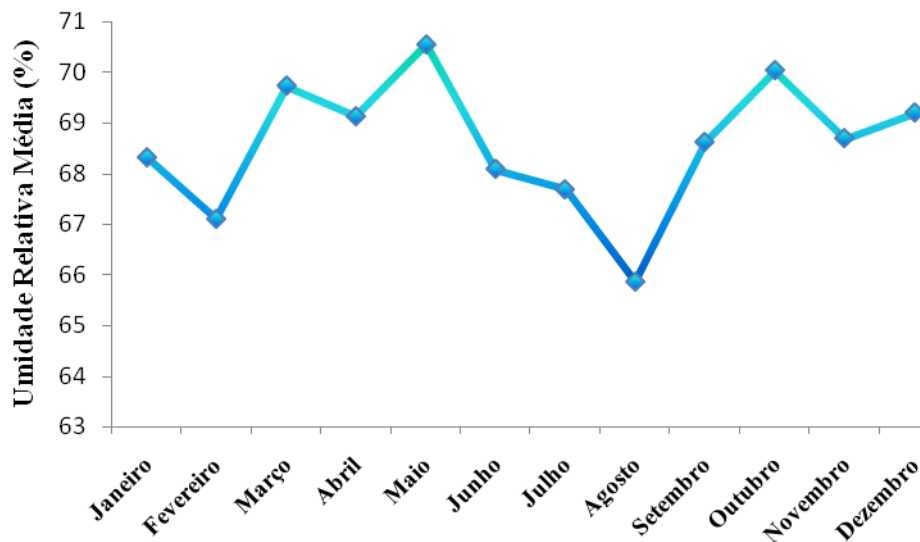


Figura 5: Seção histórica no período 1987-2007 da umidade relativa do ar para a região de Seropédica, RJ.

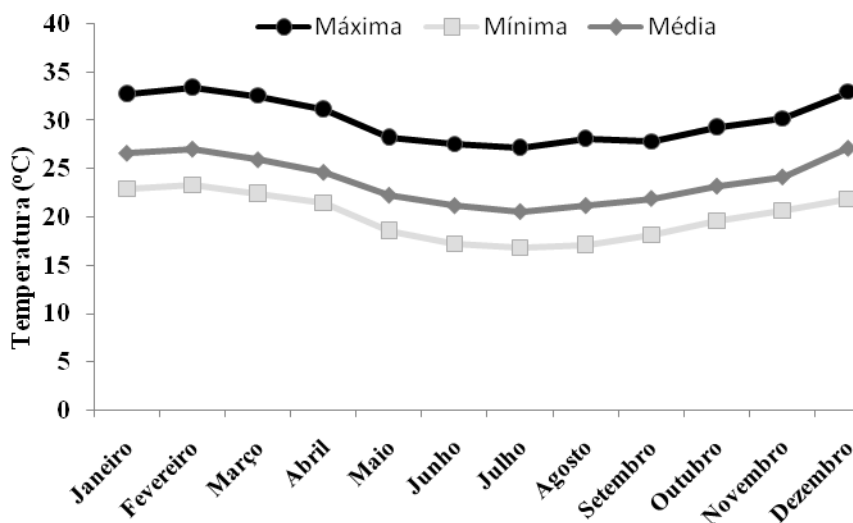


Figura 6: Seção histórica no período 1987-2007 das Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias para a região de Seropédica, RJ.

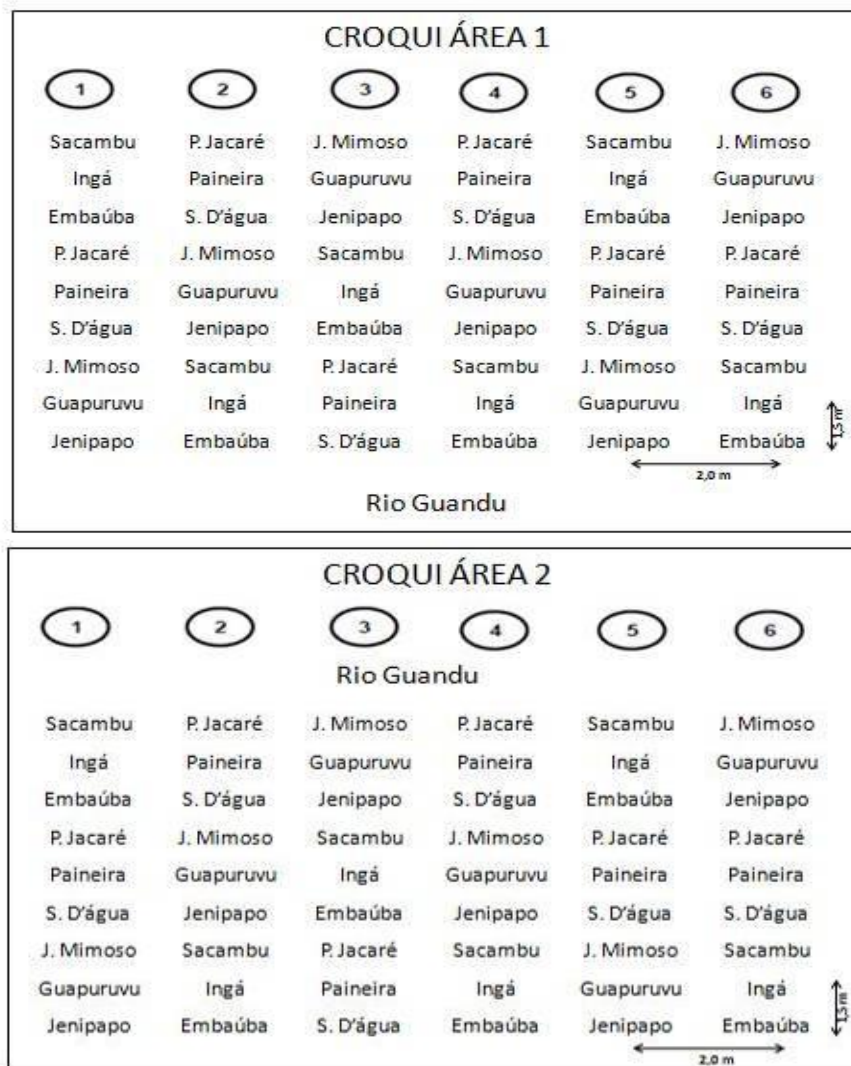
Quanto à geomorfologia, trata-se de uma planície (terraço) com cobertura colúvio-aluvionar e, como parte mais elevada da paisagem, colinas aplainadas (GOÉS, 2008). Em relação aos solos, as margens do rio Guandu são constituídas por várias classes, dentre as quais: Gleissolo Háplico e Tiomórfico, Cambissolo, 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 seqüência 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, com espaçamento de 2,0 m x 1,5 m, em covas de 0,30 x 0,30 m. O experimento foi analisado obedecendo o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo, por espécie, visando enfatizar o comportamento das mesmas em cada uma das três áreas de estudo. Para isto, foram estabelecidas nove espécies, com seis repetições em cada uma das áreas, distribuídas conforme a Figura 7



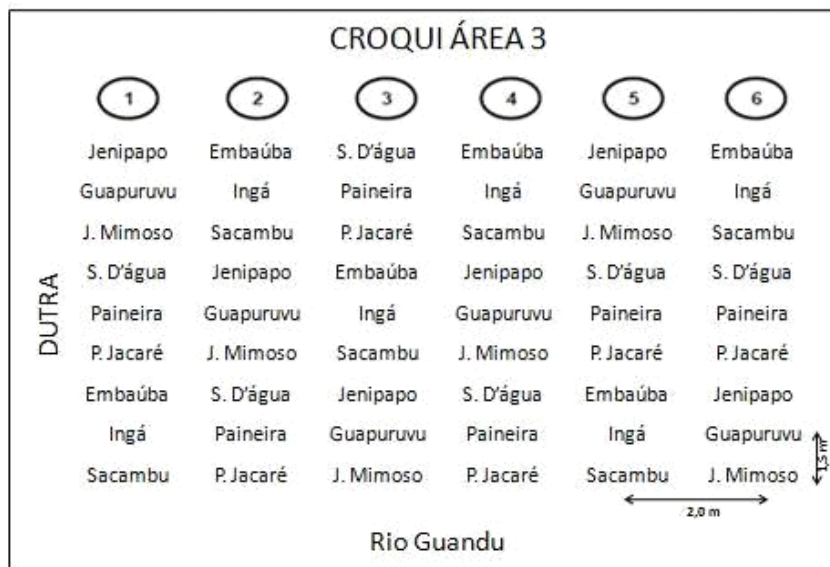


Figura 7: Disposição das espécies nas áreas 1, 2 e 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

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 por 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 serão 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

Tabela 2: continuação

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%
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 8).

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 coletados dados de precipitação e abertos poços de observação para verificação da altura do nível freático, com objetivo de analisar a variação do mesmo 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.

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 um, distribuídos aleatoriamente (Figura 9), 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 8: Utilização do GRP para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.



Figura 9: Instalação do poço de observação para leitura da profundidade do lençol freático na área de reflorestamento da SFE – 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 3).

Tabela 3: 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>	Jenipapo	U	C
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'água	U	P
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	U	P
Caesalpinioideae	<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	I	P
Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira	I	P
Mimosaceae	<i>Inga marginata</i>	Ingá	I	C
Fabaceae	<i>Platymiscium floribundum</i>	Sacambu	S	C
Mimosoideae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	S	P
Fabaceae	<i>Machaerium aculeatum</i>	Jacarandá mimoso	S	P

Porém, em virtude de Azevedo (2007) já ter constatado que algumas espécies não obedeceram às indicações de grupo quanto ao grau de hidromorfismo propostas, talvez em decorrência de outros fatores ambientais atuantes, além da umidade. A análise deste trabalho não se deu por grupo, mas sim por espécie.

4.6 Monitoramento do crescimento das espécies

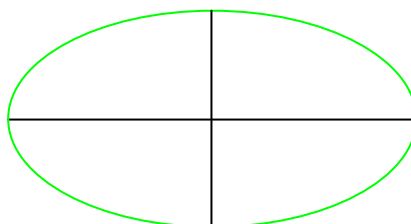
A avaliação do desempenho das espécies no campo se deu por meio dos parâmetros de sobrevivência, altura (H), diâmetro ao nível do solo (DNS) e índice de cobertura de copa. As medições foram realizadas aos, 1, 2, 3 e 4 anos após o plantio, com o auxílio de paquímetro, fita métrica e vara graduada (Figura 10).

Com os dados de crescimento das espécies foi realizada a análise de variância, com teste de Scott Knott a 5% de probabilidade para comparação das médias, utilizando-se o software Sisvar e a correlação de Pearson entre todos os dados das variáveis altura e circunferência ao nível do solo de cada indivíduo.



Figura 10: Medição da circunferência ao nível do solo (CNS) utilizando fita métrica e medição da altura utilizando vara graduada, na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

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 (2003), de acordo com a ilustração a seguir:



$$C_i = \pi \cdot [(L1+L2)/4]^2$$

Em que:

C_i = área da projeção individual da copa;

$L1$ = comprimento da maior largura da copa;

$L2$ = comprimento da linha perpendicular à linha de maior largura 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), sendo 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.

$$C = 100 \sum n C_i / A \quad e \quad IC = \sum n C_i / A$$

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).

Os três parâmetros descritos acima (Circunferência ao nível do solo, Altura e Área de copa) foram analisados para cada espécie nas quatro idades, para cada uma das três áreas.

4.7 A estimativa da porcentagem da abertura 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 11). 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 1,00 m acima do solo, em virtude da baixa altura de alguns indivíduos.

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

Para a estimativa do índice de abertura do dossel 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 de área foliar foi feito uma correlação de Pearson.



Figura 11: Equipamento para captura das fotografias hemisféricas na área de reflorestamento da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos Solos

Foram descritas as características distintivas de cada classe de solo identificadas na área em estudo.

5.1.1 Área 1

Nessa área, o solo foi amostrado até a profundidade de 105 cm e classificado com Cambissolo Háplico Tb Distrófico (Figura 12).

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 à profundos (EMBRAPA, 2006).



Figura 12: Perfil do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na área 1 da UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Analisando as características físicas é possível dizer 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 4). 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-aczentadas 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 4: Análise física do Cambissolo Háplico Tb Distrófico

Horizonte Símbolo	Prof. (cm)	Argila	Silte %	Areia	Classe textural
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 na tabela 5 que o teor de matéria orgânica nas camadas superficiais são elevadas, 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.

Os teores de fósforo e potássio até a profundidade de 50 cm apresentaram-se com valores considerados médios por Bellote (2003) para o cultivo de eucalipto

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 5: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Tb Distrófico, encontrado na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Prof. (cm)	pH _{água} 1 : 2,5	P mg/dm ³	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC (T)	V	m	MO
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	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

5.1.2 Área 2

Nessa área, o solo foi amostrado até a profundidade de 60 cm e classificado com Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvissólico (Figura 13), 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 permitem a designação neofluvissólico (SANTOS et al., 2006).



Figura 13: Perfil do Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvissólico, encontrado na área 2 da SFE – 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 6). 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 6: Análise física do Gleissolo Háptico Tb Distrófico neofluvissólico

Horizonte	Argila	Silte	Areia	Classe textura	
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 na tabela 7, 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 também observar 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, bastante característico destes solos, que esta 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 7: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluviSSólico, encontrado na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Prof. (cm)	pH _{água} 1:2,5	P mg/dm ³	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	CTC (T)	V	m	MO
				cmol _c /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

5.1.3 Área 3

Nessa área o solo foi amostrado até a profundidade de 140 cm e classificado com Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (Figura 14).

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 14: Perfil do Cambissolo Háplico 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 8). O elevado teor de silte, associado com 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 8: Análise física do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico

Horizonte	Argila	Silte	Areia	Classe textura	
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 9) 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 9: Teores de nutrientes disponíveis nas diferentes camadas do Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, encontrado na área 3 da SFE – 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

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

Durante este estudo, a avaliação da profundidade do lençol freático foi realizada por dois métodos: utilizando o georadar e os poços de observação, cada qual com suas vantagens e desvantagens. O primeiro 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 cinco a doze 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 tres áreas de estudo estão representadas nas figuras (15, 16 e17)

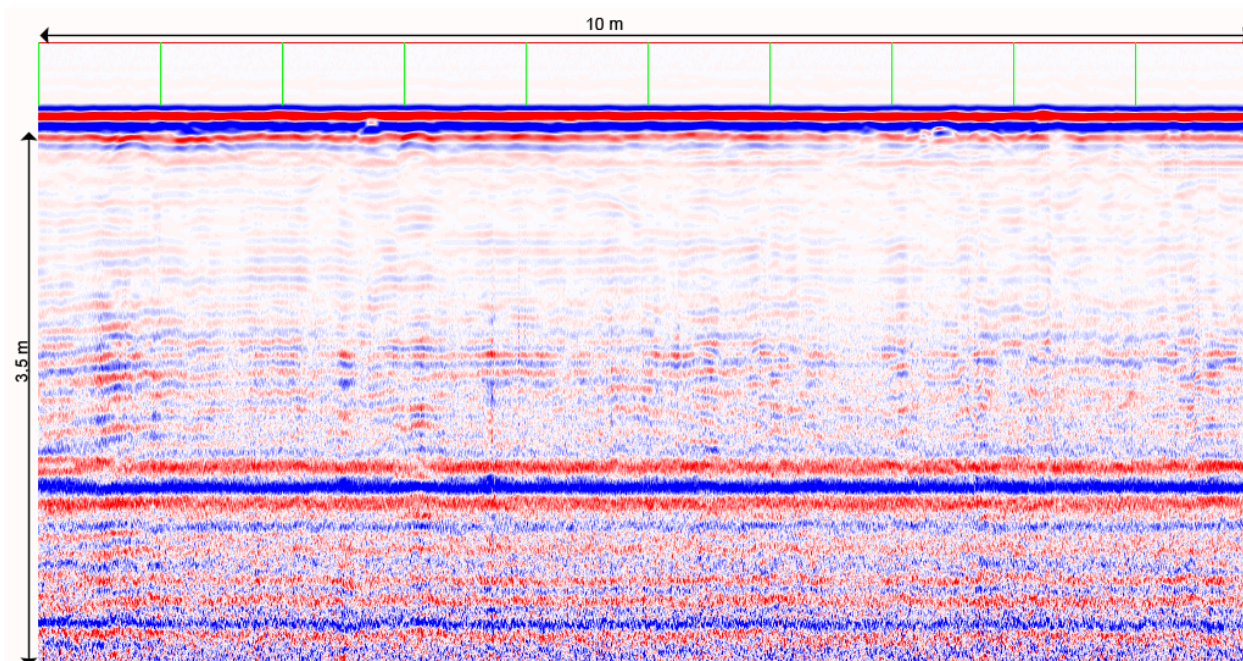


Figura 15: Radargrama da área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

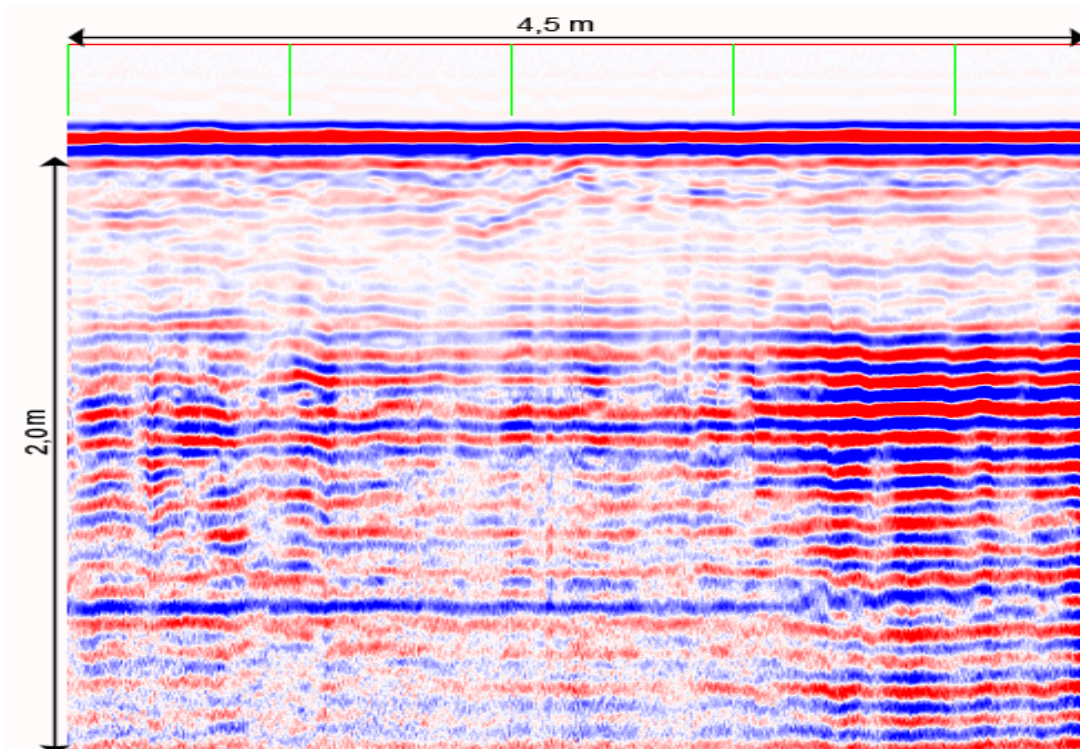


Figura 16: Radargrama da área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

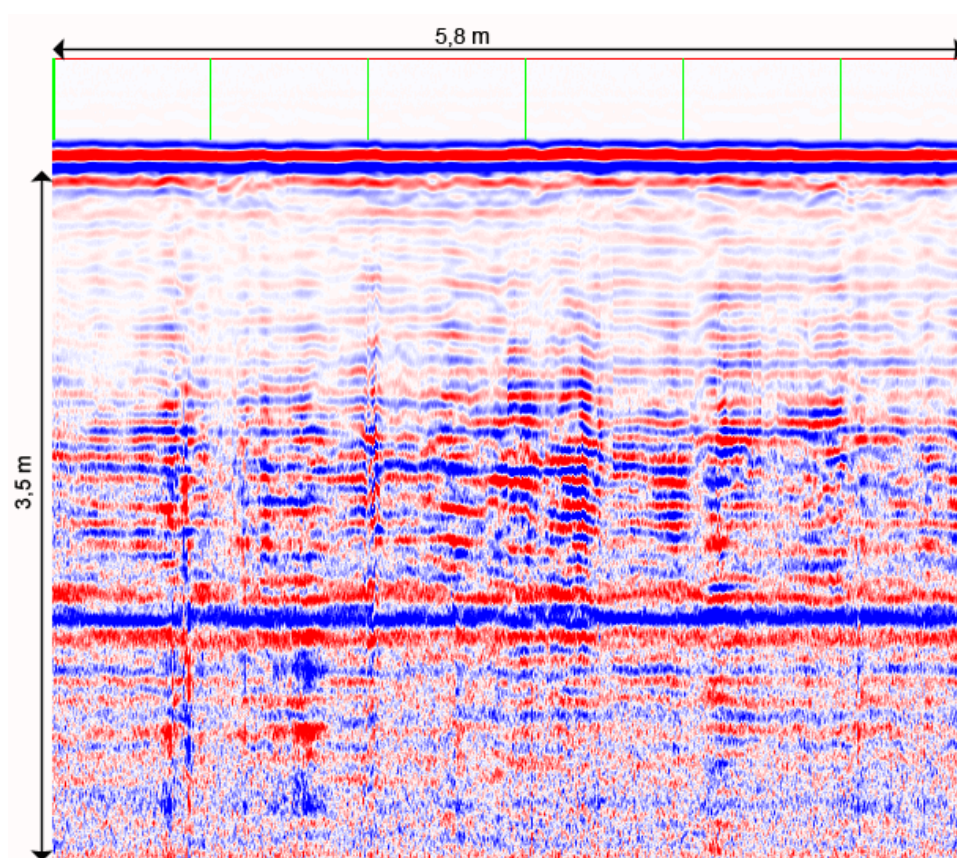


Figura 17: Radargrama da área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Na área 1 (Figura 15) observa 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 1,4 m. A partir desse limite o solo já apresenta umidade elevada e provavelmente deve estar representando o horizonte CR do Cambissolo Háptico Tb Distrófico. Aproximadamente a dois metros de profundidade encontra-se o lençol freático.

Já na área 2 (Figura 16) pode-se observar a estratificação cruzada das camadas desse solo, principalmente na parte mais a esquerda, 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 17) o radargrama demonstra que o solo encontra-se com elevada umidade a partir de 1,6 m, porém somente a aproximadamente 2,60 m, o que coincide com a sua profundidade efetiva, 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 avaliação da profundidade do lençol freático, através do método de poços de observação, permite separar as áreas em duas classes de hidromorfia, segundo a classificação de Curcio (2006) (Tabela 10).

Tabela 10: Relação de regimes hídricos e drenagem do solo, altura do lençol freático e grupamentos funcionais de espécies

Regime hídrico 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

A área 2, que apresentou em maior parte das aferições, seu lençol freático oscilando entre 0 e 50 cm de profundidade deve ser classificado 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 (Figura 18).

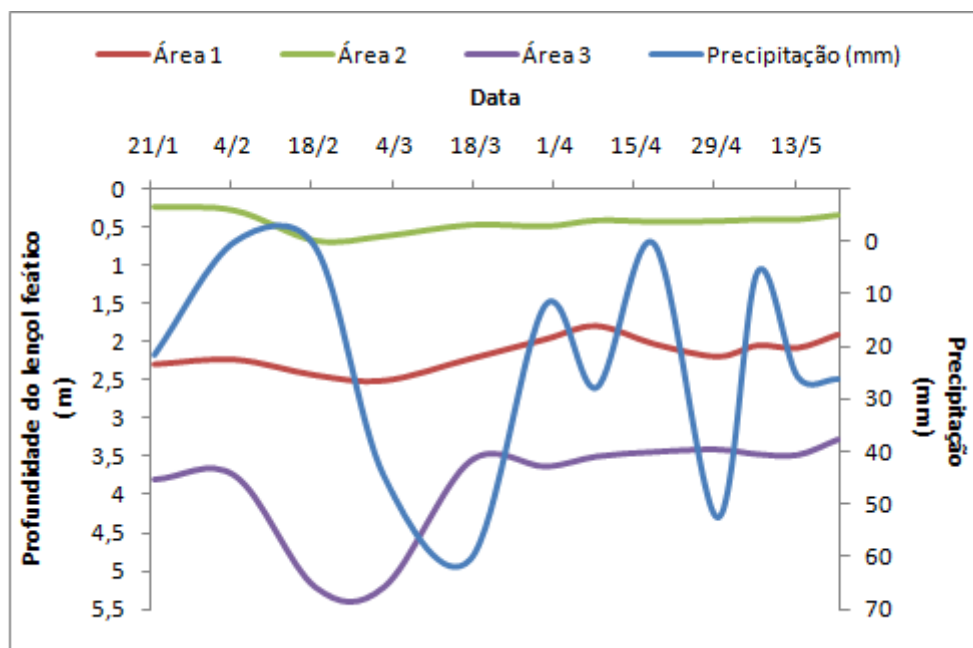


Figura 18: Medição do lençol freático, nas três áreas de estudo e valores de precipitação no período de 21 de janeiro a 20 de maio de 2011.

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

Barddal (2006) em um estudo da dinâmica de oscilação do lençol freático de solos de planícies fluviais avaliou dez compartimentos geológicos ao longo do rio Iguaçu, no PR e verificou enorme variação nas condições hidro-pedológicas dos solos estudados e em específico para Neossolo Flúvico, registrou de 0 a 33,7% de tempo relativo de hidromorfia e para o Cambissolo Flúvico, mais bem drenado, observou valores entre 10,1 e 34% do tempo.

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).

Dessa forma Curcio (2006) classificou as espécies arbóreas quanto a sua adaptação as três classes de hidromorfismo, sendo assim conceituadas:

- i) **Hidrófila** – adjetivação aplicada às espécies botânicas que apresentam desenvolvimento normal sobre solos hidromórficos (classes: imperfeitamente drenados, mal e muito mal drenados). As espécies hidrófilas podem apresentar desenvolvimento aparentemente normal em solos semi-hidromórficos e não-hidromórficos;
- ii) **Higrófila** – adjetivação aplicada à cobertura vegetal que apresenta desenvolvimento normal sobre solos semi-hidromórficos (classe: moderadamente drenados), nos quais a altura do lençol freático, ou mesmo a franja capilar, atinge com frequência a profundidade de 50 a 100 cm. As espécies suportam maiores tempos de saturação hídrica plena, além de maiores

freqüências do que as espécies mesófilas. As espécies higrófilas podem ter bom desenvolvimento em solos não-hidromórficos e péssimo desenvolvimento ou mesmo alta mortalidade em solos hidromórficos;

- iii) Mesófila – adjetivação aplicada às espécies botânicas que se desenvolvem sobre solos não-hidromórficos (classes: bem a excessivamente drenados), podendo eventualmente conter a presença de fluxos hídricos subsuperficiais, contudo abaixo da profundidade de 100 cm. Esse tipo de vegetação suporta períodos curtos (poucos dias) de saturação hídrica plena, desde que em baixa recorrência.

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.

De acordo com Magnago *et al.* (2010), em um estudo sobre o gradiente fitofisionômico-edafoico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil observou que a profundidade do lençol da floresta não inundável se manteve abaixo dos 3,7 m de altura, apresentando pouca ou nenhuma influencia 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 SFE – 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 após quatro anos de plantio, sendo a maior mortalidade constatada na área 2 (50%), seguida da área 3 (31%) e da área 1 (30%) (Figura 19).

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 existe a necessidade de replantio.

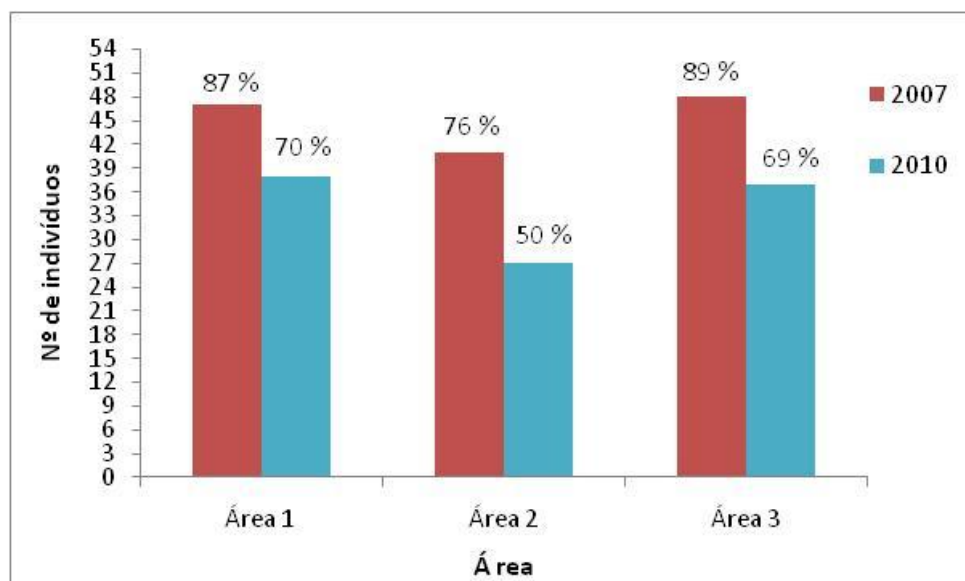


Figura 19: Sobrevivência das espécies ao fim do primeiro e quarto ano após o plantio nas três áreas estudadas da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

A maior taxa de sobrevivência na área 1 e 2, após quatro 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.

O elevado teor de Al nas formações inundadas e /ou nas inundáveis é reflexo dos baixos valores de pH, devido aos alagamentos existentes nestas formações, como mencionado por Brites (2005) e Guedes *et al.* (2006), em solos sob formações florestais inundáveis de restinga.

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).

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

Magnago *et al.* (2010) relata 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.

De acordo com 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).

Nicodemo *et al.* (2009) completa que além das condições edafoclimáticas o estágio sucessional e forma de produção das mudas também são fatores que influenciam na sobrevivência. Entretanto é no estágio juvenil que a sobrevivência é mais crítica (CARVALHO *et al.*, 2009).

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 (Figura 20, 21 e 22).

Já o Ingá, foi a espécie que apresentou a mais elevada taxa de sobrevivência nas três áreas (Figura 20, 21 e 22), corroborando com Uhlmann *et al.*, (2007) onde observou 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 dos ingás serem árvores adaptadas ao encharcamento do solo, o que faz com que eles sejam bastante recomendados para recomposição de matas ciliares (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990).

Já a alta taxa de sobrevivência da *S. d'água* (100%) nas áreas 1 e 2 (Figura 20 e 21) pode ser em função da sua já adaptabilidade nas matas ciliares do Rio Guandu uma vez que Salamene (2007) em seu estudo sobre fisionomia de diferentes ambientes do rio Guandu encontrou o gênero *Croton* em três dos quatro ambientes de seu estudo. Porém, a sua elevada mortalidade na área 3, pode ser aliado ao fato desta área ser a área mais seca contrapondo com Maximiano (2008) que descreve esta espécie como uma pioneira promissora para recuperação de nascentes pontuais uma vez que é típica de ambientes encharcados e apresentou bons resultados de crescimento em uma nascente pontual no estado de MG.

Tal informação corrobora com 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 *S. d'água* apresentaram bons resultados de sobrevivência (83,3% e 100% respectivamente) na área 2 (Figura 21), mostrando dessa forma ser mais tolerantes à condição de saturação hídrica do solo, uma vez que esta área é a 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%) na área 1 e 2 respectivamente (Figura 20 e 21) e a alta sobrevivência na área 3 (66,6%) (Figura 22), 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 *P. jacaré* na área 2 (Figura 21) pode ter ocorrido pelo fato de, mesmo sendo considerada uma espécie recomendada para restauração de mata ciliar, não é adaptada a solos sujeitos a inundação (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, sujeito a inundação 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 *P.jacaré*. O mesmo não foi verificado para *Paineira*, onde ele cita esta 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 20, 21 e 22) 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 expostas 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.

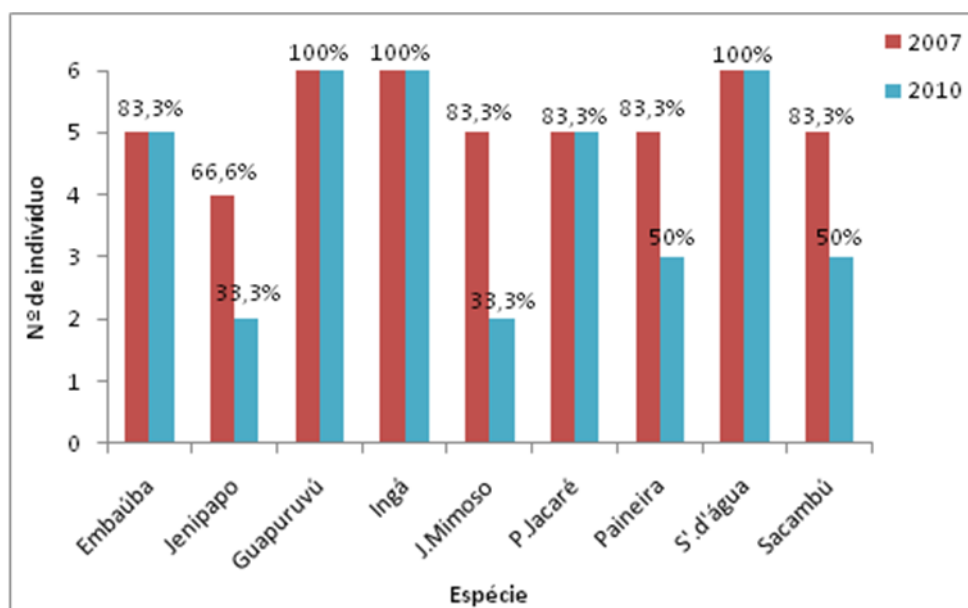


Figura 20: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na área 1 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

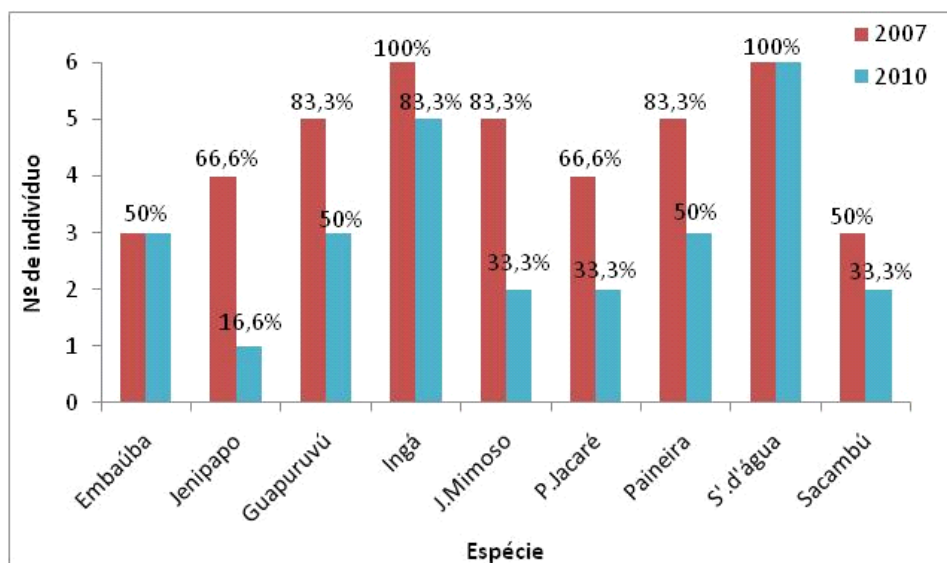


Figura 21: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na área 2 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

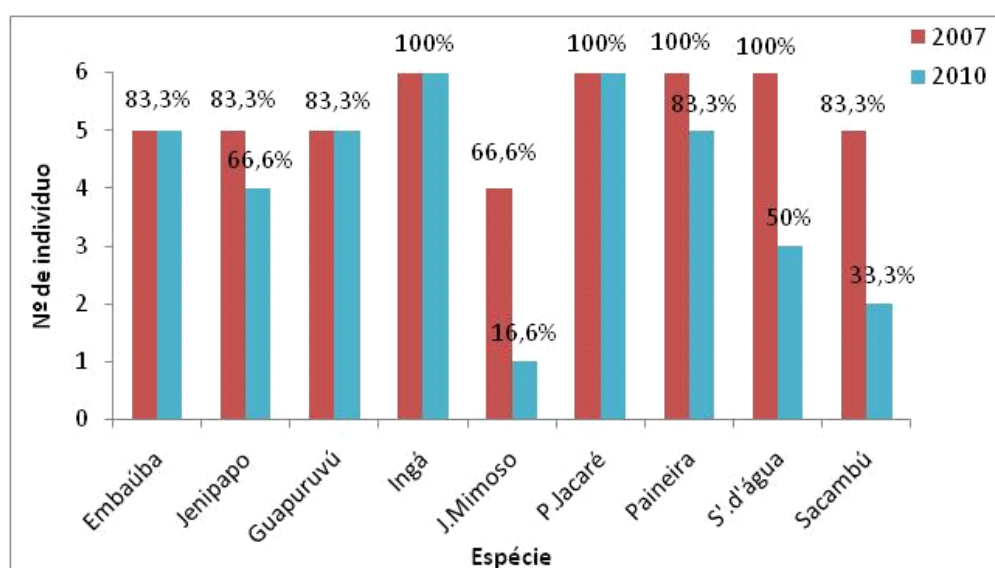


Figura 22: Porcentagem de sobrevivência das nove espécies arbóreas na área 3 ao final do primeiro e quarto ano após o plantio.

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.

Todos esses resultados mostram que mesmo apresentando alguns resultados que podem indicar uma tendência de caráter geral, como o comportamento do Ingá em solos sazonalmente sujeitos a encharcamento, é necessário realizar estudos para conhecer as particularidades de cada região, pois a complexidade de relações existentes num ambiente pode ocasionar condições próprias que fogem do esperado, como a mortalidade do Jenipapo.

5.4 Desenvolvimento das espécies

Constatou-se coeficiente de correlação de Pearson de 0,89 para as áreas 1 e 2 e 0,86 para área 3 entre a altura total e a circunferência ao nível do solo, evidenciando que as plantas que apresentam maior altura, tendem a apresentar maior diâmetro em todas as três áreas estudadas.

5.4.1.Área 1

O resumo da análise de variância para diâmetro ao nível do solo (DNS) médio e altura (H) média das nove espécies avaliadas durante os quatro anos é apresentada na tabela 12 e 13. Observa-se que, houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade para ambas as variáveis.

Tabela 12: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo (DNS) para nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área1, da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0.017064
espécie	8	1.258642*
erro 1	40	0.029284
idade	3	1.447036*
espécie*idade	24	0.023665*
erro 2	135	0.002036
CV 1 (%) =	19,98	
CV 2 (%) =	5,27	
Média geral:	7,61	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste) , CV= Coeficiente de variação em (%).

Tabela 13: Resumo da ANOVA, para a altura média (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	1,993720
espécie	8	60,879102 *
erro 1	40	2,398696
idade	3	142,213938 *
espécie*idade	24	2,626951 *
erro 2	135	0,250031
CV 1 (%) =	38,73	
CV 2 (%) =	12,50	
Média geral:	4,0	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F, CV= Coeficiente de variação em (%).

No primeiro ano de estudo, as espécies foram divididas em apenas dois grupos, quanto a diferenciação em altura. O mesmo não ocorreu com a variável DNS. O grupo de maior altura formado pela Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré, Paineira, S.d'água e o grupo de menor altura formado pelo Jenipapo, Ingá, J.mimoso e Sacambu (Tabela 14). Porém isso pode ser explicado pelo grupo ecológico das espécies, uma vez que o grupo de maior altura é formado por espécies pertencentes ao grupo sucessional das pioneiras e secundária inicial (Paineira) e o segundo grupo (de menor altura) por espécies pertencentes ao grupo sucessional das clímax, as quais tem como característica o crescimento mais lento com exceção do J.mimoso, que é uma pioneira mas para esta área apresentou crescimento lento.

Tabela 14: Médias do diâmetro ao nível do solo (DNS) e altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007		2008		2009		2010	
	DNS	H	DNS	H	DNS	H	DNS	H
Embaúba	5,29 C	2,94 B	9,42 E	5,38 D	11,51 D	6,94 E	14,07 D	7,90 D
Jenipapo	1,24 A	0,66 A	1,49 A	0,69 A	2,17 A	1,23 A	2,30 A	1,40 A
Guapuruvu	6,70 C	2,78 B	11,12 E	5,55 D	14,11 D	6,92 E	14,80 D	7,53 D
Ingá	2,66 B	1,57 A	7,00 D	3,43 C	8,38 C	4,42 C	9,65 C	5,30 C
J.mimoso	1,96 B	1,48 A	2,65 B	1,99 B	4,26 B	2,60 B	4,77 B	5,30 C
P.jacaré	2,69 B	2,40 B	8,50 D	4,70 D	10,76 D	6,14 E	14,21 D	7,42 D
Paineira	6,77 C	2,10 B	11,05 E	3,78 C	12,98 D	5,36 D	14,24 D	5,65 C
S.d'água	5,85 C	2,57 B	9,75 E	4,52 D	12,19 D	5,80 D	13,16 D	6,57 D
Sacambu	1,34 A	0,96 A	3,71 C	2,23 B	5,04 B	3,53 B	6,15 B	4,23 B
Média	3,83	1,94	7,19	3,59	9,05	4,77	10,37	5,70

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Após quatro anos as espécies já se diferenciavam mais, dividindo-se em quatro grupos, quanto a altura (H), sendo o primeiro formado por Jenipapo (menor H e DNS), o segundo por Sacambu, o terceiro por Ingá, J.mimoso e Paineira e o quarto formado por Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré e S.d'água (maior altura) (Tabela 14).

O mesmo se repete para a variável DNS, porém o segundo grupo é formado por Sacambu e J.mimoso, o terceiro só pelo Ingá e o quarto formado pelas quatro espécies de maior altura além da Paineira. Tal fato já havia sido observado por Azevedo (2007) que estudou o mesmo experimento com 6 e 12 meses e observou que a Embaúba, o Guapuruvu, a S.d'água e a Paineira e já apresentavam as maiores médias de DNS em relação ao Jenipapo.

O Jenipapo apresentou a menor média de DNS e H em todos os anos, sendo significativamente inferior às outras espécies (Figura 23), com exceção do primeiro ano de estudo em que esta espécie não apresentou diferença estatística em relação ao Sacambu (Tabela 14).

De acordo com Maximiano (2008) a Paineira e S.d'água estão entre as espécies que mais se destacaram em H e DNS. Corroborando com o estudo realizado por Moreira (2004), onde cita que a Paineira foi uma das espécies que apresentaram os melhores crescimentos médios em altura aos 12 meses, assim como no estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2002), onde verificou que a espécie S. d'água apresenta alta rusticidade, elevado pegamento e rápido desenvolvimento.

Segundo Lorenzi (2002), S.d'água é uma espécie de crescimento muito rápido que atinge cerca de 4 m de altura aos dois anos de plantio. Valor este confirmado para esta área já que em 2008 ela apresentava 4,52 m.

Gonçalves *et al.* (2005) cita que entre as espécies pioneiras recomendadas para plantio em sua área de estudo, está a Paineira (*Chorisia speciosa*), que na realidade é uma espécie secundária inicial, mas que apesar de suas sementes não formarem banco, apresentam função de pioneiras no início de plantio, ou seja crescem rapidamente, tutorando as plantas umbrofilas, além de propiciar grande volume de biomassa.

Pozzobon *et al.*(2010), analisando a sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas na planície do rio Itajai-Açu (SC) concluiu que o uso de *I.marginata* (Ingá) não é recomendado para Cambissolo Flúvico Tb Distrófico gleissólico situado em diques marginais bem alçados, em função do seu inexpressivo desenvolvimento desta espécie.

Entretanto confrontando com Pozzobon *et al.* (2010), podemos observar que apesar do Ingá ter no primeiro ano, apresentado baixo valor de altura, foi o Jenipapo, que apresentou o crescimento mais lento (Figura 23), resultando na espécie com menor valor em todos os anos de estudo (Tabela 14), não sendo então recomendada para esta área.

Brégula (2009) em seu estudo sobre o efeito da fertilização de plantios na restauração de um ecossistema florestal descreve que a taxa de crescimento inicial em altura para as espécies clímax não apresenta os mesmos valores observados para as espécies pioneiras. Ao contrario do que ocorre com estas, as espécies clímax, apresentam taxa de crescimento menor, porém constantes ao longo do tempo.

O mesmo autor ainda 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.

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. Todos superiores ao encontrado nesta área aos 3 anos (4,77 m). Entretanto a composição de espécies juntamente com os fatores climáticos e edáficos muito contribuem para esta diferenciação.

Já para a variável DNS observa-se nos dois últimos anos, houve um baixo incremento desta variável, para a maioria das espécies estudadas sugerindo um início de estabilização desta variável (Figura 24).

Segundo Reis (2008) a estabilização ou redução da taxa de crescimento ao longo do tempo de árvores pioneiras em ecossistemas implantados tem se repetido em vários experimentos.

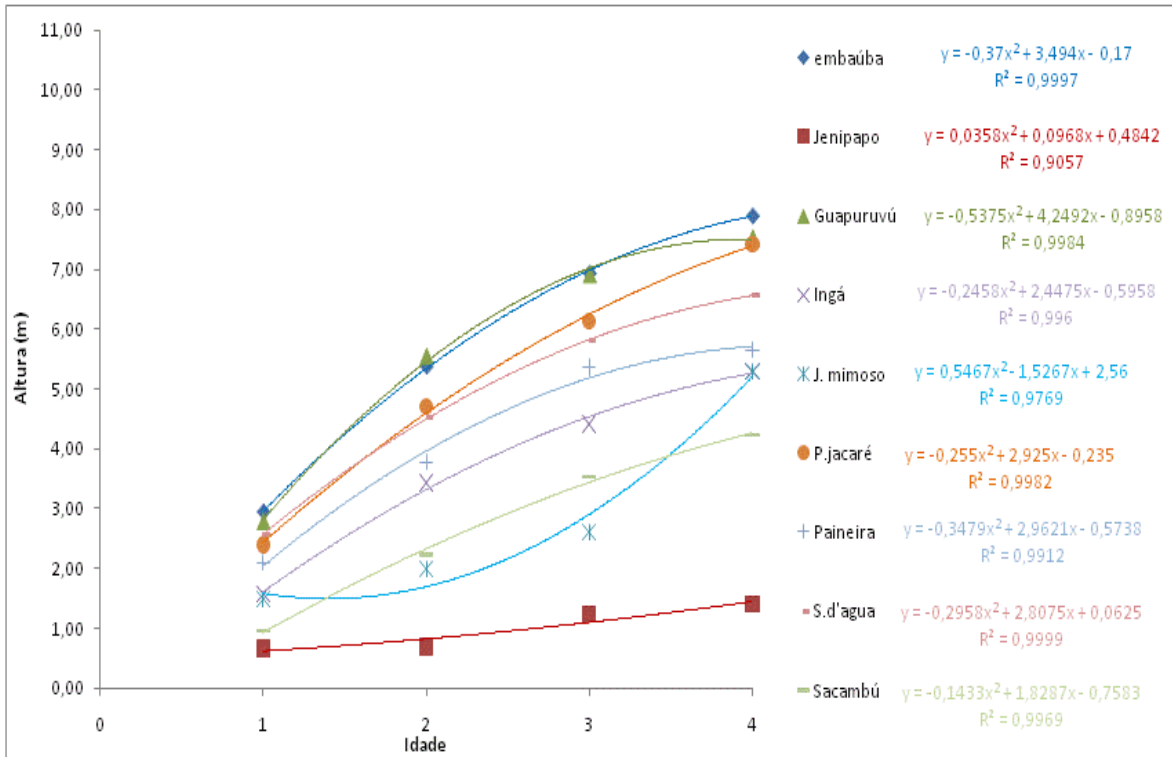


Figura 23: Altura média (H) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

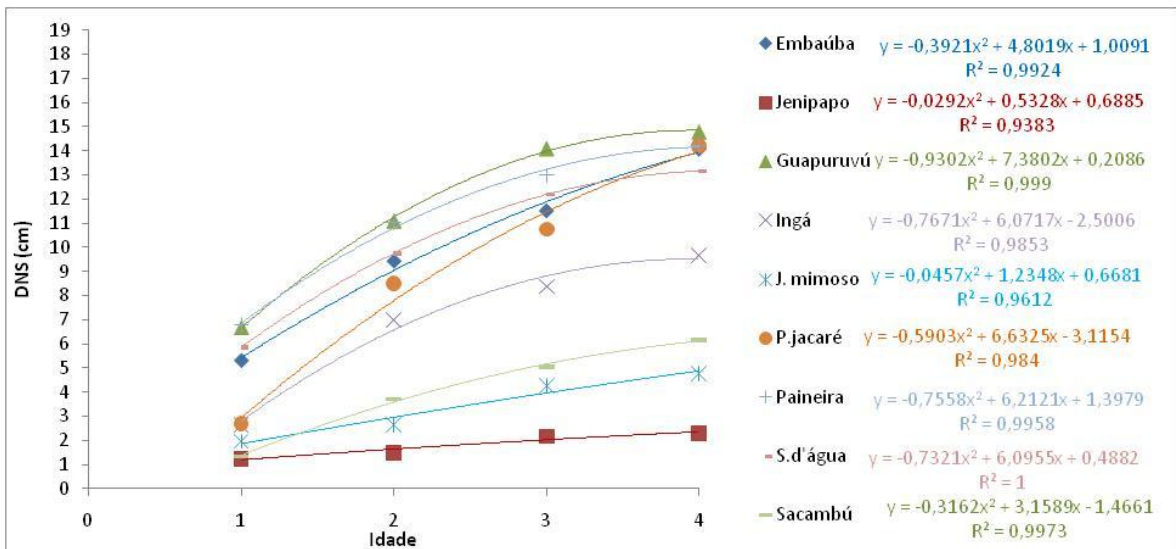


Figura 24: Diâmetro médio ao nível do solo (DNS) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Para a variável área de copa o resumo da análise de variância das nove espécies avaliadas durante quatro anos é apresentada na tabela 15. Observa-se que, houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade para esta variável.

Tabela 15: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos de idade, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0,157118
espécie	8	2,906973 *
erro 1	40	0,067893
idade	3	2,721706 *
espécie*idade	24	0,161730 *
erro 2	135	0,009415
CV 1 (%) =	36,72	
CV 2 (%) =	13,67	
Média geral:	6,9486	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F, CV= Coeficiente de variação em (%).

Pela figura 25, é possível observar que, de maneira geral, houve um acréscimo significativo da cobertura do solo para praticamente todas as espécies ao longo dos anos, exceto no último ano (2009 para 2010) onde a maioria das espécies apresentou redução desta variável.

Para as espécies Embaúba, Guapuruvu e Paineira, estes resultados podem ter sido influenciados pela época de coleta dos dados em 2010 (Agosto), que por ter sido diferente dos demais anos (Junho), coincidiu com a fase de caducifolia destas espécies. Diferentemente do ocorrido com o P.jacaré e S.d'água que apresentaram uma diminuição em suas áreas de copas em virtude da senescência e de seus galhos, uma vez que são pioneiras e apresentam como características ciclo de vida rápido

De acordo com Brégula (2009) o contato entre copas de pioneiras e posteriores mortes de ramos pelo sombreamento gerado, junto com fatores climáticos como vento, podem ocasionar a quebra de ramos e por isso, reduzir a área de copa. Aliado ao fato de que a alta taxa de crescimento, apresentada por algumas espécies pioneiras, colabora para redução na resistência mecânica da madeira, tornando a quebra de galhos e ramos um evento bem freqüente.

O Jenipapo e J.mimoso apresentaram o menor incremento em área de copa ao longo dos quatro anos de estudo, resultando nas duas menores áreas de copa, no quarto ano (Figura 25).

Já Paineira, a S.d'água e o Guapuruvu foram as espécies mais promissoras para cobertura do solo nesta área, uma vez que no primeiro ano elas já apresentavam área de copa superior a sua área utilizável 3 m^2 , lembrando que o espaçamento foi de $2 \times 1,5$ (Tabela 16).

Moreira 2002, cita que um aspecto importante a ser observado nas espécies pioneiras é o crescimento da copa, representado pela área de copa média. 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, observou que *Trema Micrantha* e *Croton urucana* (S'd'água) apresentam rápido crescimento de área de copa, refletindo num rápido fechamento da floresta e proteção do solo.

Diferindo de Maximiano, 2008 que não cita S.d'água entre as espécies pioneiras que mais se destacaram em diâmetro de copa dentre as que ele utilizou. Porém o mesmo autor cita a Paineira entre as espécies climácicas que se destacaram em diâmetro de copa.

Tabela 16: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 1 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007	2008	2009	2010
Embaúba	0,5643 A	6,6392 C	11,1352 C	8,6376 C
Jenipapo	0,1348 A	0,1405 A	0,4122 A	0,1389 A
Guapuruvu	6,9550 D	12,2771 D	18,4482 D	8,1392 C
Ingá	1,5463 B	5,9075 C	10,9135 C	9,4459 D
J.mimoso	0,5419 A	0,6381 A	1,8640 B	1,1435 B
P.jacaré	2,5228 C	14,9291 D	21,3065 D	13,8380 D
Paineira	3,3956 C	5,1680 C	9,4506 C	2,2152 B
S.d'água	3,9183 C	16,9102 D	22,5534 D	12,5254 D
Sacambu	0,3302 A	3,0223 B	6,2506 C	6,1884 C
Média	2,2121	7,2925	11,3705	6,9191

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

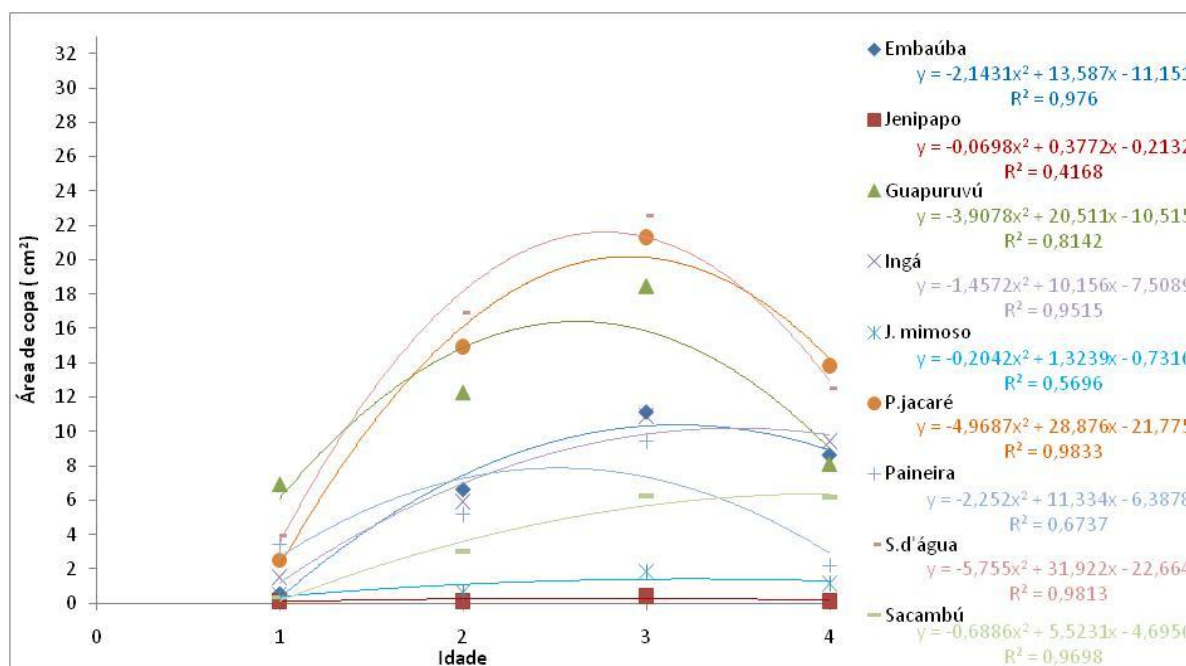


Figura 25: Área de copa média em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 1 SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

5.4.2.Área 2

O resumo da análise de variância para diâmetro ao nível do solo médio (DNS) e para altura média (H) das nove espécies avaliadas durante quatro anos são apresentadas na tabela 17 e 18. Observa-se que houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade, para as duas variáveis.

Tabela 17: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	3.685162
espécie	8	166.499570 *
erro 1	40	6.250053
idade	3	527.748882 *
espécie*idade	24	23.974778 *
erro 2	135	1.131378
CV 1 (%) =	46.69	
CV 2 (%) =	19.86	
Média geral:	5.36	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F, CV= Coeficiente de variação em (%).

Tabela 18: Resumo da ANOVA, para a variável altura (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0,263573
espécie	8	27,515097 *
erro 1	40	0,806829
idade	3	139,789113 *
espécie*idade	24	3,189300 *
erro 2	135	0,148094
CV 1 (%) =	30,05	
CV 2 (%) =	12,87	
Média geral:	2,9892130	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F, CV= Coeficiente de variação em (%).

No primeiro ano de estudo tanto a variável DNS com a variável H não diferiram estatisticamente entre as nove espécies estudadas (Tabela 19), revelando um impedimento ou retardamento de crescimento nesta área, já que de acordo com a profundidade do lençol freático ela foi classificada como uma área hidromórfica e Azevedo (2007), relatou que após o plantio esta área sofreu alagamento.

Tabela 19: Média do diâmetro ao nível do solo (DNS) e da altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007		2008		2009		2010	
	DNS	H	DNS	H	DNS	H	DNS	H
Embaúba	2,84 A	1,68 A	6,68 D	3,60 C	8,81 D	5,13 E	13,10 E	6,07 D
Jenipapo	0,73 A	0,40 A	0,80 A	0,90 A	1,19 A	1,00 A	2,23 A	1,00 A
Guapuruvu	2,19 A	1,08 A	6,24 D	2,72 B	8,63 D	4,54 E	15,17 F	6,96 E
Ingá	1,46 A	1,00 A	3,61 B	2,20 B	5,03 C	3,14 C	8,09 C	4,12 B
J.mimoso	1,74 A	1,02 A	4,33 C	2,30 B	5,00 C	3,30 C	5,33 B	3,85 B
P.jacaré	1,24 A	1,20 A	2,61 B	2,60 B	4,51 C	3,80 D	5,18 B	6,15 D
Paineira	2,81 A	1,08 A	7,59 D	2,63 B	9,02 D	4,50 E	10,66 D	5,10 C
S.d'água	2,33 A	1,49 A	5,14 C	3,30 C	9,07 D	4,62 E	16,98 F	6,77 E
Sacambu	0,94 A	0,85 A	1,91 A	1,45 A	3,02 B	2,50 B	6,57 B	3,57 B
Média	1,81	1,09	4,32	2,41	6,03	3,61	9,26	4,84

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Entretanto no segundo ano, esta situação se converteu e as espécies demonstraram crescimento diferenciado, com exceção do Jenipapo e Sacambu, que continuaram sendo as espécies de menor DNS e H (Tabela 19).

Em 2010, quatro anos após o plantio, as espécies se diferenciaram mais, dividindo-se em seis grupos quanto o DNS, sendo o primeiro formado por Jenipapo (menor DNS), o segundo por J.mimoso, P.jacaré e Sacambu, o terceiro por Ingá, o quarto por Paineira, o quinto por Embaúba e sexto por Guapuruvu e S. d'água (maior DNS).

Já quanto a variável altura (H) dividiu-se em cinco grupos, um a menos que o DNS. O primeiro com a mesma formação do primeiro grupo da variável DNS (Jenipapo), o segundo por Ingá, além do J.mimoso e Sacambu que também fazem parte do segundo grupo da variável DNS, o terceiro pela Paineira, o quarto por Embaúba e P.jacaré e o quinto por Guapuruvu e S. d'água.

Tal fato corrobora com a afirmação de Joly (1991; 1996), onde cita que espécies que ocorrem em florestas aluviais, podem ter o crescimento das plântulas limitados quando estressadas pela inundação, dependendo do grau de tolerância da espécie (Marques *et al.* 2003).

Como as demandas energéticas variam conforme o desenvolvimento da planta (Medri *et al.* 2002), é possível que indivíduos de diferentes idades sofram influência diferenciada do excesso de água no solo e das alterações na concentração de macro e micronutrientes.

Entretanto quatro anos após o plantio o Jenipapo continua sendo a espécie de menor DNS e H e também a que apresentou o mais baixo incremento, sugerindo uma baixa adaptabilidade desta espécie a área mais úmida, contrapondo com Carvalho (2003) que a cita como característica de área alagável.

Contrapondo com estas espécies há o, Guapuruvu e a S. d'água que apresentaram as maiores médias de DNS e H, em 2010 (Tabela 19). Corroborando com Maximiano (2008) que relata S.d'água entre as espécies pioneiras que mais se destacaram em altura.

Entretanto esta espécie apresenta um incremento em altura menor (3,3m) do que relatado por Lorenzi (2002), 4 m aos dois anos de plantio.

Porém se comparado com o Jenipapo podemos citar que a Embaúba, o Guapuruvu e a S.d'água apresentaram um elevado incremento em DNS ao longo dos quatro anos de estudo

(Figura 26). Já para a variável altura (H) além da Embaúba e do Guapuruvú, teve o P.jacaré que apresentaram elevado incremento para esta variável (Figura 27).

Concordando com Gonçalves et al., (2005) onde verificou que a Embaúba com um ano de plantio apresentava como a terceira menor média em altura (1,58 m) mas já no segundo ano ela passou para terceira maior média, das dez espécies avaliadas, apresentando um elevado incremento de 3,21m (4,78 m de altura). No entanto maior do que o encontrado nesta área, 3,60 m aos dois anos após plantio.

Uhlmann *et al.* (2007) em um estudo sobre estabelecimento e desenvolvimento de nove espécies florestais em solo hidromórfico, encontrou para *I. marginata*, em espaçamento 2 x 1m, valores médios de incremento em diâmetro, 2,47 cm, valor parecido ao encontrado neste trabalho (2,21cm em média). No entanto para a variável altura, este autor encontrou valores de 117,73; 121,27 e 145,5 cm, respectivamente. Valores estes, diferentes do encontrado neste trabalho (104 cm) e totalmente explicável uma vez que o crescimento das árvores depende principalmente do suprimento de quantidades suficientes de luz, água e nutrientes que são influenciadas pelo espaçamento do plantio (MACEDO *et al.*, 2004).

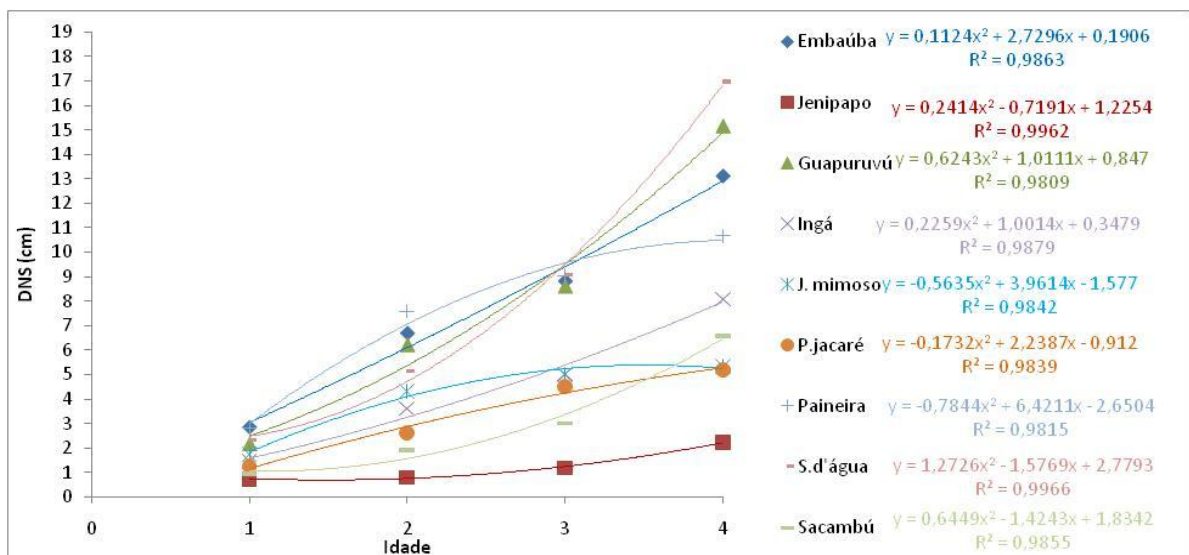


Figura 26: Diâmetro médio ao nível do solo (DNS) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

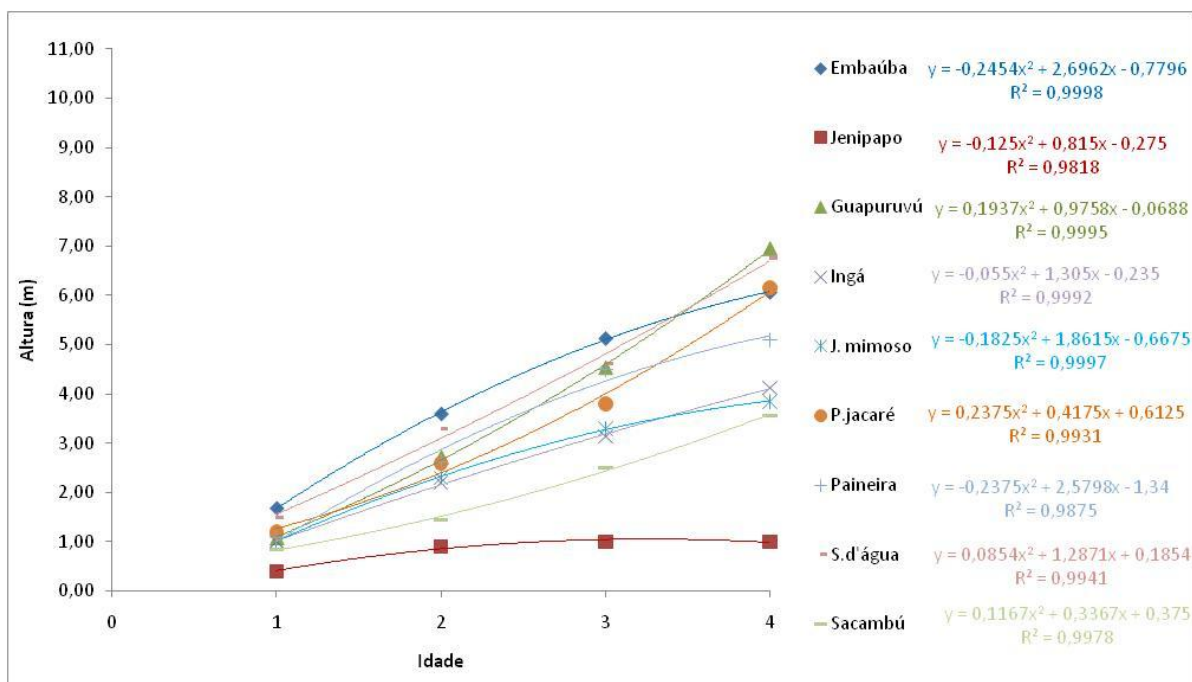


Figura 27: Altura média (H) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

O resumo da análise de variância para área de copa média das nove espécies avaliadas durante quatro anos é apresentado na tabela 20. Observa-se que houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade.

Tabela 20: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0,123916
espécie	8	1,159702*
erro 1	40	0,065697
idade	3	5,143108*
espécie*idade	24	0,218001 *
erro 2	135	0,014411
CV 1 (%) =	47,69	
CV 2 (%) =	22,34	
Média geral:	0,5374435	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F, CV= Coeficiente de variação em (%).

No primeiro ano as espécies se dividiram em dois grupos quanto a área de copa compreendendo o primeiro grupo, de maior copa: Guapuruvu, P.Jacaré e S.d'água e o segundo grupo, de menor área de copa: Embaúba, Jenipapo, Ingá, J.mimoso, Paineira e Sacambu (Tabela 21). No entanto nem as espécies classificadas como pioneiras conseguiu

ocupar totalmente seu espaço, não apresentando, portanto, o comportamento esperado de uma espécie sombreadora.

Tabela 21: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007		2008		2009		2010	
Embaúba	0,5269	A	1,7100	B	5,5042	C	5,7103	C
Jenipapo	0,0278	A	0,2640	A	1,9517	A	0,2795	A
Guapuruvu	1,9723	B	5,3671	C	10,3872	C	6,4905	C
Ingá	0,3834	A	1,4805	B	4,8148	B	6,7063	C
J.mimoso	0,3571	A	1,3074	B	4,4988	B	1,3353	B
P.jacaré	1,4146	B	4,0729	C	9,2903	C	32,4176	E
Paineira	0,1617	A	0,9283	B	3,8001	B	2,1742	B
S.d'água	0,8802	B	3,2617	C	7,6741	C	22,8566	E
Sacambu	0,0755	A	0,4720	A	3,2195	B	11,5797	D
Média	0,6444		2,0960		5,6823		9,9500	

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de scott-Knott ($P \leq 0,05$).

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.

As espécies S.d'água, Guapuruvu e P. Jacaré, só no segundo ano apresentaram valores de área de copa superior ao espaço utilizável, resultando em um maior recobrimento do solo. 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).

No terceiro ano todas as espécies exceto o Jenipapo apresentaram área de copa superior a 3 m², área utilizável por cada indivíduo (Tabela 21).

Para as espécies Jenipapo, Guapuruvu, J.mimoso e Paineira foi observada redução da área de copa no último ano (Figura 28). A diminuição de área de copa do Guapuruvu e Paineira podem ser explicadas pela caducifolia (Carvalho, 2003). Já o Jenipapo pode ter tido redução da área de copa em virtude do ataque de pragas as suas folhas, visto em campo.

A diminuição de copa do J.mimoso se deu em função da mortalidade de dois indivíduos desta espécie de um ano para outro aliado ao caducifolismo próprio desta espécie.

Cabe ressaltar o grande aumento desta variável nos anos 2009 e 2010, para P.jacaré, S.d'água (maiores área de copa em 2010) e Sacambu (segunda maior área de copa em 2010). Este grande aumento de copa pode ter se dado em virtude da morte de indivíduos ao seu redor.

Diferindo de Maximiano, 2008 que não cita S.d'água entre as espécies pioneiras que mais se destacaram em diâmetro de copa.

De acordo com BÉRGULA (2009) existe uma grande variabilidade na dimensão de copas tanto entre para as espécies pioneiras, como entre as espécies clímax. O mesmo autor exemplifica citando o Açoita cavalo (*Luehea divaricata*) que apresentou quase 9 m² de área de copa aos 47 meses enquanto a maioria das espécies apresentou valores abaixo de 2m² na

mesma época de avaliação. O mesmo ocorre nesta área onde aos 2 anos apenas três das nove espécies estudadas apresentavam área de copa superior aos 2m².

Pozzobon *et al.*, 2010, em um estudo sobre sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas na planície do rio Itajai-Açu, Sc, observou que das nove espécies pesquisadas, seis se destacaram, entre elas *I. marginata*, recomendando seu uso em plantio de restauração de ambientes fluviais, em diques marginais pouco alçados, constituídos por solo hidromórfico.

Apesar desta área também ser caracterizada por solo hidromórfico o Ingá não se apresentou tão bem, para as três variáveis estudadas, como no estudo de Pozzobon *et al.*, 2010. Apresentando-se como o terceiro menor DNS e área de copa e a segunda menor altura (Tabela 19, 20 e 21). Entretanto tal diferenciação é totalmente explicada uma vez que a área que Pozzobon *et al.*, 2010 estudou é classificada como de alta fertilidade (eutrófico) e a área deste estudo é de baixa fertilidade (distrófico).

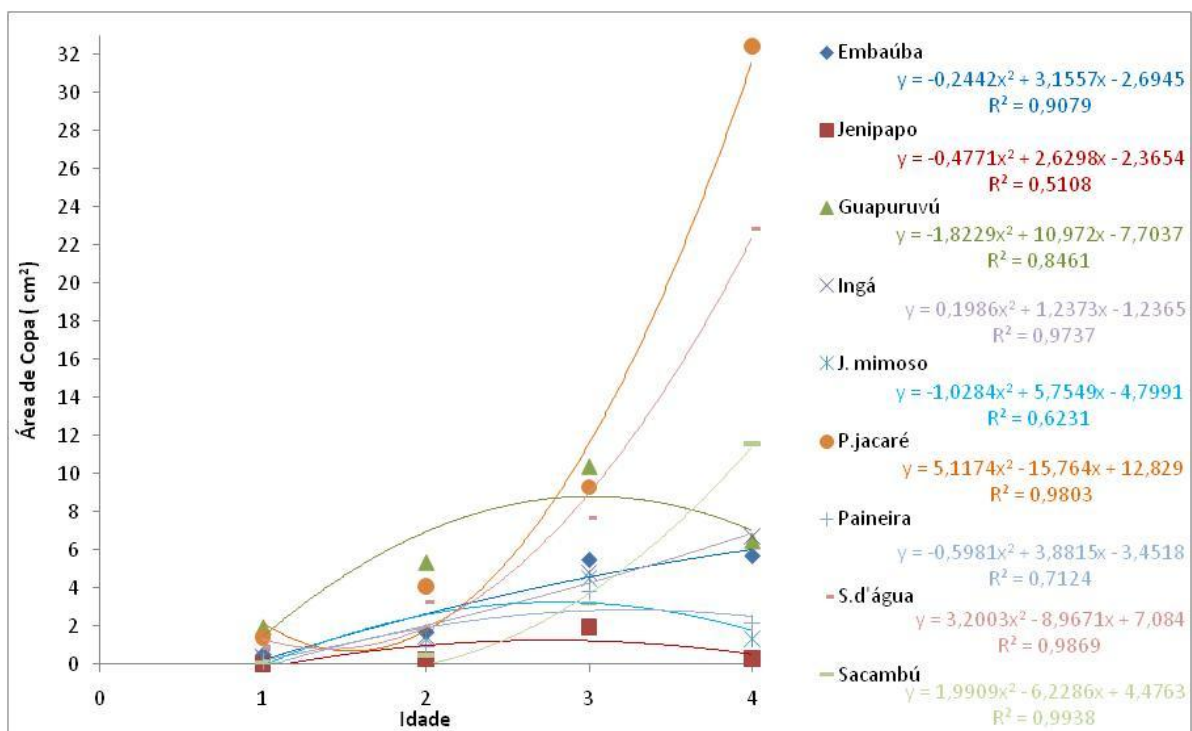


Figura 28: Área de copa média em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 2 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

5.4.3. Área 3

O resumo da análise de variância para diâmetro ao nível do solo médio (DNS) e altura média (H) das nove espécies avaliadas durante 4 anos, é apresentada na tabela 22 e 23. Observa-se que, houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade, para ambas as variáveis.

Tabela 22: Resumo da ANOVA, para a variável diâmetro ao nível do solo (DNS) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0.054380
espécie	8	1.589898*
erro 1	40	0.082686
idade	3	1.526914*
espécie*idade	24	0.027516*
erro 2	135	0.005094
CV 1 (%) =	34.85	
CV 2 (%) =	8.65	
Média geral:	7,62	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância (pelo teste F), CV= Coeficiente de variação em (%).

Tabela 23: Resumo da ANOVA, para a variável altura (H) das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	4,226632
espécie	8	98,326544*
erro 1	40	3,511160
idade	3	181,940209*
espécie*idade	24	6,886363*
erro 2	135	0,473960
CV 1 (%) =	46,16	
CV 2 (%) =	16,96	
Média geral:	4,06	

GL = Grau de Liberdade, * = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F , CV= Coeficiente de variação em (%).

No primeiro ano de estudo, as espécies foram divididas em apenas dois grupos, tanto para a variável DNS, quanto para a H. O Grupo de maior DNS formado pela Embaúba, Guapuruvu, Paineira e S.d'água e o grupo de menor DNS por Jenipapo, Ingá, J.mimoso, P.jacaré e Sacambu. Para a variável H, a diferença se dá apenas no P.jacaré que faz parte do grupo de menor DNS e para esta variável faz parte do grupo de maior altura (Tabela 25).

Tabela 24: Média do diâmetro ao nível do solo (DNS) e altura (H) dos indivíduos das nove espécies, avaliada durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007		2008		2009		2010	
	DNS	H	DNS	H	DNS	H	DNS	H
Embaúba	5,49 B	3,00 B	8,98 D	5,86 D	13,14 E	7,68 D	15,34 C	8,60 C
Jenipapo	1,05 A	0,41 A	1,25 A	0,45 A	1,47 A	0,53 A	1,67 A	0,65 A
Guapuruvu	5,13 B	2,22 B	9,68 D	5,38 D	13,53 E	7,94 D	17,76 C	10,90 D
Ingá	2,16 A	1,43 A	3,58 B	2,03 B	4,93 C	2,90 B	5,28 B	3,57 B
J.mimoso	1,61 A	1,27 A	6,69 C	2,63 B	10,98 D	3,87 B	10,98 B	3,90 B
P.jacaré	2,69 A	2,40 B	5,67 C	4,28 C	8,14 D	6,22 C	11,51 C	8,13 C
Paineira	7,37 B	2,24 B	9,80 D	4,06 C	14,96 E	5,86 C	18,18 C	6,86 C
S.d'água	5,51 B	2,43 B	8,68 D	4,38 C	11,80 E	5,85 C	18,20 C	7,60 C
Sacambu	1,59 A	0,98 A	2,06 A	2,13 B	2,91 B	2,93 B	4,45 B	4,55 B
Média	3,62	1,82	6,27	3,47	9,10	4,86	11,49	6,08

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Nicodemo *et al.* (2009), no seu estudo sobre desenvolvimento inicial de espécies florestais em sistema silvipastoril na região sudeste também relata o P.jacaré entre as espécies que apresentaram maior altura média após 334 dias após plantio. O mesmo foi observado por Souchie *et al.* (2006) que além de citar o P.jacaré entre as espécie de melhor crescimento ainda relata que esta espécie fixa nitrogênio, sendo uma característica que geralmente traz vantagem no desenvolvimento inicial das plantas especialmente em condições adversas.

Após quatro anos as espécies já se diferenciavam mais, dividindo-se em três grupos quanto o DNS e em quatro grupos, quanto a altura (H). A diferença neste momento se deu em virtude do Guapuruvu que sozinho compõe o grupo de maior H (quarto), porém para a variável DNS ele não difere do terceiro grupo formado pela Embaúba, P.jacaré, Paineira e S.d'água (Tabela 24).

O Jenipapo foi a espécie que apresentou em todos os quatro anos, o menor valor em DNS e H, demonstrando seu baixo incremento (Figura 29 e 30).

Torres (2011) também observou este baixo crescimento para o Jenipapo no seu estudo em seis áreas de reflorestamento, no Município de Cachoeiras de Macacu, RJ, aos 2 anos.

O mesmo autor então cita que está espécie juntamente com mirindiba e jatobá podem ser utilizadas em replantio nas áreas estudadas, devido às condições atuais estarem mais favoráveis do que na época do plantio.

Já as maiores médias de DNS e H para todos os anos foram a Embaúba, Guapuruvu, Paineira e S. d'água. No ano de 2010 estas espécies não diferiram estatisticamente do P.jacaré.

De acordo com Oliveira (2010) a S.d'água também apresentou um bom crescimento em locais de alto de morro, no Município de Bom Jardim, mostrando a plasticidade de adaptação desta espécie.

Vale ainda destacar o Guapuruvu, que além de se apresentar em todos os anos como a espécie mais alta deste plantio (Tabela 24), também apresentou incremento crescente igualmente ao observado para P. jacaré, a S.d'água e o Sacambu (Figura 30). Corroborando com Lorenzi 2002, que cita que a S.d'água e P.Jacaré são espécies de crescimento muito rápido, atingindo cerca de 4 m de altura aos dois anos de plantio, como visto para esta área (4,38 m e 4,28 m respectivamente).

Nascimento (2007) aos 22 meses e Lisboa (2010) aos 52 meses, trabalhando nesta mesma área em Seropédica, observaram que estas espécies estão entre as de maior altura

Contraopondo com Torres (2011), o qual descreve que o crescimento do Guapuruvu e da Paineira foi considerado lento, quando comparado com as demais espécies do seu estudo, no Município de Cachoeiras de Macacu, RJ.

O mesmo autor ainda constatou que as espécies de maiores crescimentos foram o pau-jacaré, acácia-auriculada e Embaúba que apresentaram alturas médias de 6,8 m, 5,8m e 5,5m respectivamente, com aproximadamente 2 anos. Para o P.jacaré, Torres (2011) encontrou incremento maior do que o observado neste estudo em Seropédica (4,28 m), evidenciando o bom crescimento desta espécie nos povoamentos estudados do Município de Cachoeiras de Macacu, RJ, porém para a Embaúba o maior incremento foi observado neste trabalho (5,86 m aos dois anos) quando comparado com os indivíduos do Município de Cachoeira de Macacu.

Gonçalves *et al.* (2005) em seu estudo sobre aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do córrego da Fazenda Itaqui, no município de Santa Gertrudes, SP. Encontrou para *Croton floribundus* (S. d'água) uma altura de 2,77 m com um ano e 5 m para o segundo ano, apresentando-se como a segunda maior média em altura para ambos os anos, valores estes maiores do que encontrado neste trabalho.

O Ingá, apresentou crescimento lento, sendo a segunda menor espécie em altura. Esta espécie não diferiu estatisticamente do J. mimoso e Sacambu (Tabela 24).

Torres (2011), também observou um crescimento lento para este gênero (*Inga vera*), 2,8m aos dois anos, porém maior do que neste estudo (2,03 m).

Segundo Lorenzi, 2002, o desenvolvimento das mudas de Sacambu e J.mimoso no campo é lento não ultrapassando 2,5m para o Sacambu e para o J.mimoso variando de 2,5 a 3,0 m, aos 2 anos.

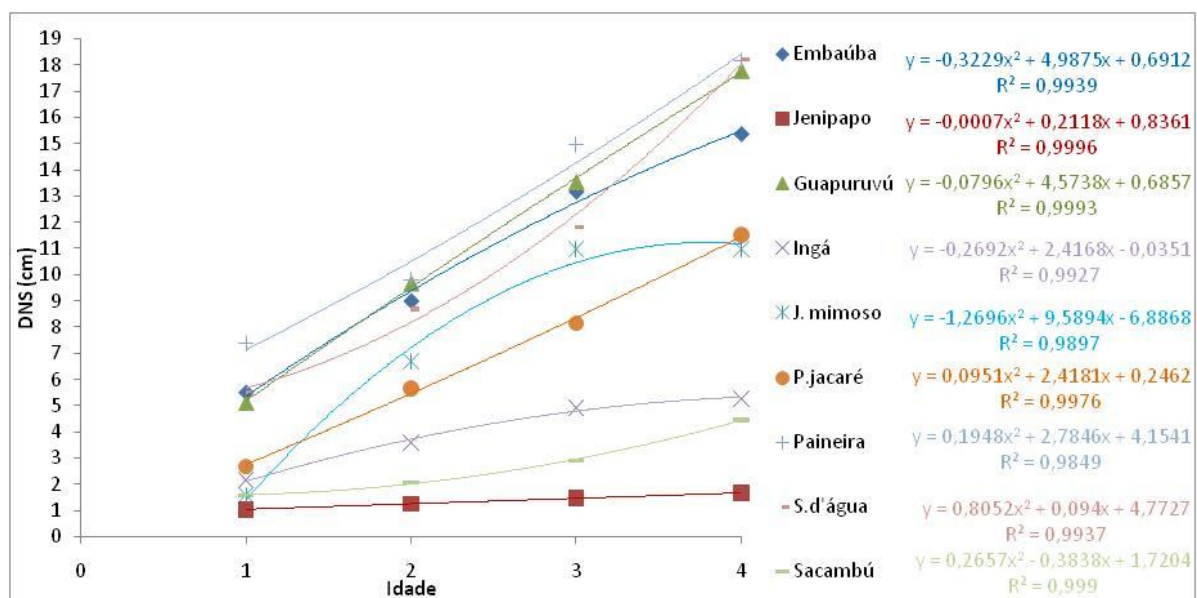


Figura 29: Diâmetro médio ao nível do solo (DNS) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 3 SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

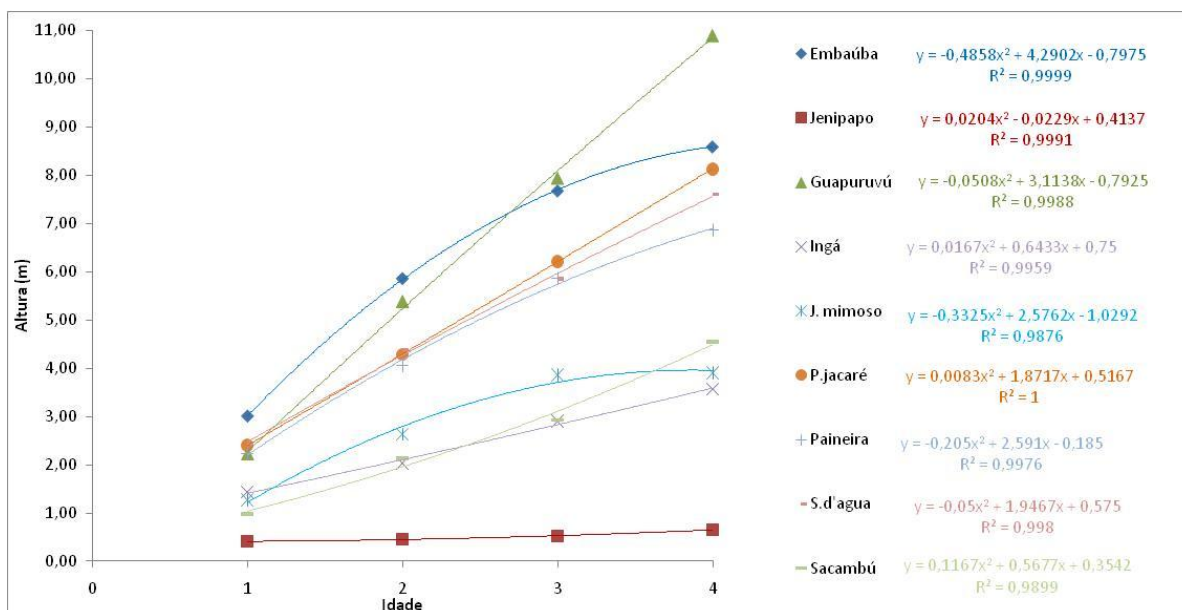


Figura 20: Altura média (H) em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

O resumo da análise de variância para a variável área de copa, apresentada na tabela 25, demonstra que houve diferença significativa entre as espécies, entre as idades e na interação espécie * idade.

Tabela 25: Resumo da ANOVA, para a variável área de copa das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios
Bloco	5	0,022694
espécie	8	1,941822*
erro 1	40	0,042079
idade	3	3,191629*
espécie*idade	24	0,079856*
erro 2	135	0,023485
CV 1 (%) =	29,94	
CV 2 (%) =	22,37	
Média geral:	0,6851435	

GL = Grau de Liberdade,* = significativo ao nível de 5% de significância pelo teste F , CV= Coeficiente de variação em (%).

Pode-se observar que o Jenipapo foi a espécie que apresentou os menores valores desta variável em todos os anos de estudo e apresentou um pequeno incremento entre os anos (Figura 30). Porém em 2007 ela não diferiu do J. mimoso e do Sacambu e em 2010 não diferiu do J.mimoso (Tabela 26).

Tabela 26: Média da área de copa dos indivíduos das nove espécies, avaliadas durante quatro anos, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Espécie/Ano	2007		2008		2009		2010	
Embaúba	1,3292	B	4,5052	D	10,7659	C	10,1690	D
Jenipapo	0,0799	A	0,3749	A	1,6373	A	0,4319	A
Guapuruvu	3,9861	C	8,3450	D	15,5839	C	6,1888	C
Ingá	1,0985	B	3,7949	C	9,7648	C	5,3112	C
J.mimoso	0,3457	A	1,0663	B	4,4935	B	0,8655	A
P.jacaré	2,2555	C	7,5269	D	14,3093	C	11,4918	D
Paineira	3,2709	C	7,9372	D	15,0037	C	5,1264	B
S.d'água	3,9012	C	8,7489	D	16,1027	C	18,9277	E
Sacambu	0,3354	A	1,6381	B	5,5768	B	2,9928	B
Média	1,8447		4,8819		10,3598		6,8339	

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si pelo teste de scott-Knott ($P \leq 0,05$).

Contrapondo com estas espécies tem a S. d'água que em 2010 apresenta-se com a maior área de copa (Figura 30). Este alto valor de área de copa se deu em função da mortalidade dos indivíduos que estavam ao seu redor. Diferindo de Maximiano (2008) que não cita S.d'água entre as espécie pioneiras que mais se destacaram em diâmetro de copa.

Ainda quanto estes dados podemos observar que o Guapuruvu, Paineira e S. d'água já no primeiro ano apresentaram área de copa superior a 3 m², resultando em um maior recobrimento do solo, o que é apreciável nos reflorestamentos (Tabela 26).

Porém vale destacar o guapuruvu, que apesar de apresentar rapidamente uma elevada área de copa esta espécie, fica temporariamente desprovidas de copa no inverno, o que não compromete a proteção do solo, já que, na região, não ocorrem chuvas de grande intensidade durante o inverno. No entanto, Faria (1997) cita que essa queda de folhas e o conseqüente 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.

O mesmo autor ainda relata que são poucos os dados relativos à área de copa e além de alguns trabalhos não trazem informações sobre as características químicas e físicas do solo, dificultando comparações de resultados. Deve-se ressaltar ainda a variabilidade genética existente entre os diferentes materiais utilizados, o que contribui para as variações entre os resultados obtidos.

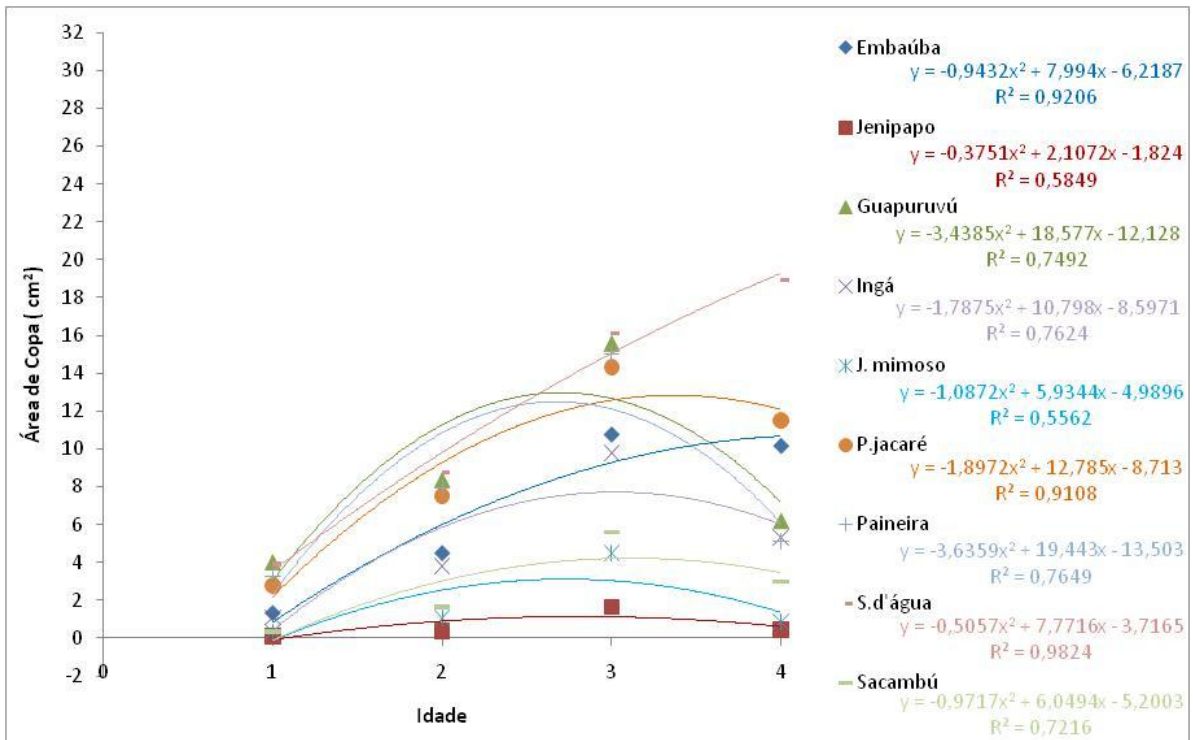


Figura 21: Área de copa média em nove espécies arbóreas ao longo dos quatro anos após plantio, na área 3 da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

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 (31, 32 e 33).

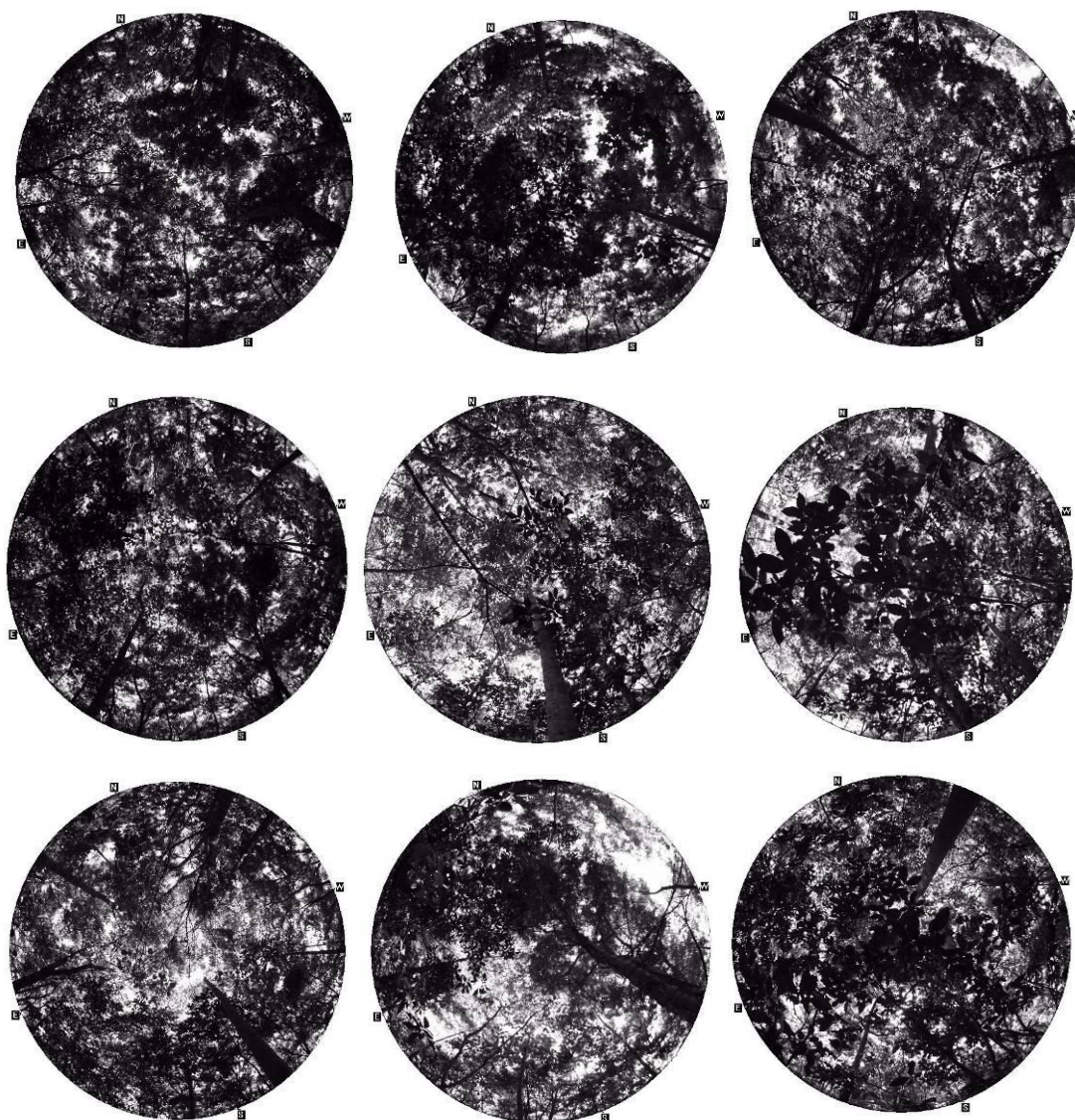


Figura 22: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 1 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

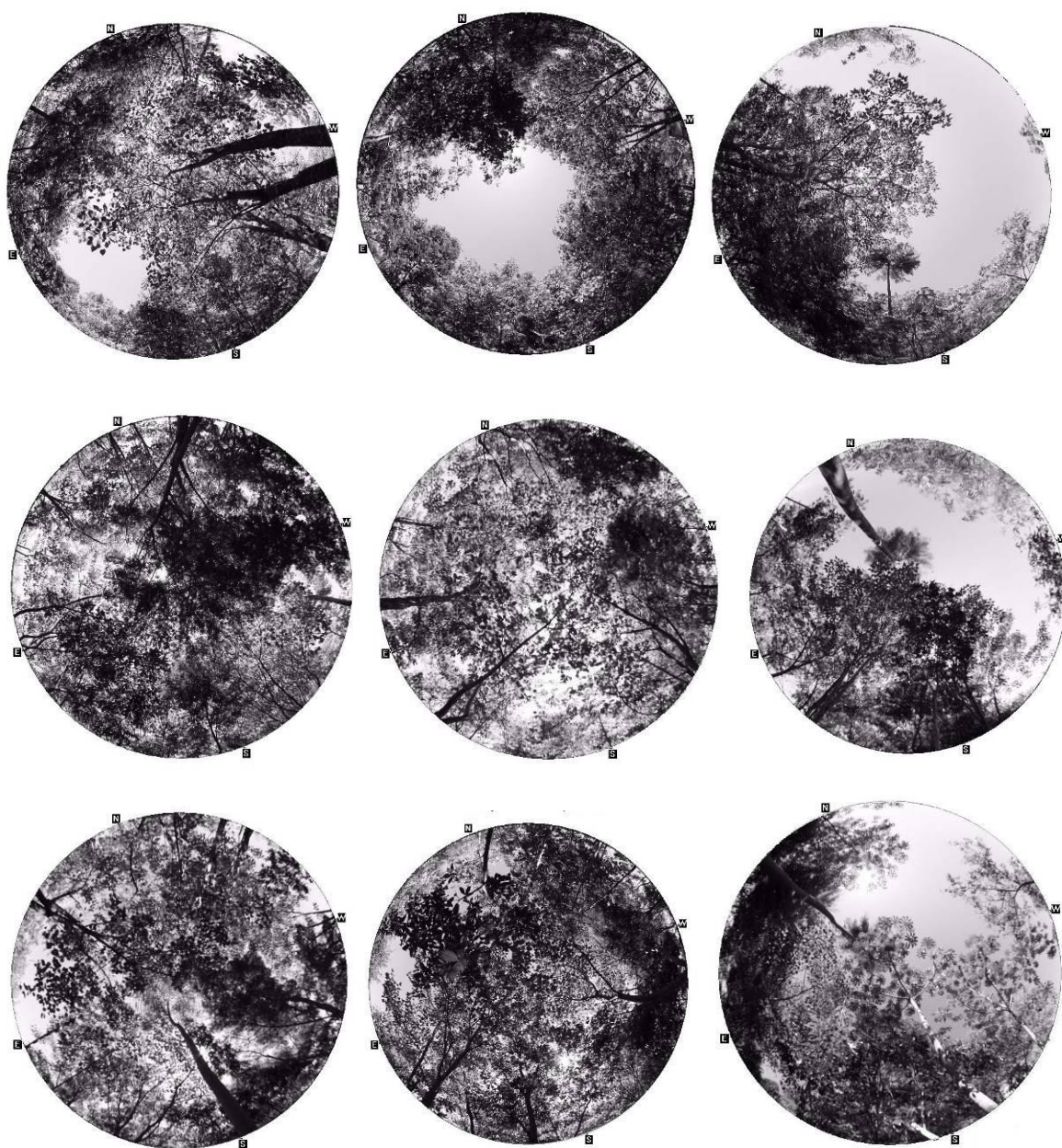


Figura 23: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 2 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

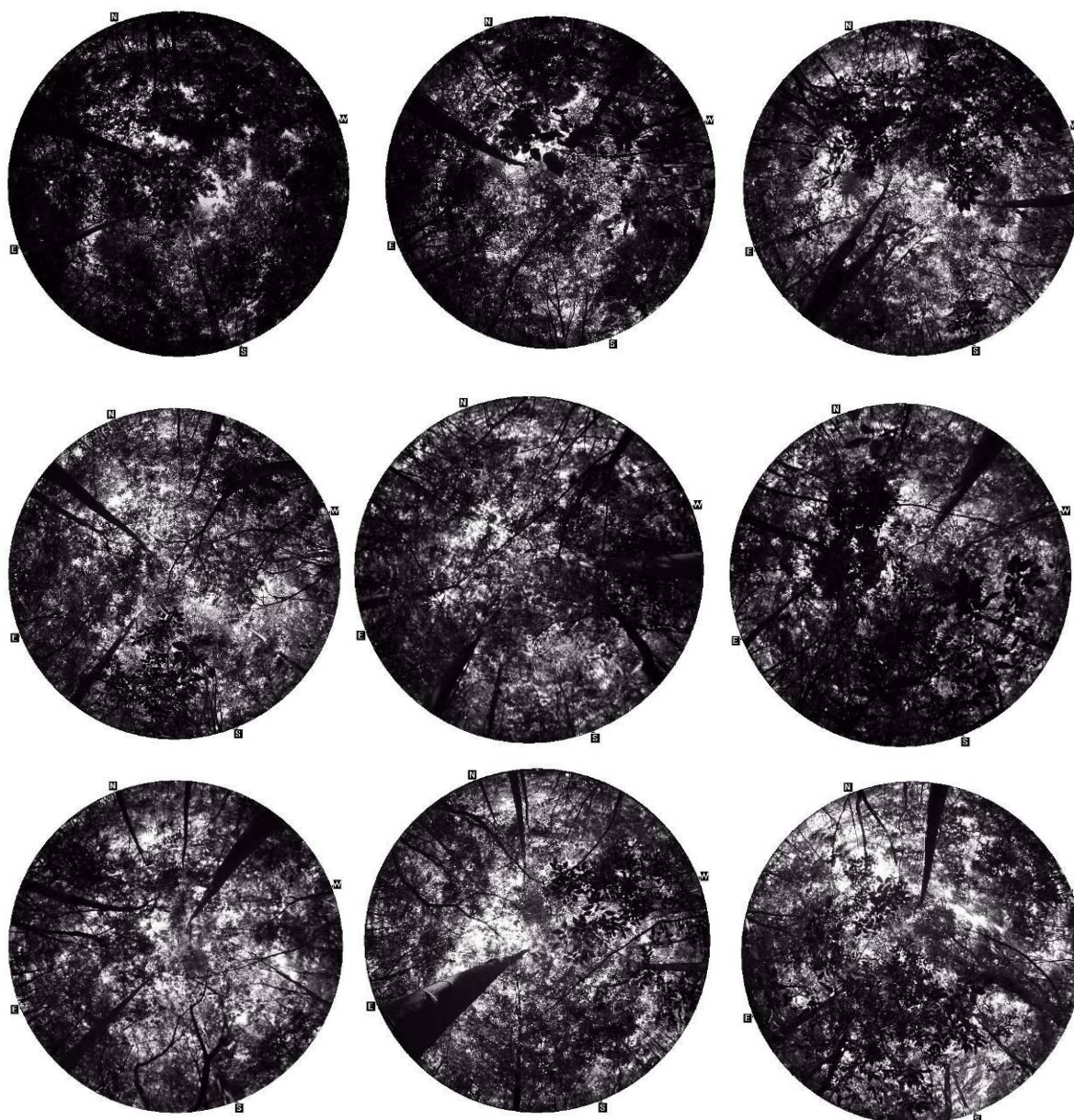


Figura 24: Fotografias hemisféricas aos quatro anos de idade na área 3 do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ.

Através do método de fotografia hemisféricas pode-se verificar que a área 3 foi a que apresentou um maior valor de índice de área foliar, sendo seguida pela área 1 e 2 respectivamente (Tabela 27). Já pelo método de projeção da copa a área 1 foi a que apresentou o maior valor de índice de área foliar sendo seguido pela área 3 e 2 respectivamente (Tabela 27). Porém por meio do teste de correlação de Pearson observou-se que o método de projeção de copas e o de fotografias hemisféricas apresentaram uma boa correlação ($r = 0,613$; $p < 0,01$) (Tabela 27).

As principais causas para a correlação das estimativas de área foliar pelos dois diferentes métodos utilizados não terem apresentado valores mais altos para a mesma área, pode ter se dado pela contribuição de galhos e troncos nas estimativas de IAF, a dificuldade de quantificar a interface entre ecossistema e atmosfera, devido a variabilidade espacial (vertical e horizontal) (BREDÁ, 2003) e a sobreposição das copas, que no método de projeção de copas é considerada e no método de fotografia hemisférica não são consideradas.

Tabela 27: Correlação de Pearson entre dois métodos de análise de área foliar aos nos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ

Local	Índice de Área Foliar	
	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 o não replantio nas áreas, resultando em uma área mais aberta, como pode ser visto na figura 32. Entretanto os valores das duas demais áreas podem ser considerados satisfatórios uma vez que Honzák *et al.* (1996) mencionam valores entre 3,4 a 4,8 m² m⁻² para estimativa de IAF em florestas tropicais utilizando fotografias hemisféricas.

Montagu *et al.* (2003) cita índice de área foliar em florestas plantadas por *Eucalyptus* sp. variando de 2 a 9, com valores típicos entre 3 a 6.

Melo *et al.* (2007), para um estudo com reflorestamentos de restauração de matas ciliares na região do Médio Paranapanema, no Estado de São Paulo, encontrou para 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 28).

O mesmo autor cita, ainda, que existe uma boa correlação entre cobertura de copa e a idade do reflorestamento, explicitamente visto neste estudo (Tabela 28). 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 índice de área foliar, 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 valor de correlações (Tabela 28).

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 28).

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 28: Porcentagem de Cobertura de copa aos quatro anos de idade nas três áreas do reflorestamento na área da 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 ano 1, 2 e 3.

6. CONCLUSÃO

De acordo com a profundidade do lençol freático foi possível concluir que a área 2 apresenta um maior grau de umidade do que nas áreas 1 e 3, caracterizando-se como hidromórfica.

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 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.

Na análise de diâmetro ao nível do solo (DNS) as espécies que apresentaram melhor crescimento na área 1 foram Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré, Paineira e S.d'água. Na área 2 foram Guapuruvu e S. d'água e na área 3 foram Embaúba, Guapuruvu, P.Jacaré, Paineira e S.d'água.

Para o parâmetro silvicultural altura, as espécies que mais se destacaram na área 1 foram Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré e S.d'água. Na área 2 foram Guapuruvu e S.d'água e na área 3 foi o Guapuruvu, todas estas espécies também tiveram um bom desempenho em DNS.

Por fim para o parâmetro silvicultural área de copa as espécies que apresentaram maior área de copa na área 1 foram Ingá, P.Jacaré e S.d'água. Na área 2 foram P.Jacaré e S.d'água e na área 3 foi S.d'água.

Porém, como o recobrimento do solo é um fator importante no início dos projetos de recomposição, os altos valores de área de copa no início dos projetos também se tornam importantes. Dessa forma, vale destacar para área 1 o Guapuruvu, a Paineira e a S. d'água, para a área 2 o Guapuruvu, P.jacaré e S.d'água e para a área 3 além da S.d'água, a Paineira e o Guapuruvu que a 1 ano após o plantio ou 2 anos após o plantio no caso da área 2, já apresentaram área de copa maior que 3 m² tendo assim recoberto melhor o solo e minimizando o impacto da gota de chuva, o surgimento de gramíneas competidoras e conseqüentemente o gasto com manutenção destes povoamentos.

Sendo assim as espécies Embaúba, Guapuruvu, P.jacaré, Paineira, S.d'água e Ingá podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas de mata ciliar com as características iguais ao deste Cambisso Háptico 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, S. d'água e P.jacaré e para os Cambisso Háplico Ta Eutrófico (área 3) com características físicas e químicas iguais as deste solo são Embaúba, Guapuruvu, S.d'água e Paineira, as melhores espécies para recuperação, dentre as estudadas neste trabalho.

A área 2 apresenta menor cobertura de copa em virtude da alta mortalidade de indivíduos.

O método de fotografia hemisférica apresentou boa correlação com o método de projeção de copas e com as idades de plantio sendo assim indicado como um método adequado para estudo de área de copa em reflorestamentos mistos e sua evolução ao longo do tempo.

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 do que a norte e sul, leste oeste com o intuito de reduzir o erro, pois as copas não formam uma circunferência perfeita.

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, 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.

AUBERT, E. E.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 194-214, 1994.

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. da 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.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. Principais iniciativas de restauração florestal na mata atlântica, apresentadas sob a ótica da evolução dos conceitos e dos métodos aplicados. 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.

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 JR. 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.

BIGARELLA, J.J. 2001. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Jubilee Volume (1946-2001): 65-110.

BRITTEZ, R.M. Solos. In: Marques, M.C.M. & Brittez, R.M (Orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: UFPR, 2007.

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.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Belo Horizonte. **Anais...**, 2002. 5. p. 123-145.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Análise Crítica dos Programas de Recomposição de Matas Ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2002. 10. p.172-188.

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 n. 4. 771, 15 set. 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L4771.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2011.

BRASIL. Resolução Conama N° 303, de 20 de março de 2002 . Brasília: MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em 11 jan. 2011.

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. AND SANDER, K.A. 1995: Observed migration of a Controlled DNAPL Release by Geophysical Methods. **Ground Water**, Vol. 33, No. 6, nov./dec.1995, p. 977-987.

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.

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 Iguçu, 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. Hydropedological 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.; 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 Mudas. 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.

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.). **Mata 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, tabules 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.; COLLIS, 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. & RUIZ, 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.

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.

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* Dehn, *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. Ter .1993. **Hemiphot, a programma to analyze vegetation indices, light and light quality from hemispherical photographs.** Tropenbos documents 3. p. 44. The tropenbos foundation & utrecht university, wageningen, The netherlands.

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.: monografia. 2011 (ATILA)

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: LAURANCE, 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.

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, p166-181. 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 SFE – 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 SFE – 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 SFE – 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 neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da SFE – UTE Barbosa Lima Sobrinho, em Seropédica, RJ



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



Anexo 9.6: Vista geral do plantio aos 4 anos de idade no Gleissolo Háplico Tb Distrófico neofluvisóico (Área 2), encontrado na área da SFE – 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 SFE – 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 SFE – 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 Háptico Tb Distrófico neofluvissólico (Área 2), encontrado na área da SFE- 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 SFE- 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 rochiosidade: 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, média, 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; friável, 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; média para blocos angulares e grande/ muito grande para colunar; friável; não plástico e não pegajoso.