



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL

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



**IRAM JOSÉ DO HERVAL MENDES JÚNIOR**

**CRESCIMENTO INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE  
ESPÉCIES DA CAATINGA EM ÁREAS DEGRADADAS**

**Recife-PE**

**2013**

**IRAM JOSÉ DO HERVAL MENDES JÚNIOR**

**CRESCIMENTO INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS  
DE ESPÉCIES DA CAATINGA EM ÁREAS DEGRADADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais para obtenção de Título de Mestre. Área de concentração: Silvicultura.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos

Co-orientador: Dr. Francisco Tarcísio Alves Junior

**Recife-PE**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Ana Catarina Macêdo – CRB-4 1781

H577c Herval, Iram José do.  
Crescimento inicial e sobrevivência de mudas de espécies da caatinga em áreas degradadas / Iram José do Herval. – Recife, 2013.

52 f.

Orientador(a): Marco Antônio Amaral.

Co-orientador(a): Francisco Tarcísio.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2013.

Inclui referências.

1. Plantas da caatinga . 2. Degradação ambiental - Canindé de São Francisco (SE) . 3. Caatinga - Canindé de São Francisco (SE) . I. Amaral, Marco Antônio, orient. II. Tarcísio, Francisco, coorient. III. Título

CDD 634.9

IRAM JOSÉ DO HERVAL MENDES JÚNIOR

**CRESCIMENTO INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE ESPÉCIES DA  
CAATINGA EM ÁREAS DEGRADADAS**

Aprovada em: 28 / 08/ 2013

**Banca examinadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Licia Patriota Feliciano

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Nogueira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Comitê orientador:

Prof. Dr. Marco Antônio Amaral Passos

(Orientador)

Dr. Francisco Tarcísio Alves Junior

(Co-orientador)

**Recife-PE**

**2013**

## **DEDICO**

A todos os professores que me ensinaram a obter um pouco de conhecimento. Dedico ao meu amado avô, a minha mãe, e a José Serafin Feitosa Ferraz.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS, aos meus professores da graduação e aos meus amigos, Romário Bezerra, Amanda Menezes, Tatiane Kelly, Thiago Moras e Nathalia, por toda força que me deram em campo.

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo incentivo financeiro concedido por meio de bolsa científica.

Ao meu orientador, Marco Antonio Amaral Passos, pela paciência, respeito, motivação, confiança, ensinamentos e discussões, tanto na pesquisa, quanto na vida profissional e pessoal, e pela amizade concedida a mim. A Tarcísio Alves Júnior pela orientação, pela oportunidade de aprender seus ensinamentos, disponibilização de sua sala incluído os computadores, incentivo à pesquisa, discussões, confiança, compreensão, respeito e amizade.

A Coordenação do curso de pós-graduação, em especial a Prof<sup>ª</sup> Rinaldo Caraciolo, pelo apoio e motivação.

A CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), por disponibilização da área, mudas e reconhecimento da importância da realização de pesquisas para recuperação de áreas degradadas, a todos os funcionários do Viveiro Florestal de Xingó-AL.

A todos os funcionários do Departamento de Ciência Florestal.

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no município de Candé de São Francisco-SE (09° 37' 11" S e 37° 50' 11" W), na mesorregião do rio São Francisco. Visa avaliar o crescimento inicial e a sobrevivência de cinco espécies arbóreas da caatinga com diferentes classes de altura, plantadas em área degradada. As espécies utilizadas foram *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Angico monjolo), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, (Angico de Caroço), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Aroeira), *Poincianella gardneriana* (Benth.) L.P. Queiroz (Catingueira) e *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Craibeira). As mudas foram produzidas no viveiro florestal da CHESF- Xingó/AL, posteriormente foram selecionadas de acordo com as respectivas alturas e divididas em classes: Classe 1: < 20 cm, classe 2: 20 – 40cm e classe 3: > 40cm. Cada classe correspondeu a um fator, com 15 repetições por espécie, 75 mudas por tratamento, totalizando 225 mudas no experimento. O plantio foi distribuído aleatoriamente na área, sendo as mudas identificadas com placas. Os dados, coletados durante 15 meses, foram altura total (H), diâmetro no colo (DNC) e porcentagem de sobrevivência, obtidos após o plantio. O delineamento foi realizado com medidas repetidas, com o seguinte arranjo inteiramente casualizado: Cinco espécies-Angico monjolo, Angico de Caroço, Aroeira, Catingueira e Craibeira. Três classes de altura, com 15 repetições por classe e seis épocas de medição. Não ficou evidenciado que o fator altura influencia na capacidade de sobrevivência das mudas em campo, ou seja, cada espécie responde de forma diferente em relação a altura que será plantada. Desta forma é importante conhecer e repetir esses estudos com um maior número de espécies para servir como fonte de informação aos projetos e programas de recuperação de áreas degradadas.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do software ASSISTAT 7.7 e SAS v.9.1

Palavras-chave: sobrevivência, desenvolvimento, caatinga.

## ABSTRACT

This essay was developed in the city Canindé de São Francisco-SE (09° 37' 11" S e 37° 50' 11" W), in the middle region of the São Francisco River. Its purpose is to analyze the initial growth and survival of five arboreal caatinga species, with different height classes, planted in degraded areas. The species used were *Parapiptadeniarigida* (Benth.) Brenan (Angico monjolo), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, (Angico de Caroço), *MyracrodruonurundeuvaAllemão* (Aroeira), *Poincianellagardneriana* (Benth.) L.P. Queiroz (Catingueira) e *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore (Craibeira). The seedlings were grown in the CHESF-Xingó / AL nursery; after that, some of them were chosen according to their heights and divided into classes: Class 1: <20 cm, Class 2: 20 - 40cm and Class 3: > 40cm. Each class was related to a factor, with 15 repetitions per species, 75 seedlings per treatment, in a total of 225 plants in the experiment. The planting was randomly distributed in the area, the seedlings being identified with signs. The data collected during 15 months were: height (H), diameter lap (DNC) and survival percentage, obtained after the planting process. The experiment was conducted with repeated measures, using the following randomized arrangement: Five species *Angico monjolo*, *Angico de caroço*, *Aroeira*, *Catingueira* and Craibeira. Three height classes, with 15 repetitions per class and six measurement periods. There hasn't been found any connection between the height of the seedlings and their survivability in the field, in other words, each species behaves in a different manner, no matter how height it is when it is planted. Because of this, it's important to repeat these studies with a greater number of species in order to use the obtained information as a source for projects and programs to recover devastated areas. The software used to do the Statistical analysis was the ASSISTAT 7.7 beta SAS v.9.1.

Key-words: survival, development, caatinga.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Crescimento do Ang. De Caroço após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	37
<b>Figura 2</b>	Crescimento do Ang. Monjolo após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	37
<b>Figura 3</b>	Crescimento da Aroeira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	38
<b>Figura 4</b>	Crescimento da Catingueira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	38
<b>Figura 5</b>	Crescimento da Craibeira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	39
<b>Figura 6</b>	Crescimentoda classe 1 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	42
<b>Figura 7</b>	Crescimentoda classe 2 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	42
<b>Figura 8</b>	Crescimentoda classe 3 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.....	43
<b>Figura 9</b>	Número de indivíduos vivos por espécie e classes de altura.....	43

## LISTA DE TABELAS

Pág.

<b>Tabela 1</b>	Nome vulgar e científico das espécies utilizadas na recuperação da área experimental do município de Canindé de São Francisco – SE.....	31
<b>Tabela 2</b>	Teste de Esfericidade de Mauchly, nas medidas repetidas de crescimento no tempo em cinco espécies da caatinga.....	34
<b>Tabela 3</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo para as alturas das cinco espécies em estudo.....	34
<b>Tabela 4</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies para as alturas das cinco espécies.....	35
<b>Tabela 5</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x classes de alturas das cinco espécies em estudo.....	35
<b>Tabela 6</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies x classes para as alturas das cinco espécies em estudo.....	35
<b>Tabela 7</b>	Teste de Esfericidade de Mauchly, nas medidas repetidas de crescimento no tempo em cinco espécies da caatinga.....	39
<b>Tabela 8</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo para os diâmetros das cinco espécies em estudo.....	40
<b>Tabela 9</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies para os diâmetros das cinco espécies.....	40
<b>Tabela 10</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x classes de diâmetro das cinco espécies em estudo.....	40
<b>Tabela 11</b>	Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies x classes para as alturas das cinco espécies em estudo.....	40

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1</b>	Análise de variância para estudos das interações dos fatores em relação a altura.....	36
<b>Quadro 2</b>	Análise de variância para estudos das interações dos fatores em relação ao diâmetro.....	41

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1 Degradação ambiental e recuperação florestal.....	15
2.2 Importancia de escolha das espécies.....	16
2.3 Produção de mudas com alto padrão de qualidade.....	18
2.3.1 Indicadores da qualidade de mudas.....	18
2.3.1.1 Altura total.....	19
2.3.1.2 Diâmetro do colo.....	20
2.3.1.3 Relação Altura total/Diâmetro do colo.....	21
2.3.4 Medidas repetidas.....	22
2.3.4.1O modelo proposto por Potthoff e Roy.....	23
2.3.4.2 A matriz de covariâncias.....	25
2.3.4.3 O Teste de Esfericidade de Mauchly (1940) .....	25
2.3.4.4O modelo e o procedimento de MANOVA.....	29
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
3.1 Área de estudo.....	31
3.2Caracterização de solo.....	31
3.3 Espécies utilizadas.....	31
3.4.4Área de estudo, preparo do solo e plantio de mudas .....	32
3.5desenho experimental.....	32
3.6monitoramento.....	33
3.7análise estatística.....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
4.1 Avaliação dos dados em relação a altura.....	34
4.2 Avaliação dos dados em relação ao Diâmetro.....	34
4.3 Sobrevivecia.....	39

<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

A preocupação mundial com a qualidade ambiental tem se tornado cada vez mais frequente, fazendo com que ocorra aumento na demanda de serviços e produtos para a recuperação de áreas degradadas (JOSÉ et al., 2005). Com isso os programas de recuperação deixaram de ser apenas aplicações de práticas agronômicas e silviculturais (MUNDIM, 2004) para incluir variabilidade em biodiversidade, reconstrução da estrutura e do funcionamento de processos ecológicos, em um contexto social, econômico e ecológico (SER, 2004).

Para que as metas de um programa de reflorestamento sejam atingidas devem-se escolher criteriosamente as espécies (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004), o melhor sistema de produção de mudas (LELES et al., 2006), bem como realizar o monitoramento destas após o plantio (FONSECA, 2000).

A escolha de espécies adequadas, importante para obter um ambiente estável (FERREIRA et al., 2007), e a produção de mudas com qualidade morfofisiológica permite que estas suportem condições adversas que venham a encontrar, apresentem maior chance de sucesso no estabelecimento, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo (JOSÉ et al., 2005; LIMA et al., 2008), uma vez que longos períodos em viveiro podem causar problemas radiculares, influenciando em seu desenvolvimento (ALFENAS et al., 2004).

Importantes subsídios para a produção de mudas com alto padrão de qualidade e para a recuperação de áreas têm sido criados a partir de estudos sobre a influência dos tipos e tamanhos de recipientes (NOVAES et al., 2001; JOSÉ et al., 2005; LUZ et al., 2006; LELES et al., 2006; BOMFIM et al., 2009), o nível de sombreamento (RAMOS et al., 2004; LIMA et al., 2008), o tipo de substrato utilizado (OLIVEIRA et al., 2008; DANTAS et al., 2009) e a profundidade de semeadura (ROSA et al., 2009), no crescimento e na sobrevivência das mudas.

O estabelecimento destas mudas em campo deve ser avaliado e monitorado, por meio de parâmetros morfofisiológicos, como altura total e diâmetro do colo (BARBOSA, 2000; RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). Estes tomados isoladamente ou juntos, são bons preditores para avaliar a qualidade das mesmas (GOMES et al., 2002). A relação altura/diâmetro do colo, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo, sendo o melhor indicador de qualidade e capacidade de sobrevivência (MOREIRA; MOREIRA, 1996; DANIEL et al., 1997; STURION; ANTUNES, 2000). No

entanto, estas informações são de medidas tiradas em campo e não levam em consideração como o tamanho das mudas no viveiro pode influenciarno desempenho destas em campo.

O plantio de espécies arbóreas e o acompanhamento do crescimento inicial e da sobrevivência, por meio de medições periódicas, são importantes para entendero funcionamento do ecossistema restaurado (RAMOS et al., 2004) e para balizar a escolha das espécies e a melhor forma de plantá-las, auxiliando no estabelecimento de protocolos que permitam a utilização de espécies nativas em programas derecuperação de áreas degradadas (RAMOS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2008).

Devido a não existência, para espécies nativas, de padrões de qualidade bem estabelecidos e os critérios adotados não apresentam prova científica de sua eficácia (em médio prazo), este trabalho teve como objetivoavaliar e comparar o crescimento e a sobrevivência de mudas de diferentes alturas e espécies plantadas em uma área degradada no município de Canindé de São Francisco – SE, tendo como pressuposto que o tamanho das mudas pode influenciar no seu estabelecimento e desenvolvimento em campo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

---

### 2.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E RECUPERAÇÃO FLORESTAL

A região semiárida brasileira vem sofrendo grandes desmatamentos ao longo dos anos. O setor florestal gera cerca de 170 mil empregos diretos e 500 mil indiretos, além de contribuir com 15% da renda global dos produtores. O grande destaque é a produção de lenha, uma vez que 35% do parque industrial têm na lenha sua fonte de energia primária e atende a 70% da demanda energética domiciliar da região (CAMPELLO et al., 2000). A necessidade de lenha para suprir a demanda energética, seu uso de forma insustentável e a falta de preocupação com a revegetação das áreas desmatadas tem sido algumas das principais causas para a degradação ambiental observada na caatinga.

A degradação do ambiente provocada por perturbações antrópicas leva a diminuição da resiliência, causada principalmente pela perda de espécies e das interações existentes (GANDOLFI; JOLY; RODRIGUES, 2007). A fim de reverter o processo de degradação, o homem tem tentado intervir desenvolvendo ações que buscam reparar os danos causados (RUDOLF; LAFFERTY, 2011).

A escolha do tipo de intervenção dependerá do objetivo ao qual se destina. De acordo com a Lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, as intervenções podem ser no sentido de recuperar ou restaurar áreas, se o objetivo for restituir um ecossistema ou população degradada a uma condição não degradada, diferente ou semelhante à condição original, respectivamente.

A restauração como um processo de reestabelecimento da vegetação nativa, favorece a recuperação e gestão da integridade ecológica. Integridade esta que inclui variabilidade em biodiversidade, estrutura e funcionamento de processos ecológicos, em um contexto social, econômico e ecológico (SER, 2004).

A Sociedade de Restauração Ecológica Internacional (SER) (2004) produziu uma cartilha que fornece uma lista de nove atributos do ecossistema como um guia para medir o sucesso da restauração. Eles sugeriram que um ecossistema restaurado deve ter diversidade e estrutura da comunidade semelhante à de locais de referência; presença de espécies autóctones; presença de grupos funcionais necessários para a estabilidade em longo prazo; capacidade do meio físico para sustentar populações reprodutivas; funcionamento normal;

integração com a paisagem; eliminação de ameaças potenciais; resiliência a perturbações naturais e auto-sustentabilidade.

A importância de intervenções, bem como alternativas técnicas são alguns dos principais tópicos de debates, e estudos estão sendo realizados para ajudar na elaboração de planos para recuperar e/ou restaurar uma área degradada (DURIGAN et al., 2001; KAGEYAMA, 2003). Tais técnicas são importantes para que programas obtenham êxito, desde a escolha das espécies e do número de indivíduos (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004), e produção de mudas (baixo custo, tamanho e qualidade morfofisiológica das mudas levadas para campo) (LELES et al., 2006) até o monitoramento (sobrevivências, crescimento inicial e estabelecimento) destas em campo (FONSECA, 2000).

## 2.2 IMPORTANCIA DA ESCOLHA DAS ESPÉCIES

A escolha de espécies adequadas é de suma importância para obter um ambiente estável, ou seja, com características que garantam resistência e resiliência (FERREIRA et al., 2007). Percebe-se que as evidências de estabilidade nem sempre estão relacionados com a diversidade do sistema, uma vez que as espécies são capazes de apresentar respostas diferenciadas frente ao distúrbio (LAVOREL et al., 1997).

Além disso, a escolha de espécies para os plantios depende muito do objetivo a que se destina a plantação. Se a floresta visa à proteção de APPs (áreas de proteção permanente), ou somente a recuperação de áreas degradadas, ou ainda à produção de madeira e outros produtos florestais, diferentes concepções poderão se ter de espécies mais adequadas para cada reflorestamento (KAGEYAMA; GANDARA, 2004).

Na caatinga, existem várias espécies arbóreas que são consideradas indicadoras de recuperação de áreas degradadas, que apresentam atrativos para a fauna e servem de base para as futuras espécies (SIQUEIRA FILHO et al., 2009). Dentre estas estão *Tabebuia aurea*, *Parapiptadeniariigida*, *Myracrodruonurundeuva*, *Anadenanthera colubrina* e *Poincianellagardneriana*.

*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore (Bignoniaceae), conhecida popularmente como craibeira, caraibeira ou para-tudo, possui grande importância ecológica, por ser visitada por diversas espécies de abelhas e por sua copa servir de suporte para ninhos de várias espécies de pássaros (LORENZI, 1992). Trata-se de uma espécie semidecídua,

heliófita, secundária. Tolerante a solos salinos e ocorre, principalmente, em áreas de mata ciliar (SIQUEIRA FILHO et al., 2009).

A espécie *Parapiptadeniarigida* (Benth.) Brenan (Mimosaceae), conhecida como angico monjolo (SOUTO, 1984). É uma árvore decídua, secundária inicial (VACCARO et al., 1999), comum em terrenos abandonados e freqüentemente observada nas associações secundárias, ocupando posição importante nas capoeiras e nos capoeirões. Apresenta regeneração natural abundante em clareiras abertas na floresta e sob povoamentos implantados (CARVALHO, 2002).

A aroeira, *Myracrodruonurundeuva* Allemão (Anacardiaceae), é uma espécie decídua, heliófita, clímax. Ocorre em terrenos secos e rochosos. Apresenta melitofilia como síndrome de polinização e adispersão das sementes (frutos) ocorre pelo vento (anemocoria). Presente na lista de espécies ameaçadas de extinção da flora brasileira (SIQUEIRA FILHO et al., 2009). Apresenta madeira pesada e de grande valor econômico (LORENZI, 1992).

A *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Mimosaceae), conhecida popularmente como angico-vermelho ou angico de caroço. É uma planta decídua, heliófita e característica de mata secundária, encontrada em quase todo o Brasil, prefere solos profundos e pouco úmidos. Geralmente, é utilizada no plantio de florestas mistas (COSTA et al., 2002; LORENZI, 2002).

*Poincianella gardneriana* (Benth.) L.P. Queiroz (Caesalpiniaceae), popularmente chama de catingueira, é uma espécie da caatinga setentrional, arbusto ou arvoreta 3 - 8 m de altura. Aparentemente é uma espécie endêmica da caatinga, principalmente nas formas mais abertas, tanto sobre areia como em latossolo, apresentando valor madeireiro, apícola e forrageiro (QUEIROZ, 2009).

Após a escolha das espécies, a produção de mudas e a seleção de determinadas características são importantes para o sucesso do programa de restauração. A escolha do tamanho das mudas que deverão sair do viveiro, por exemplo, tem forte impacto na redução dos custos referentes a produção, pois o menor tempo das mesmas em viveiro diminui de forma significativa os custos por muda produzida e tem grande influência na qualidade das mudas, visto que as que passam por longos períodos em viveiro tem problemas radiculares, influenciando no seu desenvolvimento (ALFENAS et al., 2004).

## 2.3 PRODUÇÃO DE MUDAS COM ALTO PADRÃO DE QUALIDADE

A demanda crescente de mudas para a recuperação de áreas degradadas demonstra a necessidade do desenvolvimento de pesquisas e técnicas que aperfeiçoem a produção de mudas, a baixo custo, e com qualidade morfofisiológica capaz de atender aos objetivos dos plantios, uma vez que o êxito de um plantio depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas produzidas (LELES et al., 2006).

Mudas consideradas de alto padrão de qualidade devem suportar as adversidades do meio, apresentar altos percentuais de sobrevivência no campo, bom crescimento, para que se possa reduzir a frequência dos tratos culturais do povoamento recém implantado e competir com a vegetação espontânea, diminuindo possíveis danos causados por pragas florestais, como formigas cortadeiras e cupins, além de produzir árvores com volumes e qualidades desejáveis (NOVAES et al., 2001; LELES et al., 2006).

Segundo Rosa et al. (2009) para que um programa de reflorestamento seja exitoso, do ponto de vista econômico e ambiental, é preciso produzir mudas de boa qualidade que apresentem crescimento uniforme e menor porcentagem de mortalidade em campo e, por conseguinte, menor necessidade de replantio. Para se atingir essa qualidade, os cuidados devem começar na produção, sendo o período de viveiro a parte mais importante (CARNEIRO, 1995). Segundo Freitas e Klein (1993) cerca de 15 a 20% da mortalidade em campo nos primeiros anos está ligado a problemas e erros existentes durante a produção das mudas.

Desta forma, a produção sendo conduzida de forma correta, melhora o desempenho das mudas, o que faz com que suportem a intempéries no campo (CARNEIRO, 1995). No entanto, um dos principais problemas dos viveiristas ou produtores de mudas de espécies florestais é determinar os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo, durante a fase de viveiro, bem como as características morfofisiológicas da planta que melhor correlacionam com essas variáveis (LIMA et al., 2008).

### 2.3.1 Indicadores da qualidade de muda

O estabelecimento destas mudas em campo deve ser avaliado e monitorado, por meio de parâmetros (que ainda é uma grande lacuna) capazes de verificar a qualidade dos

reflorestamentos heterogêneos, bem como indicar a capacidade de resiliência em áreas implantadas (BARBOSA, 2000; RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

Para isso, devem ser recolhidos parâmetros que forneçam uma informação agregada e sintética sobre algum aspecto da própria vegetação ou do solo. Através deles, pode-se verificar a eficiência da cobertura vegetal na proteção dos solos, a produtividade dos ecossistemas ou mesmo sua função como refúgio da vida silvestre. Idealmente, os indicadores de desempenho deveriam ser objetivos, facilmente mensuráveis, reprodutíveis e passíveis de serem obtidos a baixo custo. Uma das vantagens do seu uso é que possibilita fácil compreensão e interpretação dos dados por parte de diferentes categorias de interessados, como empresários, agentes públicos e comunidade em geral (ALMEIDA; SÁNCHEZ, 2005).

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos (GOMES et al., 2002). A qualidade morfológica e fisiológica das mudas depende da procedência das sementes e da carga genética, das condições ambientais, dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (PARVIAINEN, 1981).

Os parâmetros de qualidade mais utilizados são os morfológicos (determinados física ou visualmente), ainda carentes de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000). Dentre eles destacam-se altura total, diâmetro do colo e relação altura-diâmetro, uma vez que são fáceis de medir e não destroem a planta.

### *2.3.1.1 Altura total*

A altura total é um parâmetro de fácil medição. Trata-se da distância vertical entre a linha do solo, ou da cicatriz cotiledonar, até a gema terminal (meristema apical) (MEXAL; LANDIS, 1990). Foi utilizada com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 1978), sendo considerada também como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (MEXAL; LANDS, 1990), além do que sua medição não acarreta a destruição delas, sendo tecnicamente aceita e utilizada (MEXAL; LANDS, 1990).

A relação entre altura das plantas em viveiro e em campo, foi observada por Borges et al. (1980). Estes autores mostraram que existem correlações positivas entre altura das mudas no viveiro e no campo, seis meses após o plantio em estudos com *Eucalyptus grandis* S. Hill exMaiden.

No entanto, antigamente a altura total era o único parâmetro utilizado para indicar o padrão de qualidade de mudas, levando muitos viveiristas a realizar adubações incorretas para conseguir uma boa altura nas mudas, ocasionando um alto crescimento e prejudicado as atividades fisiológicas e conseqüentemente reduzindo a resistência após o plantio (LIMA et al., 2008).

Gomes et al. (2002) numa análise imediata também comprovaram que o uso da altura das mudas de espécies florestais como único meio de avaliação do padrão de qualidade pode apresentar deficiências no julgamento, quando se espera um alto desempenho dessas, principalmente nos primeiros meses após plantio. Rosa et al. (2009) afirmam que a utilização de um único parâmetro morfológico para a determinação da qualidade das mudas de espécies florestais produzidas em viveiro não é recomendável, visto que a resposta positiva do crescimento em altura nem sempre representa alto padrão de qualidade da muda; ao contrário, pode ocasionar a produção de mudas estioladas e fracas e, por conseguinte, de baixa qualidade.

Um exemplo disto foram os resultados encontrados por Rosa et al. (2009). Estes autores ao testarem o efeito do sombreamento sobre o crescimento de mudas da espécie *Schizolobium amazonicum*, encontraram tendência linear entre o crescimento em altura e a intensidade de sombreamento. No entanto, o crescimento em altura com elevação do sombreamento foi uma resposta à deficiência de radiação solar nos tratamentos mais sombreados, e não foi acompanhada pelo crescimento em diâmetro, indicando que pela necessidade de crescer para adquirir luz, as espécies atingiam alturas elevadas, mas estas eram acompanhadas pela redução no crescimento dia-métrico, tornando-se fracas.

### 2.3.1.2 Diâmetro do colo

O diâmetro do colo é considerado por muitos pesquisadores como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo (GOMES; PAIVA, 2004). De acordo com esses autores este possui alta correlação com o padrão de qualidade de mudas prontas para o plantio, e isso pode ser observado nos

significativos aumentos das taxas de sobrevivência e crescimento. O diâmetro do colo, tomado isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características morfológicas para predizer a qualidade das mudas (GOMES et al., 2002)

Carneiro (1976) comprovou a existência da forte relação entre o diâmetro do colo e a porcentagem de sobrevivência das mudas no campo após o plantio. Este autor estudando mudas de *Pinus taeda* com diferentes idades, médias de altura e diâmetro, constatou que as mudas com maior sobrevivência (76%) eram as mais velhas, com diâmetros superiores à média e altura superiores à média. O maior desenvolvimento inicial em altura (127 cm) foi apresentado pelas mudas mais velhas, diâmetros e alturas superiores às suas médias. Desta forma ele concluiu que o melhor desempenho no campo foi observado para as mudas que apresentaram maiores diâmetros.

### 2.3.1.3 Relação Altura total/Diâmetro do colo

Em razão da facilidade de medição, tanto da altura da parte aérea quanto do diâmetro do coleto, e por ser um método não-destrutivo, a relação desses parâmetros pode ser considerada e aplicada para muitas das espécies florestais. O valor resultante da relação altura da parte aérea e diâmetro de colo exprimem o equilíbrio de crescimento da muda em um só índice (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo constitui um ótimo parâmetro para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo. De acordo com Carneiro (1995), esta relação deve situar-se de forma intermediária, sendo que em casos de grande variação, torna-se preferível os menores valores, escolhendo mudas mais resistentes, uma vez que mudas altas e com baixo diâmetro do colo podem apresentar dificuldades de se manterem eretas após o plantio. Esta variável, também denominado de quociente de robustez, é considerada uma das mais precisas, pois fornece informações de quanto delgada é a muda (JOHNSON; CLINE, 1991), sendo o melhor indicador de qualidade e capacidade de sobrevivência das mesmas (MOREIRA; MOREIRA, 1996; DANIEL et al., 1997).

Apesar dos avanços obtidos nos últimos anos, ainda é necessário maior envolvimento da pesquisa científica no desenvolvimento de tecnologias cada vez mais baratas e acessíveis, bem como na produção de informações sobre qualidade de mudas e eficiência do plantio, para que bons resultados sejam obtidos nos programas de restauração (KAGEYAMA, 2003).

### 2.3.4 MEDIDAS REPETIDAS.

Para Diggle (1988) e Crowder e Hand (1990), v Medidas Repetidas deve ser usado medidas feitas em uma mesma unidade experimental, ou seja, em mais de uma ocasião. Assim sendo, pode-se dizer que Medidas Repetidas é um tipo de Análise de Variância, em que são avaliadas as variações entre as unidades experimentais ao longo do tempo.

A análise de variância de medidas repetidas visa analisa grupos de variáveis dependentes relacionadas entre si que representam medidas diferentes de um mesmo atributo, o que habitualmente, é caracterizado como medições repetidas no tempo. Este modelo, de certo modo, se assemelha a uma análise de variância para dados pareados; porém, neste caso, as variáveis são independentes entre si. Desta forma, quando a mesma variável resposta é mensurada na mesma unidade experimental ao longo do tempo, ou quando esta unidade experimental recebe vários tratamentos em diferentes tempos, surgem algumas pressuposições que devem ser consideradas com respeito à forma de se fazer uma análise de variância, que poderá ser feita através de um modelo: uni variado, multivariado ou misto. O modelo uni variado impõe uma restrição rigorosa para a matriz de covariâncias. O modelo multivariado adota uma matriz de covariâncias sem restrições, e o modelo misto possibilita a utilização de diferentes estruturas para a matriz de covariâncias. (Xavier, 2000).

Em uma análise uni variada, as medidas realizadas ao longo do tempo, em uma mesma unidade experimental, são tratadas como observações separadas e o tempo é considerado um tratamento independente. Enquanto na análise multivariada, estas mesmas medidas são consideradas elementos de um mesmo tratamento. (Xavier, 2000).

O uso de Medidas Repetidas exige que os dados estejam dispostos corretamente, e deve-se ter a definição de pelo menos um fator intra-indivíduos que vai indicar as variáveis que contém as medidas repetidas. A ordem em que se especificam os fatores intra-indivíduos é de extrema importância, uma vez que cada fator vai constituir um nível dentro de um fator prévio. Quando se especificam fatores entre indivíduos a população devem ser dividida em grupos com as mesmas características. Finalmente, uma aplicação correta do uso do delineamento de Medidas Repetidas, permite testar as hipóteses nulas sobre os efeitos tanto de fatores intra-indivíduos, quanto de fatores entre indivíduos, além de permitir uma investigação sobre a interação entre os fatores individuais. (Nemec, 1996).

Segundo Nemeç (1996), uma seqüência  $y_1, y_2, \dots, y_n$  de medidas de uma mesma variável em uma mesma unidade experimental, onde  $n$  é uma unidade de tempo, é chamada de medidas repetidas, se as mensurações feitas em um número relativamente pequeno de ocasiões; ou seja, se  $n \leq 10$  ficar caracterizado o uso de medidas repetidas; entretanto, para um número elevado de observações  $n \geq 25$ , deve-se recorrer ao uso de séries temporais. Ainda, segundo este autor, uma análise baseada em um número de observações no tempo ou observação temporais de grupos experimentais é mais ou menos arbitrária podendo recorrer a uma análise de medidas repetidas quando se reconhecer que este é mais eficiente, ou aplicar métodos mais gerais como o uso de séries temporais. Embora Nemeç (1996), tenha levantado esta questão sua definição de medidas repetidas não difere de outros autores: “*Análise de Medidas Repetidas é um tipo de variância na qual são analisadas variações ao longo do tempo entre as unidades experimentais e variações fora das unidades experimentais*”.

#### 2.3.4.1– O modelo proposto por Potthoff e Roy.

O modelo que tem enfoque multivariado para o ajuste de curvas a dados longitudinais mais completos foi empregado a partir de 1938: Wishart (1938), Box (1950), Rao (1959) e Elston e Grizzle (1962). Mas, foi o modelo proposto por Potthoff e Roy (1964) que generalizou o modelo usual de Análise de Variância Multivariada. Entretanto, o problema da estimação e testes de hipóteses para o modelo de Potthoff e Roy somente começou a ser aperfeiçoado nos trabalhos de Rao (1965, 1966, 1982), Khatri (1966) e Grizzle e Allen (1969).

Seja  $t$  populações com  $n_i$  unidades independentes,  $n_1 + \dots + n_t = n$ . Suponhamos que em cada unidade experimental são realizadas  $p$  medidas de uma certa variável, nos instantes  $t_1, t_2, \dots, t_p$ . O modelo linear multivariado de crescimento proposto por Potthoff e Roy pode ser escrito na forma:

$$E(Y)_{(n \times p)} = X_{(n \times t)} \xi_{(t \times q)} G_{(q \times p)}$$

$$V(Y)_{(n \times p \times p)} = I_n \circ \sum_{(p \times p)}$$

em que:

$Y_{(n \times p)} = (Y_{ijk})$  é a matriz de observações;

$Y_{ij} = (Y_{ij1}, Y_{ij2}, Y_{ij3}, \dots, Y_{ijp})$  é o valor resposta da (i,j)-ésima unidade experimental;

$X = \text{diag}(1_{n_1}, \dots, 1_{n_t})$  onde  $t \leq n$  é a matriz de planejamento constituído por 0's e 1's, de forma a associar cada unidade experimental a respectiva subpopulação;

$\xi$  a matriz de parâmetros desconhecidos, cujas linhas são os coeficientes de funções polinomiais de grau  $q-1$ , associadas a cada uma das subpopulações;

$G_{(q \times p)}$  uma matriz conhecida de especificação com posto  $q \leq p$ , cujas colunas são valores de cada um dos tempos  $t_1, t_2, \dots, t_p$  elevados aos expoentes  $0, 1, 2, \dots, q-1$ , isto é:

$$G = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ t_1 & t_2 & \dots & t_p \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ t_1^{q-1} & t_2^{q-1} & \dots & t_p^{q-1} \end{vmatrix}$$

e, portanto,;

$$E(y_{ik}) = \mu_{ik} = \mu_{ij}(t_k) = \xi_{i0} + \xi_{i1}t_k + \xi_{i2}t_k^2 + \dots + \xi_{i(q-1)}t_k^{q-1}$$

$$\Sigma_{(p \times p)} = \begin{vmatrix} \sigma_i^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{1p} & \sigma_{2p} & \dots & \sigma_p^2 \end{vmatrix} \text{ é a matriz de covariâncias de } Y'_{ij}.$$

O modelo de Potthoff e Roy pode ser reduzido a forma usual do modelo de análise de variância multivariada através de uma transformação apropriada da matriz  $Y$ , fazendo com que o processo de ajuste e teste de hipóteses associados aos parâmetros de  $\xi$  seja o mesmo da análise multivariada de perfis.

Na década de 1970, Kowalki e Guire (1974) analisaram os diferentes tipos de dados longitudinais e suas áreas de aplicação. Andrade e Singer (1986) discutiram aspectos como planejamento, processos de amostragem e natureza da resposta. Kleibaum (1970, 1973)

expandiu o modelo de Potthorff e Roy possibilitando a inclusão do caso de perda de observações. Os modelos de efeitos aleatórios foram propostos por Graybill (1976) e Laird e Ware (1982). O modelo de efeitos aleatórios considerando respostas múltiplas para cada tempo de observação e planejamento desbalanceado foi generalizado por Reinsel (1982, 1985, 1987). O modelo de efeitos aleatórios balanceados com a inclusão de covariáveis foi proposto por Azzalini (1987). Uma análise de dados longitudinais incompletos no tempo usando estruturas de covariâncias auto-regressivas e de médias móveis foi feita por Lavange (1949). Jenrich e Schluchter (1986) apresentam uma discussão completa sobre a estimação dos parâmetros envolvidos nos modelos, além de várias estruturas de covariâncias para análise de dados longitudinais incompletos.

Uma estrutura linear para a matriz de covariâncias, foi proposta por Andrade e Helms (1984), com a seguinte forma:

$$\Sigma = \Sigma(\theta) = \sum_{i=1}^q \theta_i G_i$$

em que:

$\theta' = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q]$  são um vetor de parâmetros desconhecidos, e as matrizes  $G_i$  são simétricas e desconhecidas. Supondo normalidade dos erros, ele desenvolve estimadores de máxima verossimilhança e testes da Razão de Verossimilhança nos casos de dados completos e incompletos. O efeito da estrutura de covariâncias sobre a variância dos estimadores dos parâmetros de locação em modelos de curvas de crescimentos balanceadas com parâmetros aleatórios foi motivo de discussão nos trabalhos de Laird et. al. (1987).

#### 2.3.4.2 – A matriz de covariâncias.

De acordo com Miliken e Johnson (1992), um delineamento de parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo, requer uma determinada condição para a matriz de covariâncias dos erros.

Uma condição suficiente para que o teste F da análise de variância usual, em nível de sub parcela, para o fator tempo e interação e interação tempos x tratamentos, seja válido, é

que a matriz de covariâncias tenha uma forma chamada de simetria composta, que ocorre quando a matriz de covariâncias puder ser expressa, por exemplo, como:

$$\Sigma = \begin{vmatrix} (\sigma^2 + \sigma_1^2) & \sigma_1^2 & \sigma_1^2 & \sigma_1^2 \\ \sigma_1^2 & (\sigma^2 + \sigma_1^2) & \sigma_1^2 & \sigma_1^2 \\ \sigma_1^2 & \sigma_1^2 & (\sigma^2 + \sigma_1^2) & \sigma_1^2 \\ \sigma_1^2 & \sigma_1^2 & \sigma_1^2 & (\sigma^2 + \sigma_1^2) \end{vmatrix}$$

em que:

$\sigma^2$  : é a variância da sub parcela (intra-indivíduos);

$\sigma_1^2$  : é a variância da parcela (entre indivíduos).

A condição denominada de Huynh-Feld (H-F), especifica que os elementos da matriz de covariâncias  $\Sigma$  sejam expressos, para um  $\lambda > 0$ , como:

$$\Sigma = \begin{vmatrix} \sigma_1^2 & \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_3^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_4^2)}{2} - \lambda \\ \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_1^2)}{2} - \lambda & \sigma_2^2 & \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_3^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_2^2 + \sigma_4^2)}{2} - \lambda \\ \frac{(\sigma_3^2 + \sigma_1^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_3^2 + \sigma_2^2)}{2} - \lambda & \sigma_3^2 & \frac{(\sigma_3^2 + \sigma_4^2)}{2} - \lambda \\ \frac{(\sigma_4^2 + \sigma_1^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_4^2 + \sigma_2^2)}{2} - \lambda & \frac{(\sigma_4^2 + \sigma_3^2)}{2} - \lambda & \sigma_4^2 \end{vmatrix}$$

$\lambda =$  média das variâncias – média das covariâncias

Assim, a matriz de covariâncias é dita do tipo (H-F) de simetria composta, se:

$$\sigma_{y_j - y_i}^2 = \sigma_j^2 + \sigma_i^2 - 2\sigma_{ji} = a, \text{ em que "a" é constante } \forall j \neq i$$

A matriz de covariâncias  $\Sigma$ , na forma da simetria composta e erros independentes, é um caso especial da condição de H-F.

### 2.3.4.3– O Teste de Esfericidade de Mauchly (1940).

Para verificar se a matriz de covariâncias atende à condição (H-F), Mauchly (1940) propôs um teste chamado de esfericidade, que verifica se uma população normal multivariada apresenta variâncias iguais e as correlações nulas. A violação da condição de H-F leva a testes muito liberais para os fatores da sub parcela, para tempos e para a interação tempos x tratamentos Meredith e Stehman (1991), citado por Xavier (2000).

Quando a estrutura da matriz de  $\Sigma$ , apresenta a forma de simetria composta é necessário utilizar outros métodos para encontrar um modelo que permita a utilização da estrutura da matriz de covariâncias que melhor represente o conjunto de dados em questão ou a utilização de um fator de correção de graus de liberdade do fator da subparcela. Neste caso, pode se utilizar o Critério de Informação de Akaike (AIC) ou um teste de razão de máxima verossimilhança.

O teste de esfericidade de Mauchly (1940), utiliza a condição H-F para a matriz de covariâncias das t medidas repetidas no tempo, dos indivíduos nos(t-1) contrastes ortogonais normalizados, para as medidas repetidas não correlacionadas com variâncias iguais (dois contrastes são ortogonais quando a soma dos pares de produtos dos coeficientes dos contrastes for igual a zero). A ortogonalidade dos contrastes garante: que cada contraste seja associado a uma única porção de variabilidade explicada pelo efeito que se está testando o número máximo de hipóteses, onde cada hipótese é associada a uma única porção da variabilidade explicada pelo modelo, e ainda, que o teste é aproximadamente independente.

Assim, se  $\Sigma$  é a matriz de covariâncias das medidas repetidas no tempo, a condição requerida pelo teste H-F para as covariâncias dos contrastes é:

$$C_{(t-1) \times t} \Sigma_{(t \times t)} C'_{t \times (t-1)} = \lambda I_{(t-1) \times (T-1)}$$

em que:

C = matriz de coeficientes dos contrastes ortogonais normalizados que apresenta o total de hipóteses nulas;

$\Sigma$  = matriz de covariâncias;

$\lambda$  = escalar maior do que zero;

I = matriz identidade.

Satisfeita esta condição, a matriz de covariâncias  $\Sigma$  é dita esférica.

Kirk (1995) descreveu o teste de esfericidade da seguinte forma: Seja  $S_{ij}$  o elemento da  $i$ -ésima linha e  $j$ -ésima coluna da matriz de covariâncias amostral  $S_{(tx)}$ , para o erro intra-indivíduos, com  $v$  graus de liberdade. Escolhem--se  $(t-1)$  contrastes ortogonais normalizados nas  $t$  medidas repetidas, e sendo a matriz  $C_{(t-1) \times t}$ , onde as linhas são contrastes ortogonais normalizados nas  $t$  medidas repetidas, calcula-se a matriz  $CSC'_{(t-1) \times (t-1)}$ . Então, a estatística de teste formulada por Mauchly para a hipótese nula será:

$$H_0 : C \Sigma C' = \lambda I$$

Com  $f = \frac{1}{2} t(t-1) - 1$  graus de liberdade.

A hipótese nula será rejeitada ao nível  $\alpha$  de significância se:

$$-\gamma \ln W > \chi^2_{\alpha, f}$$

em que:

$$\gamma = (gb - g - b + 1) - \frac{2t^2 - 3t + 3}{6(t-1)}$$

$$W = \frac{(t-1)^{t-1} (CSC')}{[\text{tr}(CSC')]^{t-1}},$$

$t$  = número de tempos (coletas)

$b$  = número de repetições

$g$  = número de tratamentos.

Se a condição (H-F) para a matriz de covariâncias for satisfeita, pode-se utilizar o teste uni variado (Fernandez, 1991). Além disso, os testes uni variados para efeito intra-indivíduos são geralmente mais poderosos que os multivariados, proporcionando uma melhor probabilidade de detectar efeitos significativos, quando esses existem.

#### 2.3.4.4- O modelo e o procedimento de MANOVA

A aplicação de MANOVA em um modelo uni variado testará as mesmas hipóteses testadas na tradicional abordagem uni variada. Quando é possível a construção de um teste válido de razão de variâncias considerando uma simples combinação linear dos elementos do vetor, o teste correspondente a MANOVA pode ser idêntico e o resíduo correto pode ser encontrado automaticamente. Assim sendo, a formulação da análise de variância multivariada apresentada neste trabalho, é o descrito por Smith et al. (1962), citado por Alves (1999).

Assumindo que as observações formam uma matriz do tipo

$$Y_{n \times p} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix}$$

onde as linhas do vetor correspondente aos indivíduos na amostra, e que as linhas do vetor  $y_i$  são independentes e têm distribuição normal multivariada com a matriz de covariância  $\Sigma$  e

$$E[Y_{n \times p}] = A_{n \times m} \xi_{m \times p}$$

onde as “matriz de delineamento”  $n \times m$  ( $n > m$ )  $A$  é conhecida e  $\xi$  é a matriz de parâmetros desconhecida sobre a qual desejamos fazer inferências. Assumindo que o modelo foi parametrizado de forma que

$$\text{rank}(A) = m$$

Partindo desse modelo, o procedimento MANOVA testa a hipótese da forma:

$$H_0 : C \xi M = 0$$

onde  $C$  é  $s \times m$  ( $s \leq m$ ), consiste de um conjunto de vetores linha linearmente independentes (enquanto  $A$  tem posto coluna completo), e  $M$  é  $p \times u$  ( $u \leq p$ ) e é de rank completo de  $u$ . Para testar alguma dessas hipóteses, é necessário que o número total de indivíduos na amostra não seja menor que  $m+u$ , de forma que a “matriz causada pelo erro”. Como descrição de critério do teste, não seja singular.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido no período de junho de 2011 a junho de 2012 no município de Canindé de São Francisco - SE nas coordenadas geográficas 09° 37' 11" S e 37° 50' 11" W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo BSh, ou seja, quente e seco. A média pluviométrica anual é de 488 mm, apresenta altitude média de 112 m, e as temperaturas são altas durante todo o ano, variando entre 24 e 33°C.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DE SOLO

O solo da área estudada foi coletado, homogeneizado, identificado e secado por 72h ao ar livre, até a total perda de umidade. Após este procedimento, ele foi peneirado, acondicionados em sacos plásticos e encaminhados para o Laboratório de Análises do Solo e Água UAEA/UFRPE, onde foram analisados: pH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio + alumínio (H + Al), SB (Soma de bases), CTC (capacidade de trocas catiônicas) e V% seguindo metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

#### 3.3 ESPÉCIES UTILIZADAS

Foram escolhidas e utilizadas mudas de cinco diferentes espécies florestais (Tabela 1), sendo estas consideradas indicadoras de recuperação de áreas degradadas, por apresentarem atrativos para a fauna e servem de base para as futuras espécies.

**Tabela 1**– Nome vulgar e científico das espécies utilizadas na recuperação da área experimental do município de Canindé de São Francisco – SE

<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>
Angico monjolo	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Angico de Carçoço	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão
Catingueira	<i>Poincianella gardneriana</i> (Benth.) L.P. Queiroz
Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore

Foi coletado o material botânico fértil dessas espécies para que as identificações fossem confirmadas, através da literatura especializada e comparação com as exsiccatas

depositadas no Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí. As mudas utilizadas no experimento foram produzidas no viveiro florestal da CHESF- Xingó/AL.

### 3.4 ÁREA DE ESTUDO, PREPARO DO SOLO E PLANTIO DE MUDAS

A área de estudo, encontra em processo de degradação, com solo compactado e presença de voçorocas, apresentando alguns arbustos espaçados com cerca de 2 m de altura.

A preparação do solo, que antecede ao plantio das mudas, foi realizada no mês anterior ao início normal das chuvas, junho de 2011. A alocação das covas teve um espaço padrão, este já utilizado em outras área que a Chesf realiza a recuperação. As covas foram feitas manualmente, utilizando enxadões ou chibancas e pás. As dimensões foram 40 cm largura x 40 cm comprimento x 40 cm de profundidade, e 50cm de raio para a área coroada (limpeza da área coroada). O material vegetal retirado devido ao coroamento serviu como cobertura morta e o adubo utilizado nas covas foi o esterco de curral curtido na proporção 3 kg por cova.

Na área foram plantadas 225 mudas, com aproximadamente 2,5m de distância entre elas. Durante o plantio foi tomado o cuidado para que houvesse o correto posicionamento das mudas no solo. Após o plantio não foram realizados tratamentos culturais.

### 3.5 DESENHO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas três classes de altura, a classe 1 compreendeu em mudas com altura inferior a 20 cm, a classe 2 com altura entre 20 e 40cm e a classe 3 com altura superior a 40cm. Cada classe correspondeu a um fator, com 15 repetições por espécie (cinco espécies para cada classe de altura), 75 mudas por tratamento, totalizando 225 mudas no experimento.

O plantio foi realizado aleatoriamente, onde as mudas foram cuidadosamente identificadas de acordo com a espécie e classe de altura.

### 3.6 MONITORAMENTO

O monitoramento foi realizado no período de (15 meses), após o plantio, onde foram adquiridas as seguintes medições: altura, diâmetro do colo e sobrevivência dos indivíduos. A altura das mudas foi mensurada com o auxílio de uma trena, obtido como a distância entre o ápice e o coloda planta. O diâmetro na basefoi medidona secção dabase das mudas com o auxílio de um paquímetro digital. Para as informações de sobrevivência, foi contabilizado o número de indivíduos mortos e comparado com a quantidade inicial de indivíduos plantados.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância de medidas repetidas visa analisa grupos de variáveis dependentes relacionadas entre si que representam medidas diferentes de um mesmo atributo, o que habitualmente, é caracterizado como medições repetidas no tempo. Este modelo, de certo modo, se assemelha a uma análise de variância para dados pareados; porém, neste caso, as variáveis são independentes entre si. Desta forma, quando a mesma variável resposta é mensurada na mesma unidade experimental ao longo do tempo, ou quando esta unidade experimental recebe vários tratamentos em diferentes tempos, surgem algumas pressuposições que devem ser consideradas com respeito à forma de se fazer uma análise de variância, que poderá ser feita através de um modelo: uni variado, multivariado ou misto.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação dos dados em relação a altura

Por meio do teste de esfericidade de Mauchly se rejeitou a hipótese de nulidade da condição de esfericidade com nível de significância de 0,0001 (TABELA 2), assim a matriz de covariâncias não foi considerada do tipo Huynh-Feldt, justificando o uso da estatística multivariada de medidas repetidas.

**Tabela 2 – Teste de Esfericidade de Mauchly, nas medidas repetidas de crescimento no tempo em cinco espécies da caatinga.**

Variáveis	GL	Crítério de Mauchly	Chi-Square	Pr>ChiSq
Variáveis Transformadas	14	0.0000152	2308.4179	<0.0001
Componentes Ortogonais	14	0.0031802	1196.7416	<0.0001

Por meio da Tabela 2, pode-se constatar através dos testes Lambda de Wilks, Traço de Pillai e Traço de Hotelling- Lawley, bem como o da maior raiz de Roy, que se deve rejeitar a hipótese de igualdade para o efeito tempo, indicando que, os valores encontrados para as alturas sucessivos ao longo do tempo, são independentes, implicando que a avaliação dos dados de crescimento das cinco espécies devem ser trabalhados e discutidos isoladamente.

**Tabela 3 – Teste de Hipótese o efeito do tempo para as alturas das cinco espécies em estudo.**

Estatística	Valor F	Pr >	F
Wilks' Lambda	0.54461945	34.45	<0.0001
Pillai's Trace	0.45538055	34.45	<0.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.83614449	34.45	<0.0001
Roy'sGreatest Root	0.83614449	34.45	<0.0001

De forma semelhante ao efeito tempo, os testes de hipóteses das interações entre as alturas das cinco espécies foram rejeitadas as hipóteses de igualdade através dos testes de Lambda de Wilks, Traço de Pillai e Traço de Hotelling- Lawley e o da MaiorRaiz de Roy, indicando que as alturas são independentes ao longo do tempo, conforme as Tabelas 2 e 3

**Tabela 4 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies para as alturas das cinco espécies.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.61520863	5.40	<0.0001
Pillai's Trace	0.42972061	5.03	<0.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.55344397	5.67	<0.0001
Roy'sGreatest Root	0.36774340	15.37	<0.0001

Para a análise do efeito do tempo x espécies a hipótese foi rejeitada estatisticamente não houve interação, o valor de F não foi significativo para o nível de probabilidade a 0,001.

**Tabela 5 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x classesde alturas das cinco espécies em estudo.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.89051540	2.46	0.0073
Pillai's Trace	0.11065355	2.42	0.0082
Hotelling-Lawley Trace	0.12163253	2.50	0.0068
Roy'sGreatest Root	0.10966243	4.54	0.0006

**Tabela 6 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies x classes para as alturas das cinco espécies em estudo.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.71280901	1.82	0.0016
Pillai's Trace	0.31739306	1.78	0.0023
Hotelling-Lawley Trace	0.36199476	1.85	0.0014
Roy'sGreatest Root	0.19610642	5.15	<0.0001

Dessa forma, após as análises estatísticas dos efeitos isolados e suas interações em todos os testes de hipóteses multivariadas utilizados, foi verificado que as hipóteses em relação ao efeito do tempo x classe de altura, e tempo x espécies x classes de alturas obtiveram interações, ou seja, existe interação entre esses fatores. Desta forma foi realizado a Anova para verificar essas interações.

**Quadro1: Análise de variância para estudos das interações dos fatores em relação a altura.**

FV	GL	SQ	QM	F
TEMPO	5	13084.10995	2616.82199	35.76 <0.0001
TEMPO*ESPÉCIE	20	10679.02620	533.95131	7.30 <0.0001
TEMPO*CLASSES	10	2880.77657	288.07766	3.94 <0.0001
TEMP*ESP*CLA	40	7851.54002	196.28850	2.68 <0.0001
RESÍDUO	1050	76829.69052	73.17113	

Verificamos que o teste foi significativo a 0,001% de probabilidade, indicando que os tratamentos apresentam interações ao longo do tempo. Desta forma aceita a hipótese de igualdade dos tratamentos após 15 meses, sobre as alturas das espécies.

**Teste de Tukey para comparar as médias de crescimento em altura e diâmetro das cinco espécies após 15 meses.**

ESPÉCIES	Médias Alturas (cm)	Médias diâmetro (mm)
Catingueira	29.344A	4.3758 AB
Ang. De caroço	25.282 A	3.1364 B
Angmonjolo	23.022 A	5.2653 A
Aroeira	27.298 A	5.2978 A
Craibeira	18.878 A	3.6522 AB

Observou-se por meio do teste de tukey que a diferença imposta com as classes de alturas foi consideração insignificante estatisticamente aos 15 meses do experimento, ou seja, não importa o tamanho que a muda será levada para o campo e plantada, com o passar do tempo a diferença imposta inicialmente será insignificante.

Diante do resultado apresentado acima foi realizado figuração para melhor compreender individualmente o crescimento das espécies em estudo.

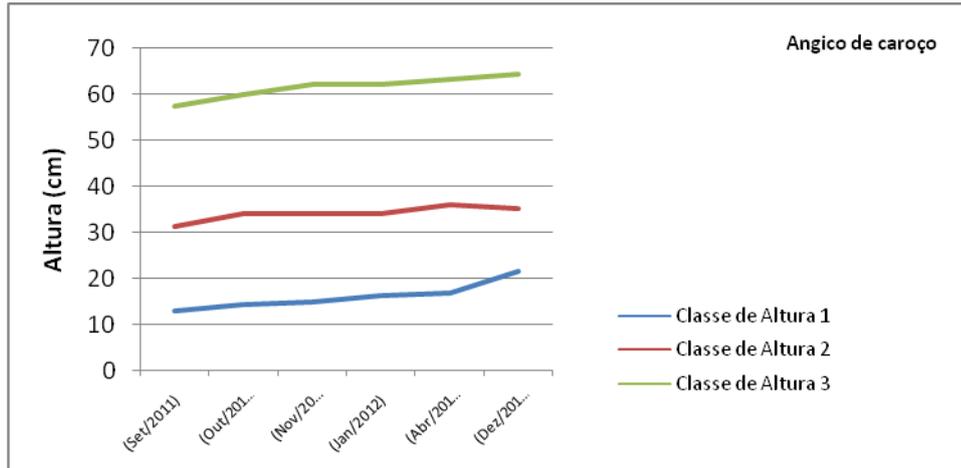


Figura 1: Crescimento do Ang. De Caroço após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

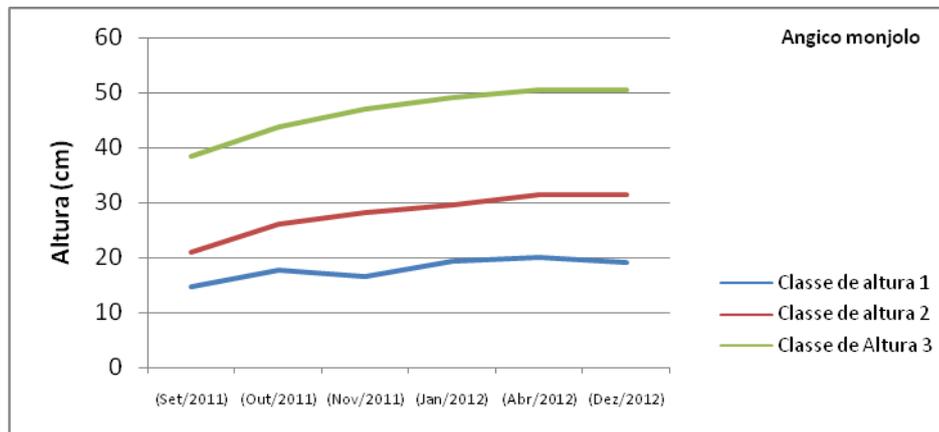


Figura 2: Crescimento do Ang. Monjolo após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

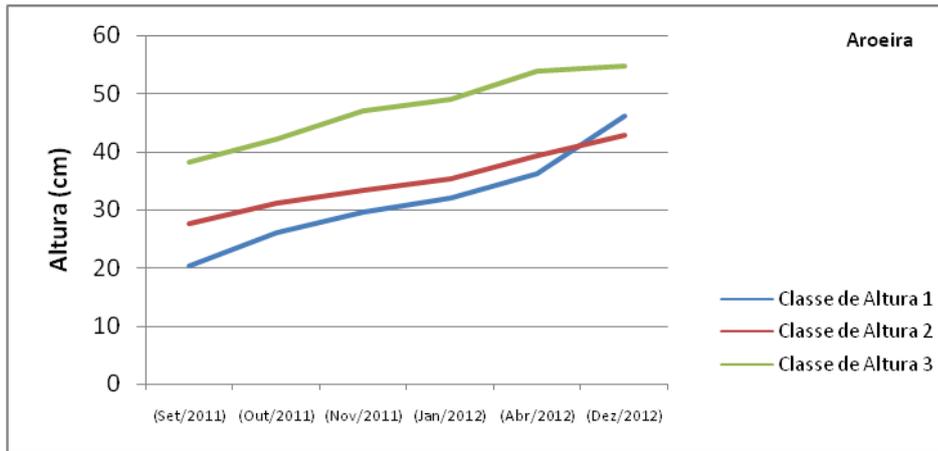


Figura 3: Crescimento da Aroeira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

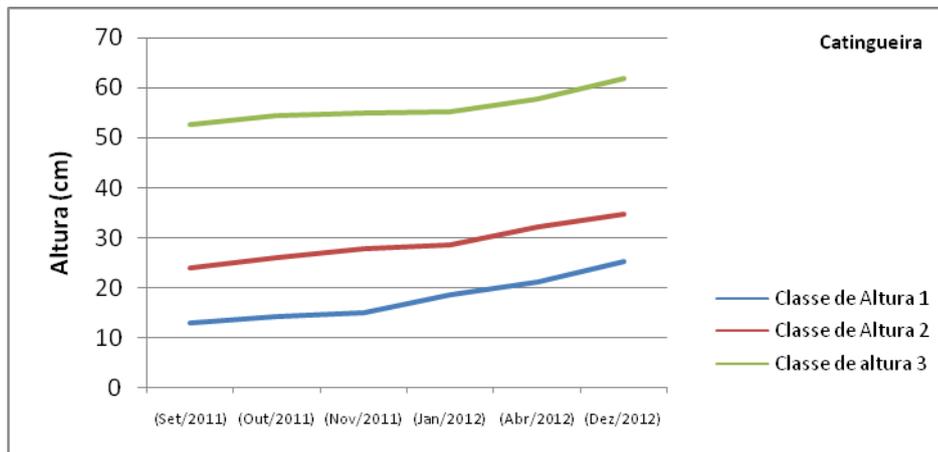


Figura 4: Crescimento da Catingueira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

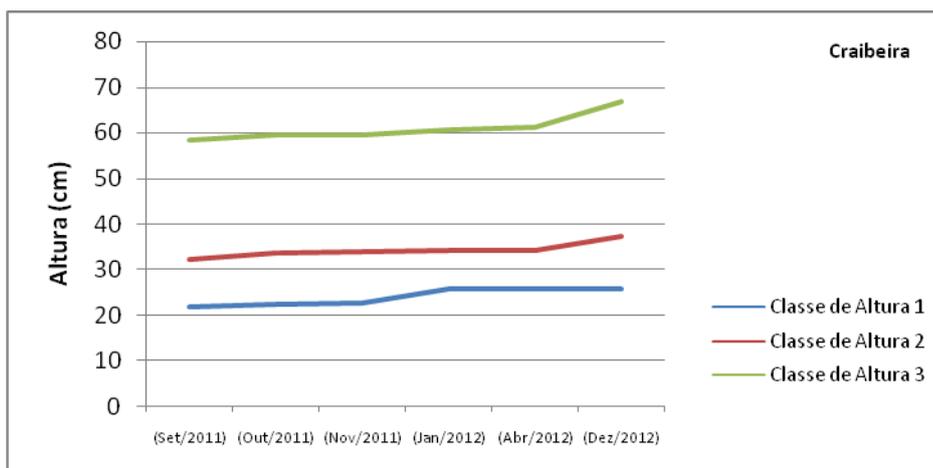


Figura 5: Crescimento da Craibeira após 15 meses de medição em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

Podemos observar nas figuras acima o crescimento individual das espécies dentro das classes de alturas. Notou-se que a espécie aroeira em sua classe 1 chegou a superar a classe 2 após 15 meses, ou seja, esse resultado indica que o tamanho da muda para ser plantada em campo pode ser consideração irrelevante, ou seja, cada espécie vai responder de forma diferentes aos fatores ambientais. Desta forma é importante ter o conhecimento destas informações para não se considerar de forma errônea que o tamanho da muda seja padronizado para levá-las para campo.

#### 4.2 Avaliação dos dados em relação ao Diâmetro

**Tabela 7 – Teste de Esfericidade de Mauchly, nas medidas repetidas de crescimento no tempo em cinco espécies da caatinga.**

Variáveis	GL	Crítério de Mauchly	Chi-Square	Pr >	Chi Sq
Variáveis Transformadas	14	0.0000152	230	8.4179	<.0001
Componentes Ortogonais	14	0.0031802	119	6.7416	<.0001

**Tabela 8 – Teste de Hipótese o efeito do tempo para os diâmetros das cinco espécies em estudo.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.62596254	24.62	<0.0001
Pillai's Trace	0.37403746	24.62	<0.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.59753968	24.62	<0.0001
Roy's Greatest Root	0.59753968	24.62	<0.0001

Rejeita-se a hipótese de igualdade

**Tabela 9 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies para os diâmetros das cinco espécies.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.66626569	4.46	<0.0001
Pillai's Trace	0.34422014	3.94	<0.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.48528400	4.97	<0.0001
Roy's Greatest Root	0.45153876	18.87	<0.0001

Para a análise do efeito do tempo x espécies a hipótese foi rejeitada estatisticamente não houve interação, o valor de F não foi significativo para o nível de probabilidade a 0,001.

**Tabela 10 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x classes de diâmetros das cinco espécies em estudo.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.95393946	1.01	0.4382
Pillai's Trace	0.04750251	1.01	0.4363
Hotelling-Lawley Trace	0.04892082	1.00	0.4394
Roy's Greatest Root	0.03605851	1.49	0.1935

**Tabela 11 – Teste de Hipótese o efeito do tempo x espécies x classes para as alturas das cinco espécies em estudo.**

<b>Estatística</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr &gt; F</b>	
Wilks' Lambda	0.73356698	1.66	0.0069
Pillai's Trace	0.28673596	1.60	0.0113
Hotelling-Lawley Trace	0.33626655	1.72	0.0045
Roy's Greatest Root	0.23863436	6.26	<0.0001

Dessa forma, após as análises estatísticas dos efeitos isolados e suas interações em todos os testes de hipóteses multivariadas utilizados, foi verificado que as hipóteses em relação ao efeito do tempo x classe de altura, e tempo x espécies x classes de alturas

obtiveram interações, ou seja, existe interação entre esses fatores. Desta forma foi realizado a Anova para verificar essas interações.

**Quadro2: Análise de variância para estudos das interações dos fatores em relação ao diâmetro.**

FV	GL	SQ	QM	F	
TEMPO	5	912.19082918	2.438166	67.72	<0.0001
TEMPO*ESPÉCIE	20	673.5643603	3.678218	12.50	<0.0001
TEMPO*CLASSES	10	26.067774	2.606777	0.97	<0.0001
TEMP*ESP*CLA	40	242.419257	6.060481	2.25	<0.0001
RESÍDUO	1050	2828.827936	2.694122		

Verificamos que o teste foi significativo a 0,001% de probabilidade, indicando que os tratamentos apresentam interações ao longo do tempo. Desta forma aceita a hipótese de igualdade dos tratamentos após 15 meses, sobre os diâmetros das espécies.

**Teste de Tukey para comparar as medias de crescimento em altura e diâmetro das cinco espécies após 15 meses.**

ESPÉCIES	Medias Alturas(cm)	Medias diâmetro (mm)
Catingueira	29.344 A	4.3758 AB
Ang. De caroço	25.282 A	3.1364 B
Angico monjolo	23.022 A	5.2653 A
Aroeira	27.298 A	5.2978 A
Craibeira	18.878 A	3.6522 AB

Observou-se por meio do teste de tukey que a diferença imposta com as classes de alturas foi consideração insignificante estatisticamente aos 15 meses do experimento, ou seja, não importa o tamanho que a muda será levada para o campo e plantada, com o passar do tempo a diferença imposta inicialmente será insignificante.

Diante do resultado apresentado acima foi realizada figuração para melhor compreender individualmente o crescimento das espécies em estudo.

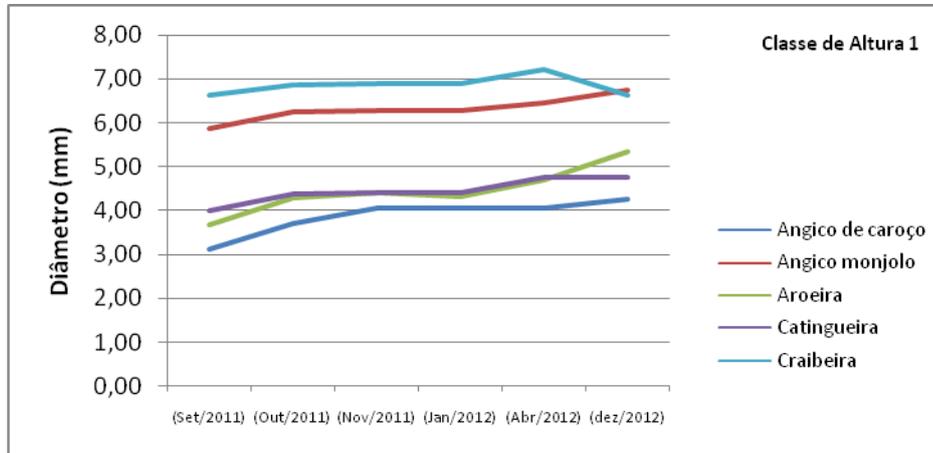


Figura 6: Crescimentoda classe 1 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE

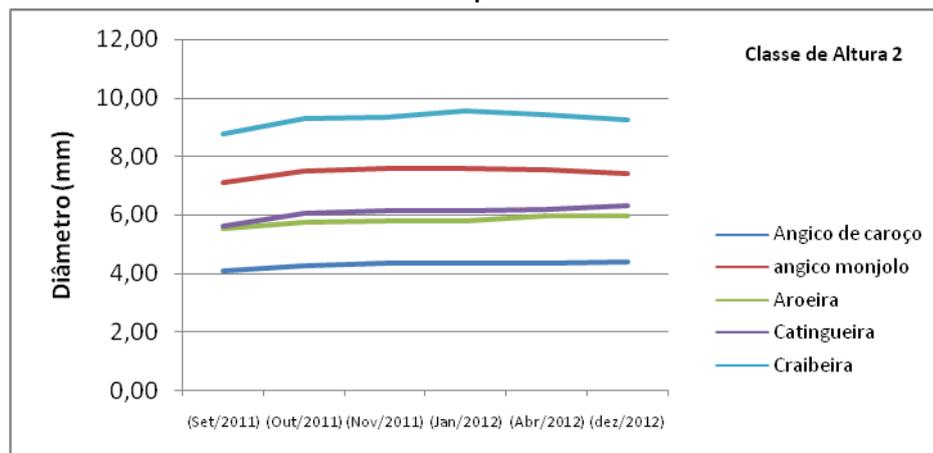


Figura 7: Crescimentoda classe 2 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

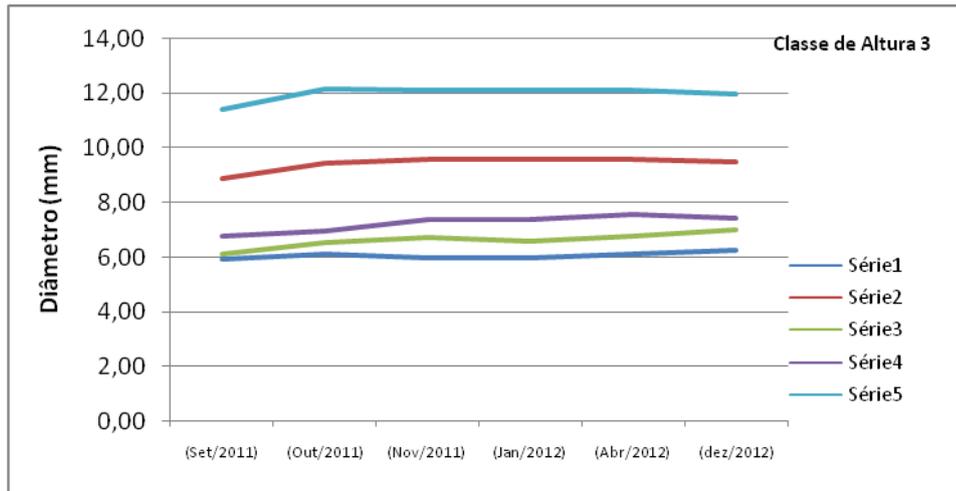


Figura 8: Crescimento da classe 3 dos diâmetros após 15 meses de medição das cinco espécies em área de estudo no município de Canindé de São Francisco-SE.

### 4.3 Sobrevivência

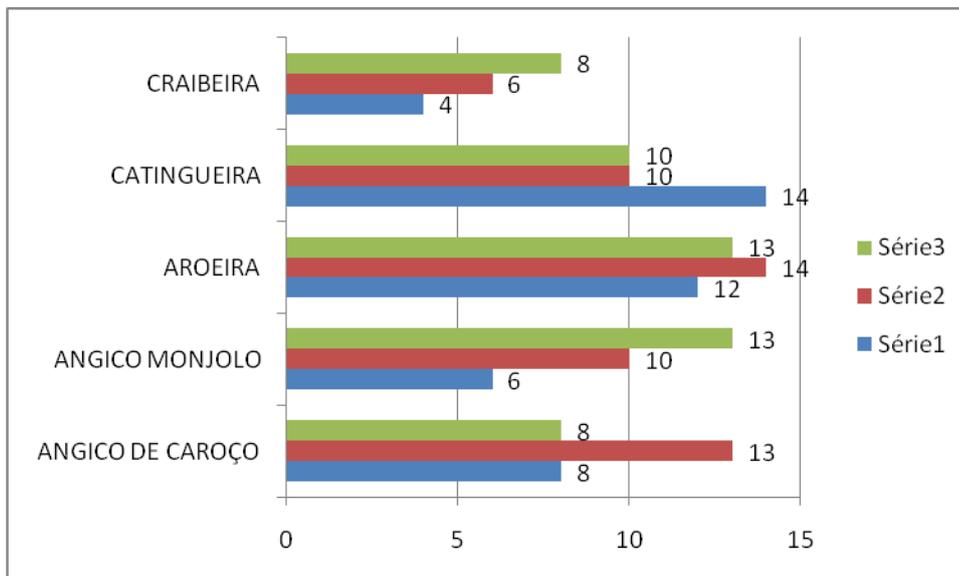


Figura 9. Número de indivíduos vivos por espécie e classes de altura.

Na figura 9, podemos ver a quantidade de indivíduos vivos por espécie e por classe de altura, desta forma é notório que a espécie que sofreu com o maior número de indivíduos mortos foi Craibeira, por outro lado a espécie que obteve maior número de sobrevivência foi a Aroeira, a classe que obteve o maior número de sobrevivência o a classe 2 seguida pela classe 3, desta forma é de grande importância ressaltar que a Catingueira obteve uma sobrevivência

elevada na classe 1, confirmado o que outras análises já haviam detectado, que as espécies respondem de forma diferentes em relações as alturas que são plantadas, é neste sentido que deve-se realizar estudos com outras espécies para formar bancos de dados que possam ser utilizados por todos que trabalhão na recuperação de ambientes degradados.

## 5 CONCLUSÕES:

Ao realizar o estudo das cinco espécies arbóreas da Caatinga, no município de Canindé de São Francisco -SE por 15 meses chegou-se às seguintes conclusões:

O tamanho que as mudas são plantadas em campo não influencia em sua sobrevivência, os resultados indicam que existe espécies que resistem bem quando plantadas com alturas abaixo de 20 cm.

A diferença de alturas imposta inicialmente no estudo, após 15 meses foi insignificante estatisticamente. Desta forma as classes de alturas 1 e 2 são semelhantes estatisticamente e a classe 2 e 3 da mesma forma não apresentaram diferenças estatística ao final dos 15 meses.

Em relação a sobrevivência o fator espécie foi de grande importância, tendo em vista que a espécie Craibeira foi a espécie com um maior número de indivíduos mortos, já a espécie Aroeira foi a espécie que apresentou o maior número de sobrevivência entres as espécies do estudo.

Sendo Assim é de grande importância que estudos decrescimentos com classes de alturas sejam realizados para se obter um banco de dados de cada espécie, pois assim os projetos e programas de recuperações de áreas degradadas serão mais bem conduzidos.

## REFERÊNCIAS

---

ALFENAS, A.C.; ZAUSA, E.A.V.; MAFFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. 1º Ed. Viçosa Minas Gerais, Editora UFV, 2004.

ALMEIDA, R.O.P.O; SÁNCHEZ, L.E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. *Revista Árvore*, v. 29, n. 1, 2005.

BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, EDUSP: FAPESP, p. 289-312, 2000.

BOMFIM, A.A.; NOVAES, A.B.; JOSÉ, A.R.S.; GRISI, F.A. Avaliação morfológica de mudas de madeiranova (*Pterogynenitens* Tull.) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Floresta**, v.39, n.1, p.33-40, 2009.

BORGES, R. C. G. et al. Correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis* S. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.4, n.2, p.146-156, 1980.

CAMPELLO, F.C.B.; LEAL JUNIOR, G.; SILVA, J.A.; CAMPELLO, R.C.B. **Avaliação dos recursos florestais da Área de Proteção Ambiental Chapada do Araripe**. Crato: MMA, 2000. 68 p.

CARNEIRO, J.G.A. **Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. Curitiba, 1976. 70p. Dissertação (mestrado)– Universidade Federal do Paraná, 1976.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, P.E.R. Angico-Gurucaia. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, 2002. 14p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 58).

COSTA, J.A.S.; NUNES, T.S.; FERREIRA, A.P.L.; STRADMANN, M.T.S.; QUEIROZ, L.P. **Leguminosas forrageiras da caatinga:** espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP. 2002.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.P.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acaciamangium*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; LUCIO, A.A.; BATISTA, P.F; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C.A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009.

DURIGAN, G.; MELO, A.C.G.; MAX, J.C.M.; VILAS BÔAS, O.; CONTIERI, W.A. **Manual para recuperação de matas ciliares do oeste paulista**. São Paulo: Páginas e Letras, 2001. 16 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1), 1997.

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 177-185, 2007.

FONSECA, C.E.L.; RIBEIRO, J.F.; SOUZA, C.C.; REZENDE, R.P.; BALBINO, V.K. **Recuperação da vegetação de matas de galeria:** estudos de caso no Distrito Federal. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.; SOUSA-SILVA, J.C. (Eds). Cerraso: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina – DF: EMBRAPA Cerrados, p. 815-870, 2001.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema mícrantha* (L.) Blume., *Cedrelafissilis* Vell. e *Aspidospermopolynuron* Müll. Arg. produzidas sob**

**diferentes períodos de sombreamento.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado) \_ Universidade Estadual Paulista, 2000.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 11.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. 736 p.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability-Impermeability: canopytrees as biodiversityfilters. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.

GOMES, J.M.; BRANDO, R.M.; COUTO, L.; LELLES, J.G. Influência do tratamento prévio do solo com brometo de metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em viveiro. **Brasil Florestal**, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; GARCIA, H.L.; XAVIER, A.; RIBEIRO, G.S.L. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptusgrandis*.**Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J.M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais – Propagação sexuada.** 3ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

JOHNSON, J.D.; CLINE, M.L. Seedling quality of southern pines. In: DURYEYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. (Eds.). **Forest regeneration manual.** Netherlands: KlumerAcademic, p. 143-162, 1991.

JOSÉ, C.A.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Produção de mudas de aroeira (*Schinusterebinthifolius*Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KAGEYAMA, P.Y. Reflexos e potenciais da resolução SMA-21 de 21/11/2001 na conservação da biodiversidade específica e genética. p. 7-12. In: **Seminário Temático sobre**

**Recuperação de Áreas Degradadas: Avanços obtidos e perspectivas futuras.** Anais... São Paulo, 2003.165p.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (2º Ed.) **Matas Ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 249-269, 2004.

LAVOREL, S.; McLNTYRE, S.; LANDSBERG, J.; FORBES, T.D.A. Plant functional classification: from general groups to specific groups based on response to disturbance. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 12, p. 474-478. 1997.

LELES, P.S.S.; LISBOA, A.C.; OLIVEIRA NETO, S.N.; GRUGIKI, M.A.; FERREIRA, M.A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente.** v.13, n.1, p. 69-78, 2006.

LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, H.S.; DANTAS, V.A.V.; ALMEIDA, C.C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta amazônica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras - Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Ed. Plantarum Ltda., Nova Odessa. 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.**(2ªed.). Instituto Plantarum, Nova Odessa, v.2, 2002. 384 p.

LUZ, P.B.; AGUIAR, F.F.A.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T.D.R. Desenvolvimento de *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry Ex. Rehder (Palmeira-Ráfia): Influência da altura do recipiente na formação de mudas. **Ciência e agrotecnologia.**, v. 30, n. 1, p. 31-34, 2006.

MEXAL, J.G.; LANDIS, T.D. Target seedling concepts: height and diameter. In: **TARGET SEEDLING SYMPOSIUM; MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS**, 1990, Oregon. Proceedings... Oregon: USDA, p. 17-37, 1990.

MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

MUNDIM, T.G. **Avaliação de espécies nativas usadas na revegetação de áreas degradadas no cerrado**. 2004. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

NOVAES, A.B.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSA, D.G.; LELES, P.S.S. Desempenho de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 31, n. 1 e 2, p. 62-70, 2001.

OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S.; SOUZA, C.A.M.; SILVA, S.A.; MARTINS FILHO, S. OLIVEIRA, R. B. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PARVIAINEN, J.V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: **Seminário de sementes e viveiros florestais**, 1., 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, p. 59-90, 1981.

QUEIROZ, L.P. de. Leguminosas da caatinga. Feira de Santana, Bahia. 2009. 467 p.

RAMOS, K.M.O.; FELFILI, J.M.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C.; FRANCO, A.C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta botânicabrasílica**, v. 18, n. 2, 351-358, 2004.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (eds). Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2001. p. 235-248.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, E.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (2° ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, p. 235-247, 2004.

ROSA, L.S.; VIEIRA, T.A.; SANTO, D.S.; SILVA, L.C.B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobiumamazonicum* Huber ex Duckesob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista de Ciências Agrárias**, v.52, p. 87-98, 2009.

RUDOLF, W. H. V.; LAFFERTY, D. K. Stage structure alters how complexity affects stability of ecological networks. **Ecological Letters**, n. 14, p. 75-79, 2011.

RUIZ-JAEN, M.C.; AIDE, T.M. Restoration Success: How Is It Being Measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569–577, 2005.

SIQUEIRA FILHO, J.A.; SANTOS, A.P.B.; NASCIMENTO, M.F.S.; SANTO, F.S.E. **Guia de Campo de Árvores da Caatinga**. Editora e Gráfica Franciscana/ Universidade do Vale do São Francisco, Petrolina, 2009.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL E POLICY WORKING GROUP-SER. The SER International Primer on Ecological Restoration International. 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org/pdf/primer3.pdf>>. Acesso em: 21 agosto de 2012.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, p. 125-150, 2000.

VACCARO, S.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no Município de Santa Tereza - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.1-18, 1999.

YOUNG, D.C. Theories for ecological restoration in changing environment: Toward 'futuristic' restoration. **Ecological Research**, v. 19, p. 75-81, 2004.