



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**SUELLEN DA SILVA FEITOSA**

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO  
FLORESTAL NO COMPLEXO NAVAL GUANDU DO SAPÊ**

Prof. Dr. MARCO ANTONIO MONTE  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**SUELLEN DA SILVA FEITOSA**

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO  
FLORESTAL NO COMPLEXO NAVAL GUANDU DO SAPÊ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. MARCO ANTONIO MONTE  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2017

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ÁREA DE RECOMPOSIÇÃO  
FLORESTAL NO COMPLEXO NAVAL GUANDU DO SAPÊ**

**SUELLEN DA SILVA FEITOSA**

Monografia aprovada em 24 de novembro de 2017.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Marco Antonio Monte – UFRRJ  
Orientador

---

Prof. Dr. Emanuel José Gomes de Araújo – UFRRJ  
Membro

---

Dr<sup>a</sup>. Márcia de Fátima Inácio – JBRJ  
Membro

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus  
e aos meus pais.

*“Trabalhar com sustentabilidade é plantar um presente que garanta a subsistência das novas gerações. Num planeta que pede socorro e se aquece a cada dia. Pois melhor que plantar árvores, despoluir rios, proteger animais, é semear a consciência de que a garantia da vida é respeitar as fronteiras da natureza.”*

(Nildo Lage)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida, pela oportunidade de concluir mais uma etapa; pelos livramentos e proteção concedidos até aqui; por ser meu sustento e, principalmente, porque os Seus sonhos sobre a minha vida sempre foram maiores que os meus.

Aos meus avós Dejanira, José e Maria (*in memoria*), por uma vida de amor e carinho dedicados, porque sei o quanto torceram por esse momento, sou eternamente grata.

Aos meus pais José Carlos e Zileide, por serem a minha base, pelo amor incondicional, por acreditarem em mim, mesmo quando eu mesma já não acreditava, pelo apoio e incentivo diário, por abrirem mão de tanta coisa para que eu pudesse atingir meu objetivo, nós conseguimos. Fica aqui o meu muito obrigada, tendo a certeza que jamais conseguirei retribuir tudo o que fizeram e fazem por mim.

Aos meus padrinhos Cláudia e Edmilson, por serem verdadeiros pais para mim, por estarem presente em todos os momentos da minha vida, pelo incentivo dado desde o primeiro dia que cheguei a universidade, eu jamais vou me esquecer, amo vocês.

À Michelle Vital por dividir comigo os melhores pais que alguém poderia ter, por ser a minha fã número um e por se orgulhar tanto deste diploma quanto eu.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por ter me acolhido, por todo conhecimento adquirido aqui e pelas pessoas que colocou no meu caminho.

À Marinha do Brasil e ao Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro pelo apoio prestado nesses dois anos de estágio.

Ao prof. Marco Antonio Monte, pela orientação neste trabalho, pela paciência e tempo investidos e pelos ensinamentos deixados.

À Márcia de Fátima Inácio por abrir as portas da Marinha, por todo aprendizado, pela amizade que construímos e por ser o exemplo de mulher e engenheira florestal que quero seguir.

Aos membros da banca e suplentes professores Emanuel Araújo, Jerônimo Boelsums e Adriana Reis, por terem aceito o meu convite e por toda a contribuição durante a minha formação.

A Marco Antônio Epifânio, por ter me acolhido, por dividir conosco um projeto tão lindo em que me orgulho de ter feito parte.

À Mariane Farias, por ser minha amiga a mais de dez anos, por partilhar comigo os piores e melhores momentos da minha vida, por ser minha irmã de alma e coração.

A Luiz Gama, pela amizade que construímos, pelos conselhos nos dias difíceis, por ser o primeiro a me ligar no dia do meu aniversário e nas horas vagas ser o melhor fotógrafo do mundo.

A Eber Nogueira por chegar da forma mais inesperada do mundo e ter se tornado um amigo, por me arrancar sorrisos em dias difíceis com toda a sua ironia, implicância e pessimismo.

A Ricardo de Castro Souza Junior, por ter dividido comigo as horas sob o sol, as árvores a serem mensuradas, as planilhas, e a *playlist* mais incrível para mensuração florestal que a MB já ouviu.

A Hanna Lisa, Heron Casati, Luiz Fernando, Jéssica Feitosa, Jucilene Reis, Renata Araújo, Renata Knupp e a Theo Cavalcanti por dividirem comigo essa longa jornada, por não me deixarem desistir, por serem os piores e melhores amigos que alguém poderia ter, eu amo vocês e sentirei saudades de cada momento.

## RESUMO

O Brasil possui alta diversidade de espécies florestais, porém devido à exploração desordenada, seus diferentes biomas se encontram fragmentados. A preocupação em conservar florestas remanescentes e recuperar *habitats* degradados é notória; neste contexto a restauração florestal surge como uma alternativa na recomposição de áreas degradadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de oito espécies florestais: *Bixa orellana*, *Caesalpinia ferrea*, *Ceiba speciosa*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Inga vera*, *Pterogyne nitens*, *Pterygota brasiliensis* e *Schinus terebinthifolia*, estabelecidas em área de recomposição florestal no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro. Foram avaliadas três áreas de recomposição florestal, de 0,12 ha (Alfa), 0,6 ha (Charlie) e 0,6 ha (Delta), cujos os espaçamentos de plantio foram, respectivamente: 2,5 x 2,5; 1,5 x 1,5 e 2,5 x 2,5 m. O crescimento foi avaliado por meio da medição do diâmetro a 1,30 m do solo (*dap*) e da altura total (*Ht*), medidos nas idades de cinco e seis anos, na área Alfa, e quatro e cinco anos, nas áreas Delta e Charlie. A avaliação do crescimento foi realizada por meio da mediana, com a elaboração de gráficos boxplot e, também, por meio de distribuições diamétricas, com o ajuste da função de densidade e probabilidade Weibull. As espécies que apresentaram maior crescimento em *dap* e *ht* foram *Ceiba speciosa* e *Inga vera* com mediana de 10 cm para *dap* e 6,5m para altura, enquanto *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolia* apresentaram o menor crescimento, com aproximadamente 4,0 cm de *dap* e 4,0 m de altura. Conclui-se que a área ainda se encontra em desenvolvimento e que são necessárias ações de manejo para que as espécies possam avançar em crescimento.

**Palavras-chave:** restauração florestal, crescimento, Weibull.

## ABSTRACT

Brazil holds a high diversity of forest species but the disorderly exploitation has caused the fragmentation of its different biomes. The concern about conserving remaining forests and recovering degraded habitats is notorious. In this context, forest restoration appears as an alternative in recomposition of degraded areas. The objective of this study was to evaluate the growth of eight forest species: *Bixa orellana*, *Caesalpinia ferrea*, *Ceiba speciosa*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Inga vera*, *Pterogyne nitens*, *Pterygota brasiliensis* e *Schinus terebinthifolia*, established into forest recomposition areas in Guandu do Sapê Naval Complex in Rio de Janeiro. Three areas of forest recomposition were evaluated, of 0.12 ha (Alfa), 0.6 ha (Charlie) and 0.6 ha (Delta), whose planting spacings were, respectively, 2.5 x 2.5, 1.5 x 1.5, and 2.5 x 2.5 m. The growth was evaluated by measuring the diameter at 1.30 m of the soil (dap) and the total height (Ht). These were measured at ages five and six in the Alpha area and four and five years in the Delta and Charlie areas. Growth evaluation was made by the use of median, boxplot graphic elaboration and also by diametric distributions, with the adjustment of the Weibull density and probability function. The species that presented the greatest dap and ht growth were *Ceiba speciosa* and *Inga vera* with median of 10 cm to dap and 6.5 m to height. *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolia* showed the lowest growth, with approximately 4.0 cm of dap and 4.0 m of height. It is concluded that the area is still under development and that management actions are necessary so that the species have more growth progress.

**Keywords:** forest restoration, growth, Weibull.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
2.1 Restauração Florestal .....	3
2.2 Espécies Estudadas .....	4
2.3 Modelo de distribuição diamétrica de Weibull.....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
3.1 Descrição da área de estudo .....	9
3.2 Caracterização da área de recomposição florestal .....	10
3.3 Coleta de dados .....	11
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	12
4.1 Área Alfa.....	12
4.2 Área Delta .....	16
4.3 Área Charlie .....	19
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	23

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Lista de espécies implantadas na recomposição do Complexo Naval Guandu e Sapê, Rio de Janeiro.....	11
---	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Espécies florestais nativas de Mata Atlântica utilizadas neste estudo. Da esquerda para a direita: a) *Bixa Orellana*, b) *Caesalpinia férrea*, c) *Ceiba speciosa*, d) *Handroanthus chrysotrichus*, e) *Inga vera*, f) *Pterogyne nitens*, g) *Pterygota brasiliensis* e *Schinus terebinthifolia*. .....7
- Figura 2** - Mapa do Rio de Janeiro Físico. A seta aponta para o Morro do Marapicu, limite Sudoeste da área de estudo. Fonte: Bastos (2014).....9
- Figura 3** - Delimitação das três áreas de estudo de recomposição florestal (Alfa, Charlie e Delta), no Complexo Naval Guandu do Sapê (CNGS), Rio de Janeiro. .... 10
- Figura 4** - Crescimento em diâmetro e altura total aos cinco e seis anos, na área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Alfa)..... 13
- Figura 5** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades cinco e seis anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Alfa)..... 15
- Figura 6** - Crescimento em diâmetro e altura total aos quatro e cinco anos, em área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Delta)... 17
- Figura 7** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades quatro e cinco anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Delta). .... 18
- Figura 8** - Crescimento em diâmetro e altura total aos quatro e cinco anos, em área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Charlie).20
- Figura 9** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades quatro e cinco anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Charlie). .... 22

## 1. INTRODUÇÃO

A grande área territorial do Brasil e a sua diversidade de climas e solos contribuem para sua elevada riqueza florística. As florestas nativas brasileiras são reconhecidas como um dos maiores repositórios de biodiversidade do mundo e apresentam de 15% a 20% das espécies existentes no planeta, distribuídas entre os seus vários biomas (MYRES et al., 2000), dentre eles a Mata Atlântica.

A Mata Atlântica sofreu grande devastação ao longo do tempo devido à exploração desordenada de seus recursos naturais, principalmente madeireiros, e à ocupação humana, que resultou em milhões de hectares de áreas desflorestadas, convertidas em pastagens, lavouras e centros urbanos (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2003). Isso ocasionou grande fragmentação em sua cobertura florestal original. Devido ao seu elevado grau de endemismo e as ameaças que de extinção que ainda sofre, a Mata Atlântica é considerada um *hotspot*.

O equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a conservação dos recursos naturais é um dos temas mais discutidos mundialmente. O conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo difundido com o objetivo de equilibrar necessidades ecológicas, sociais e econômicas, trazendo uma possível solução para o uso de recursos não renováveis. Nesse contexto, a recuperação ecológica de ecossistemas, que necessitam de um aporte menor de energia e visam a conservação de remanescentes florestais, sem objetivos comerciais são bem vistas (BELLOTTO et al., 2009; RODRIGUES et al.; 2009 LELES & OLIVEIRA-NETO, 2015).

A conservação e a restauração dos remanescentes florestais constituem desafios para geração atual e futura, pois este bioma ainda continua sob forte pressão antrópica e nosso conhecimento sobre sua diversidade ainda permanece fragmentado (RODRIGUES et al., 2009). Por isso, a restauração florestal surge como uma prática alternativa necessária na recuperação de ambientes degradados, afim de reconectar diferentes habitats e reestabelecer os serviços ambientais.

Existem muitas experiências sobre restauração florestal nas regiões tropicais. No município do Rio de Janeiro, por exemplo, desde 1986 o Programa Mutirão de Reflorestamento visa a Recuperação da Mata Atlântica entorno de comunidades carentes e desde 2005 o programa atua também em área de restauração de restinga, totalizando mais de seis milhões de mudas implantadas. A preocupação em avaliar e monitorar este projeto pode ser observada em Frazão (2011).

O monitoramento periódico em áreas de recomposição florestal de nativas é de grande importância para quantificar os serviços ambientais proporcionados e para avaliar se a restauração cumpriu o seu papel. Porém, a falta de consenso na literatura científica em relação aos indicadores mais adequados para avaliação de projetos, gera grandes dificuldades a esta prática.

Diversos autores vêm sugerindo vários parâmetros para o monitoramento e avaliação de áreas restauradas tais como: presença de formigas, mudança na densidade de minhocas em áreas de regeneração, características físico-químicas do solo, meso e macrofauna edáfica, parâmetros vegetacionais, entre outros (ANDERSEN, 1997; RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005; ZOU & GONZALEZ, 1997; BENTHAM et al., 1992; SAUTTER, 1998; RODRIGUES & GANDOLFI, 1998; RUIZ-JAÉN & AIDE, 2005; GANDOLFI, 2006). Todavia, tais parâmetros devem considerar as diferentes etapas do processo de restauração, que podem ser divididas em três fases: fase de implantação (1-12 meses), fase de pós implantação (1-3 anos) e fase de vegetação restaurada (4 ou mais anos) (RODRIGUES et al., 2009).

Na fase de vegetação Restaurada são considerados parâmetros como: fenologia, taxa de mortalidade, densidade, riqueza, cobertura de copa, altura total do indivíduo, avaliação de

fauna, avaliação de gramínea, avaliação de regeneração natural, entre outros (RODRIGUES et al., 2009).

Considerando as variáveis dendrométricas, a altura total tem sido um parâmetro importante para avaliar o estágio de restauração. Para isso, a floresta é estratificada em classes de alturas. Conforme Rodrigues et al. (2009), essa estratificação ocorre da seguinte forma: indivíduos com altura inferior a três metros compõe o sub-bosque, enquanto que indivíduos entre três a cinco metros compõe o sub-dossel e indivíduos acima de cinco metros compõe o dossel ainda, indivíduos emergentes são aqueles maiores que a altura do dossel contínuo.

A variável diâmetro à 1,30 m do solo (*dap*), apesar de não ser tão evidenciada como indicador de restauração florestal é muito utilizada em estudos de crescimento e estimativas de volume. Além disso, o *dap* atende aos pressupostos para os indicadores de restauração: é de fácil mensuração, é uma variável prática realista, possui capacidade de detectar alterações no ambiente e apresenta valores claros.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de espécies florestais em área de recomposição florestal no Complexo Naval Guandu do Sapê.

Hipótese: Acredita-se que as espécies classificadas como pioneiras terão maior crescimento para as variáveis diâmetro a altura do peito e altura total.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Restauração Florestal

Há grande divergência entre autores quanto aos termos que norteiam todas as atividades relacionadas a restauração de ecossistemas, gerando grande dificuldade para aqueles que desejam tratar do assunto, por isso a definição de alguns termos faz-se necessária (ARZOLLA et al., 2011).

Os conceitos de recuperação e restauração de ecossistemas, estão descritos na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que define a recuperação como a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original e a restauração consiste na restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original.

O termo recuperação de áreas degradadas (RAD), é genérico podendo ser utilizado para todas as técnicas aplicáveis que visam reverter a situação de um ecossistema degradado para um estado desejável, independentemente do nível de degradação (ARZOLLA et al., 2011).

A definição de reflorestamento é entendida como a plantação de árvores, nativas ou não, em povoamentos puros ou não, para formação de uma estrutura florestal (ARZOLLA et al., 2011)

A restauração ecológica recebe a seguinte definição segundo a Society for Ecological Restoration International:

“... restauração ecológica 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”.

O termo restauração florestal, é definido como a restauração ecológica aplicada a ecossistemas florestais (ARZOLLA et al., 2011).

As práticas que visam a recuperação de áreas degradadas são antigas. O processo de restauração florestal passou por diversas fases até chegar ao conceito atual. Por volta dos anos 1980 pouco se conhecia sobre os processos ecológicos, as técnicas de restauração eram baseadas na implantação aleatória de espécies arbóreas nativas e exóticas, não se considerava o estágio sucessional e espécies mais conhecidas pelo uso da madeira eram beneficiadas (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996).

Nessa fase o processo de restauração buscava apenas a reconstrução florestal para proteção de um recurso natural ou mitigação de impactos, não eram considerados critérios ecológicos para escolha de espécies, não havia planejamento para combinação e disposição das mesmas pelo plantio (BELLOTO et al., 2009).

No Brasil, no ano de 1862 começam as ações de restauração florestal na Floresta Nacional da Tijuca, visando a proteção dos recursos hídricos e o restabelecimento de água na cidade do Rio de Janeiro (RODRIGUES et al., 2009). Em 1954 ocorre um processo semelhante para a recomposição do Parque Nacional do Itatiaia, beneficiando espécies de rápido crescimento (KAGEYAMA & CASTRO, 1989).

Atualmente a restauração florestal é vista de maneira mais complexa, levando-se em consideração não somente características florísticas e fisionômicas, mas também os processos que garantem a construção e manutenção do *habitat* restaurado. O principal objetivo da restauração é o estabelecimento dos processos ecológicos que originam a reestruturação dos

ecossistemas, o que depende diretamente das espécies nativas regionais (LELES & NETO, 2015).

Os avanços nos estudos sobre ecologia florestal permitiram que várias técnicas de restauração surgissem, desde as sem intervenção até as mais intervencionistas. O sucesso de um projeto está diretamente ligado a restauração da comunidade local, a escolha da técnica adequada de restauração é de suma importância nesse processo (GANDOLFI & RODRIGUES, 2007).

Dentre as técnicas mais intervencionistas está o plantio em área total que consiste na introdução de mudas de espécies arbóreas na área que deseja restaurar, deve ser utilizado quando a vegetação nativa estiver bem degradada. Para este método existem dois modelos básicos: o plantio em módulos ou em linhas (MORAES et al., 2013).

Algo que exige atenção em projetos de restauração florestal é a escolha das espécies a serem implantadas, devido à diversidade do nosso país. As diferentes condições ecológicas interferem diretamente na diversidade florística e estrutural e são determinantes para o estabelecimento dos plantios (LELES & OLIVEIRA-NETO, 2015).

Após a fase de implantação das espécies florestais é preciso avaliar e monitorar os projetos de restauração, para confirmar se as ações implantadas na área estão de fato promovendo a sua restauração e perpetuação no tempo. Para isso, são utilizadas diferentes variáveis e indicadores na tomada de decisão sobre um possível abandono definitivo das áreas reflorestadas (BELLOTO et al., 2009).

Dentre as variáveis utilizadas para o monitoramento, a altura total demonstra o crescimento vertical das espécies e verifica a estratificação da vegetação restaurada. O estudo do incremento em altura em florestas plantadas auxilia no ordenamento da produção e na prognose para o povoamento (CUNHA, 2004).

O diâmetro é muito importante na quantificação volumétrica, avaliação de biomassa e estudos de crescimento florestal. A distribuição diamétrica é um indicador da estrutura florestal, pois distingue diferentes fases de desenvolvimento da floresta e fornece base para identificar a intensidade da regeneração (SCOLFORO, 2006).

## 2.2 Espécies Estudadas

No presente estudo foram selecionadas oito espécies florestais nativas de Mata Atlântica e que são classificadas em diferentes estágios sucessionais. São elas: *Bixa orellana* L., *Caesalpinia ferrea* C. Mart, *Ceiba speciosa* (A.St.Hil.) Ravenna, *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.), *Inga vera* Willd, *Pterogyne nitens* Tul, *Pterygota brasiliensis* Allemão e *Schinus terebinthifolia* Raddi. A seguir são apresentadas algumas características sobre essas espécies.

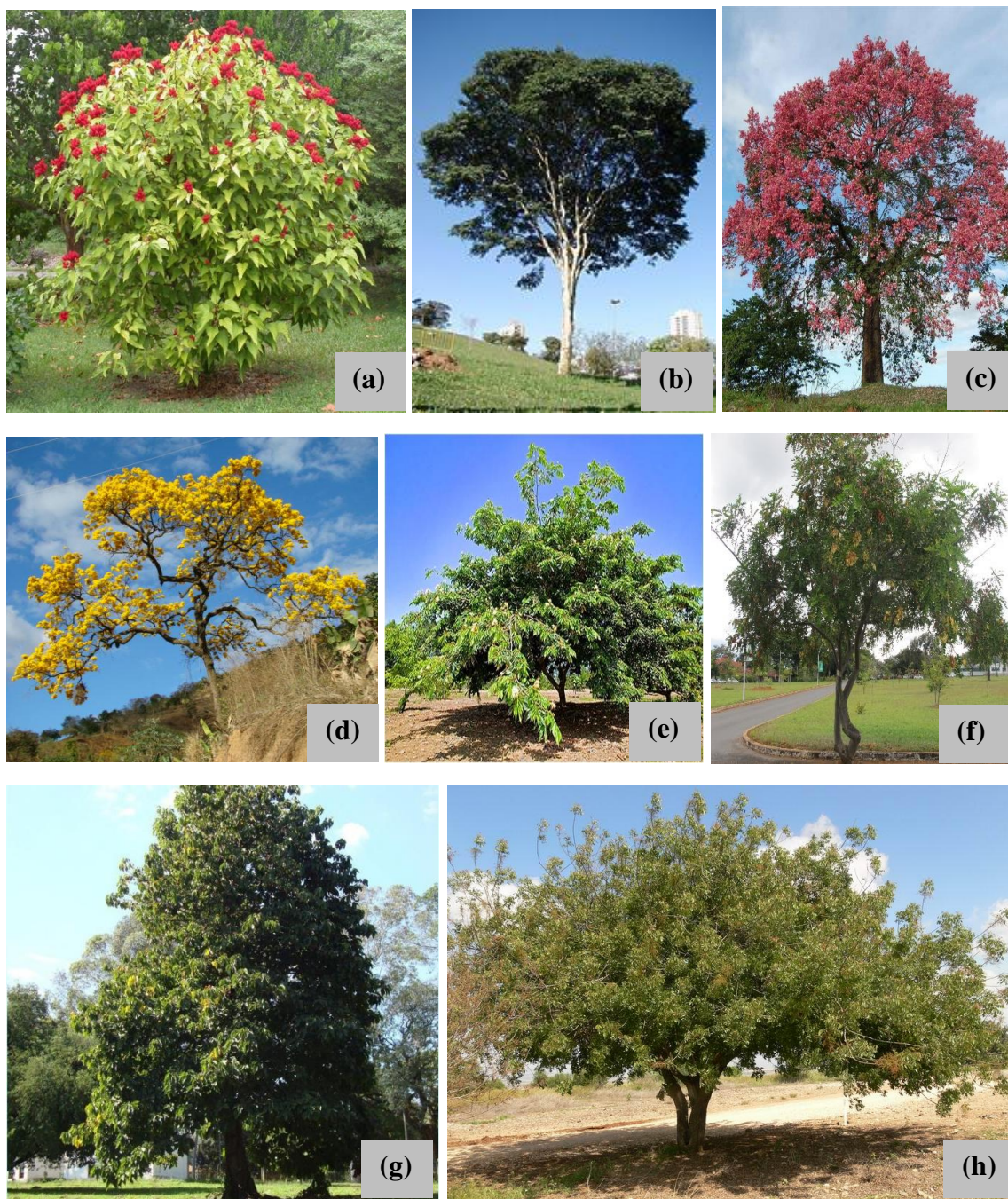
- a) *Bixa orrelana*, também conhecida como urucum e uru no português, Achiote em espanhol e Annatto em inglês (Figura 1a). É uma espécie lenhosa, de pequeno porte (2 a 9 metros de altura) que desperta grande interesse da indústria cosmética e alimentícia devido aos carotenoides bixina e norbixina que estão presentes em suas sementes e são usados como pigmentos para diferentes fins (FRANCO et al., 2002). A espécie possui qualidades ornamentais, é de rápido crescimento, classificada como pioneira, podendo ser utilizada em recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1949). Por se tratar de uma planta tropical o cultivo pode ser realizado em diferentes regimes climáticos, se desenvolvendo melhor em uma amplitude térmica de 25°C a 27°C (FRANCO et al., 2002). Por possuir processos fisiológicos de vegetar, florir e frutificar praticamente o ano todo a ausência de chuvas superior a três meses pode ser prejudicial a sua produtividade (FRANCO et al., 2002). O urucuzeiro se adapta também a diferentes

- tipos de solo, tendo preferência por solos mais férteis e bem drenados (FRANCO et al., 2002). Olegário & Santos (2014), afirmam que o Brasil é um grande produtor e exportador de corante de urucum e que este mercado está em plena expansão devido ao apelo de corantes naturais em alimentos e ainda mostram o avanço recente de pesquisas sobre o poder antioxidante da semente de uru e seu uso medicinal.
- b) *Caesalpinia ferrea*, possui como nomes vulgares: pau ferro, ibirá, obi e jucá, pertencente à família Fabaceae (Figura 1b). Classificada como secundária inicial, que apresenta boa regeneração na floresta, possui porte de 20 a 30 m de altura, é uma espécie recomendada para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1992). É encontrado preferencialmente em área de várzea úmidas e fundo de vales (LORENZI, 1992). Floresce de novembro até fevereiro, suas sementes possuem dormência que podem ser quebradas através de estratificação (LENHARD et al., 2013). Possui multiuso, sua madeira é muito dura e utilizada na construção civil, construção naval e na indústria moveleira, suas folhas são utilizadas para forragem (LORENZI, 1992). O gênero *Caesalpinia* possui vários estudos farmacológicos em diversos países, na medicina popular o pau ferro é utilizado da madeira às raízes, possuindo efeito de expectorante, cicatrizante, as raízes são febrífugas e antidiarreicas e o fruto possui propriedades béquicas e antidiabéticas, como é evidenciado na revisão de Vasconcellos, (2011).
- c) *Ceiba speciosa*, no inglês *Chorisia speciosa*, também conhecida como árvore de lã, árvore de paina, barriguda, paineira, paineira rosa (Figura 1c). Pertencente à família Malvaceae, seu porte é de 15-30 m de altura é uma planta semidecídua, prefere solos férteis de planícies aluviais e fundo de vales; produz anualmente grande quantidade de sementes que são disseminadas pelo vento; floresce a partir do meio de dezembro a abril (LORENZI, 1992). A madeira possui baixa durabilidade, pode ser utilizada na construção de canoas, caixotes e para pasta celulósica. Atualmente é muito utilizada na arborização de parques e jardins, é ótima para plantios mistos para recuperação de áreas degradadas e suas sementes possuem um óleo com utilização culinária e industrial (LORENZI, 1992). As fibras que envolvem as sementes são denominadas paina eram utilizadas outrora para encher colchões, almofadas entre outros. A paina possui alta e rápida capacidade de sorção de óleo e excelente fluviabilidade, podendo ser utilizada como sorvente, para situações de recuperação de óleo, na terra e em corpos hídricos (ANNUNCIADO et al., 2005).
- d) *Handroanthus chrysotrichus*, também conhecida como: caraíba, ipê amarelo, ipê amarelo anão, ipê amarelo cascudo (Figura 1d). Pertencente à família Bignoniaceae. Com porte de 4-10 m de altura, é uma planta decídua, característica de formações abertas da floresta pluvial do alto da encosta da Mata Atlântica, prefere solos bem drenados em áreas de encosta (LORENZI, 1992). Sua floração acontece durante os meses de agosto e setembro, onde a planta fica totalmente sem folhagem, e os frutos no final de setembro a meados de outubro (LORENZI, 1992). Sua madeira é dura, resistente, difícil de serrar de grande durabilidade mesmo em condições adversas, é própria para obras externas na construção civil. Também utilizada como cabo de ferramentas, dormentes, mourões, móveis, entre outros. A casca cozida apresenta propriedades adstringentes, utilizada em gargarejos contra inflamações bucais. Muito utilizada na arborização urbana devido a beleza de suas flores e o seu porte (LORENZI, 1992).
- e) *Inga vera*, é natural da América do Sul, possui como nomes vulgares Ingá, ingazeiro, ingá-do-brejo, ingá de quatro quinas, ingá-banana, angá, ingá-de-beira-de-rio (Figura 1e). Pertencente à família Fabaceae, é uma espécie de bom crescimento, possui porte de 5-10 m, muito comum em beira de rios e planícies aluviais, preferindo solos úmidos e



até brejos (LORENZI, 1992). Sua floração ocorre de agosto-setembro e a maturação dos frutos de dezembro a fevereiro. Utilizado em recuperação de matas ciliares degradadas, a madeira é considerada pouco resistente e de baixa durabilidade é utilizada em caixotaria e para fazer lenha e carvão (LORENZI, 1992). Na medicina popular é utilizado como laxante e para doenças nos rins (CARVALHO, 2003).

- f) *Pterogyne nitens*, também conhecido como amendoim, amendoim bravo, bálsamo. Pertencente à família Fabaceae (Figura 1f). Atinge de 10 a 15 m de altura, é uma planta decídua, ocorrente em áreas úmidas com vegetação florestal (LORENZI, 1992). Floresce durante os meses de dezembro-março e a maturação dos frutos ocorre de maio a junho, porém costumam permanecer na planta por mais algum tempo (LORENZI, 1992). A madeira é moderadamente pesada é utilizada na confecção de móveis finos, construção civil, assoalhos entre outros fins. Uma outra utilidade é que da madeira de amendoim bravo são confeccionados barris para o envelhecimento de cachaça (LORENZI, 1992).
- g) *Pterygota brasiliensis*, também conhecida como pau rei, folheiro, maperoá. Pertence à família Fabaceae (Figura 1g). É uma árvore de grande porte 20-30 m de altura, possui porte ereto e copa alta, sua floração pode ser observada no período de julho a setembro, enquanto a maturidade dos frutos entre julho e agosto (LORENZI, 1992). Esta espécie é muito exuberante e pode ser empregada no paisagismo de parques e grandes jardins. Como planta adaptada à insolação direta e crescimento rápido, é ótima para plantios destinados à recomposição de áreas degradadas, sua madeira é leve, compacta, bastante resistente, mas pouco durável sob condições adversas (LORENZI, 1992).
- h) *Schinus terebinthifolia*, também conhecida como: aroeira-mansa, aroeira-vermelha, aroeira, aroeira-precoce, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-negra, aroeira-branca, aroeira-do-campo, aroeira-do-sertão, fruto-de-raposa, aroeira-do-paraná, fruto-de-sabiá, coração-de-bugre, aguaraiba, bálsamo, cumbuí (Figura 1h). É uma espécie da família Anacardiaceae. A espécie possui de 5-10 m de altura, é comum em beira de rios, córregos, e em várzeas úmidas de formações secundárias (LORENZI, 1992). Possui florescimento durante os meses de setembro a janeiro e frutifica no período de janeiro-julho, é amplamente disseminada por pássaros, o que explica a sua boa regeneração natural (LORENZI, 1992). Sua madeira é utilizada para moirões, esteios, lenha e carvão. A árvore é muito ornamental e utilizada em reflorestamentos e na arborização urbana (LORENZI, 1992). Sua seiva pode ser utilizada como um agente contra germes, doenças respiratórias e irritações do trato urinário. Suas sementes têm um sabor apimentado, e são utilizadas em xaropes, vinagre e bebidas, ou são secas e moídas para um tempero substituto da pimenta.



**Figura 1** - Espécies florestais nativas de Mata Atlântica utilizadas neste estudo. Da esquerda para a direita: a) *Bixa Orellana*, b) *Caesalpinia férrea*, c) *Ceiba speciosa*, d) *Handroanthus chrysotrichus*, e) *Inga vera*, f) *Pterogyne nitens*, g) *Pterygota brasiliensis* e *Schinus terebinthifolia*.

### 2.3 Modelo de distribuição diamétrica de Weibull

O diâmetro (*dap*) é uma variável muito utilizada no setor florestal, para representar a área basal, quantificar o volume e, ainda, para determinar a estrutura diamétrica de um povoamento ou de uma floresta. Os dados de diâmetro agrupados quanto à sua distribuição diamétrica são importantes para o manejo e a tomada de decisão, principalmente em florestas nativas (CYSNEIROS et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2012; CARVALHO et al., 2009).

A estrutura diamétrica varia de acordo com o tipo de floresta. Comumente ela pode representada por uma distribuição normal, para plantios florestais e, J-invertido, para florestas nativas (inequiâneas) (CAMPOS & LEITE, 2013). Contudo, em florestas inequiâneas, a distribuição diamétrica por espécie pode assumir formas diferentes do J-invertido, podendo ser encontradas distribuições unimodais, (SCOLFORO, 2006) tornando-se importante realizar estudos que visem analisar esta distribuição para cada espécie.

A distribuição diamétrica pode ser estudada por meio de funções densidade de probabilidade (*f<sub>dp</sub>*). Estas funções estimam a probabilidade de ocorrência do número de indivíduos em cada classe de diâmetro. Existe uma ampla gama de *f<sub>dp</sub>*'s na literatura, que tem sido utilizada na ciência florestal, com destaques para as funções: Beta, Exponencial, Gamma, Normal, Lognormal, SB de Johnson, Weibull 2 e 3 parâmetros, entre outras (MACHADO et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2012; LIMA & LEÃO 2013)

Uma das funções mais utilizadas é a função Weibull. Devido à sua maior flexibilidade e alternativas de ajuste, esta função vem se mostrando como a mais adequada na modelagem de diferentes grupos ecológicos (NASCIMENTO et al., 2012).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no Complexo Naval Guandu do Sapê (CNGS), localizado na Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro, especificamente no sub-bairro de Campo Grande, denominado Mendanha. A área do CNGS é de aproximadamente 450 ha e está localizada nas coordenadas 22°51'S e 43°35'W (Figura 2).



**Figura 2** - Mapa do Rio de Janeiro Físico. A seta aponta para o Morro do Marapicu, limite Sudoeste da área de estudo. Fonte: Bastos (2014).

O clima no Município do Rio de Janeiro é caracterizado como Aw ou Tropical do Brasil Central, segundo a classificação de Köppen (1884). A temperatura média, no período de 1990 a 2015, foi de 25,7°C; sendo a máxima de 31°C e a mínima de 21,5°C (INPLARIO, 2015). A precipitação média anual foi de 1.278 mm. Os meses de novembro, dezembro e janeiro, são os mais chuvosos, com aproximadamente 400 mm, e o período mais seco ocorre nos meses de junho, julho e agosto, com aproximadamente 150 mm. A umidade relativa do ar é de 70,4% (INMET, 2017).

O solo é classificado como Latossolo vermelho-amarelo, a vegetação nativa é do tipo Ombrófila Densa Submontana e Montana, contudo há ocorrência predominantemente de capim-colonião (*Panicum maximum*) ocorrendo também vegetação exótica. Quanto à hidrografia, a região pertence, em parte, à Macro Região Ambiental da Baía de Guanabara e, em parte, à Macro Região Ambiental da Baía de Sepetiba.

### 3.2 Caracterização da área de recomposição florestal

Foram estudadas três áreas de recomposição florestal com os seguintes tamanhos: 0,12, 0,06 e 0,06 ha, denominadas respectivamente de Alfa, Charlie e Delta (Figura 3).



**Figura 3** - Delimitação das três áreas de estudo de recomposição florestal (Alfa, Charlie e Delta), no Complexo Naval Guandu do Sapê (CNGS), Rio de Janeiro.

A área Alfa foi implantada em 2011, no espaçamento 2,5 x 2,5m totalizando 648 mudas de 28 espécies. A área Delta foi implantada em 2012, no espaçamento de 2,5 x 2,5m totalizando 422 mudas e 29 espécies. A área Charlie foi implantada em 2012, sob o espaçamento de 1,5 x 1,5 m, totalizando 395 mudas pertencentes a 18 espécies.

Todas as espécies utilizadas na recomposição são nativas de Mata Atlântica, porém não se considerou a sua sucessão ecológica, na implantação das mudas. Algumas plantas que já se encontravam na área, mesmo que exóticas, foram mantidas. Contudo, nesse estudo, foram avaliadas somente oito espécies florestais, pertencentes a diferentes grupos ecológicos (Tabela 1).

Tabela 1 - Lista de espécies implantadas na recomposição do Complexo Naval Guandu e Sapê, Rio de Janeiro.

Espécie	Nome Popular	Família	Grupo Ecológico
<i>Bixa orellana</i> L.	urucum	Bixaceae	Pioneira
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira da praia	Anarcadiaceae	Pioneira
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá	Fabaceae	Pioneira
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.Hil.) Ravenna	paineira	Malvaceae	Secundária
<i>Caesalpinia férrea</i> C. Mart.	pau ferro	Fabaceae	Secundária
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	amendoim bravo	Fabaceae	Secundária
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	pau rei	Malvaceae	Clímax
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.)	ipê amarelo	Bignoniaceae	Clímax

### 3.3 Coleta de dados

O crescimento das oito espécies estudadas foi avaliado por meio do censo, medindo-se a circunferência à 1,30 m do solo (*cap*) e a altura total (*ht*). O CAP foi medido com fita métrica e, a *ht*, com auxílio de régua topográfica de 5,0 m. Para os indivíduos maiores que 5,0 m, a HT foi estimada de forma empírica por extrapolação. Também, foram medidos todos os fustes das árvores bifurcadas, exceto para aqueles indivíduos que apresentavam mais de 4 fustes, na qual mediram-se apenas os quatro fustes de maior diâmetro (*dap*). O *cap* foi convertido em *dap* pela expressão aritmética:  $dap = cap/\pi$ .

As medições foram realizadas em duas ocasiões: janeiro de 2016 e janeiro de 2017, quando as plantas apresentavam idades de cinco e seis anos, na área Alfa, e quatro e cinco anos, nas áreas Charlie e Delta.

O crescimento foi avaliado para cada espécie, por meio da mediana, com elaboração de gráficos boxplot, devido às distribuições assimétricas de diâmetro e altura.

Também foi realizado o estudo da distribuição diamétrica, por meio de função densidade de probabilidade (*fdp*). Nesse caso, os indivíduos foram agrupados em classes de diâmetro com amplitude de 1,0 cm e utilizou-se a Função Weibull de três parâmetros, cuja *fdp*

é dada por:  $f(x) = \left(\frac{c}{b}\right)\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c}$ , e sua função cumulativa F(x), dada por:

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c};$$

Em que:

*x* – Centro de classe de diâmetro (cm);

*f(x)* – função densidade de probabilidade de Weibull;

*F(x)* – função densidade acumulada de Weibull;

*a* – coeficiente de alocação do modelo;

*b* – coeficiente da função referente à escala e;

*c* – coeficiente que determina a forma da curva.

Algumas espécies apresentaram distribuição diamétrica muito irregular, por isso não foi possível ajustar a função de densidade de probabilidade de Weibull; neste caso, optou-se por apenas representar as distribuições de frequência observadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

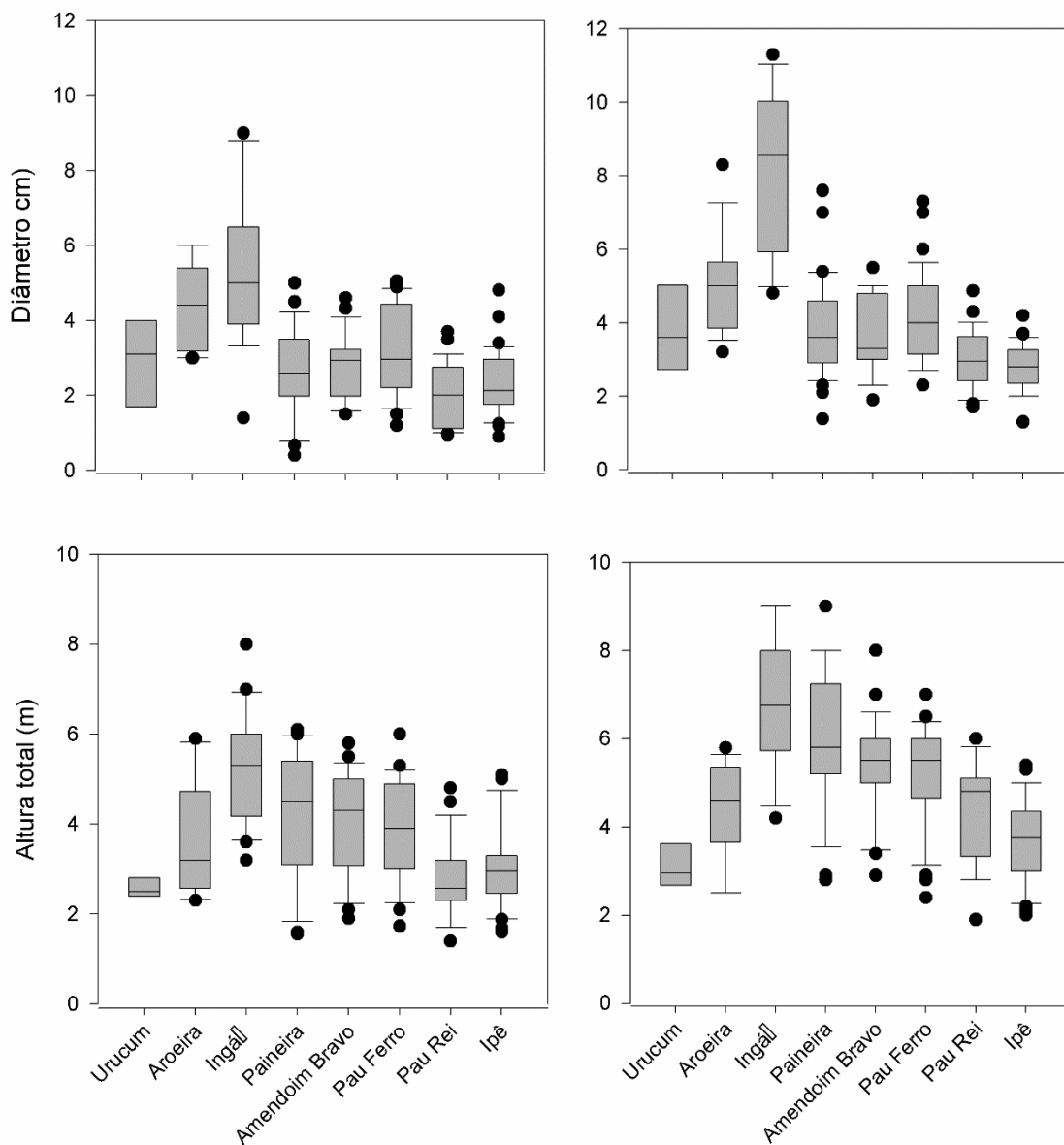
### 4.1 Área Alfa

O crescimento em diâmetro (*dap*) e altura total (*ht*), de espécies estabelecidas em área de restauração florestal, foi diferente para as espécies e os grupos ecológicos (Figura 4). Das espécies pioneiras (*Inga vera*, *Schinus terebinthifolia* e *Bixa orellana*) *Inga vera*, apresentou os maiores valores para mediana de *dap*, nas idades de seis e sete anos, com aproximadamente nove centímetros. As espécies secundárias (*Ceiba speciosa*, *Cesalpinia férrea* e *Pterogyne nitens*) e climácicas (*Pterygota brasiliensis* e *Handroanthus chrysotrichus*) apresentaram crescimento em diâmetro inferior as pioneiras, sendo constatadas pouca diferença entre elas para esta variável, suas medianas alcançaram valores entre três e quatro centímetros.

Quanto à altura total na idade de sete anos *Inga vera* alcançou o maior valor de mediana com aproximadamente sete metros e *Bixa orellana* o menor valor cerca de três metros. É possível observar que as espécies climácicas apresentaram crescimento inferior às espécies dos demais grupos ecológicos aos seis anos de idade, porém aos sete anos estas espécies possuíram medianas superiores as espécies pioneiras *Schinus terebinthifolia* e *Bixa orellana*. Com estes resultados é possível afirmar que as espécies *Inga vera*, *Ceiba speciosa*, *Pterogyne nitens*, *Pterygota brasiliensis* e *Caesalpinia férrea*, ocupam o dossel da área restaurada, as espécies *Handroanthus chrysotrichus* e *Schinus terebinthifolia* compõe o sub-dossel e a espécie *Bixa orellana* compõe o sub-bosque (Figura 4).

O bom desempenho da espécie *Inga vera* tanto em diâmetro quanto em altura também pôde ser observado em Marcuzzo et al. (2014), que afirma que esta espécie é ideal para compor o grupo de preenchimento em áreas restauradas por possuir rápido crescimento e densa cobertura de copa. Já Melo et al. (2002), ao analisar o comportamento desta espécie no cerrado em um plantio puro em duas ocasiões um e seis anos de idade, verificou um bom crescimento em altura no primeiro ano, mas ao sexto ano foi verificado um incremento negativo em altura, o que indica a alta competitividade da espécie entre si.

*Schinus terebinthifolia* e *Bixa orellana* apesar de classificadas como pioneiras apresentaram medianas baixas tanto *dap* quanto para altura, isso pode ter ocorrido devido à grande ramificação destas espécies no plantio, demonstrando uma estrutura de crescimento horizontal, próximo ao solo, sofrendo maior competição por luz oferecida pelo capim colônia (*Panicum maximum* Jacq) braquiária ocorrente na região. Melo et al. (2002), apontam o mesmo tipo de crescimento para *Schinus terebinthifolia* em plantios abertos, destacando o cuidado necessário no planejamento para inserção dessa espécie em plantios de restauração florestal.



**Figura 4** - Crescimento em diâmetro e altura total aos cinco e seis anos, na área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Alfa).

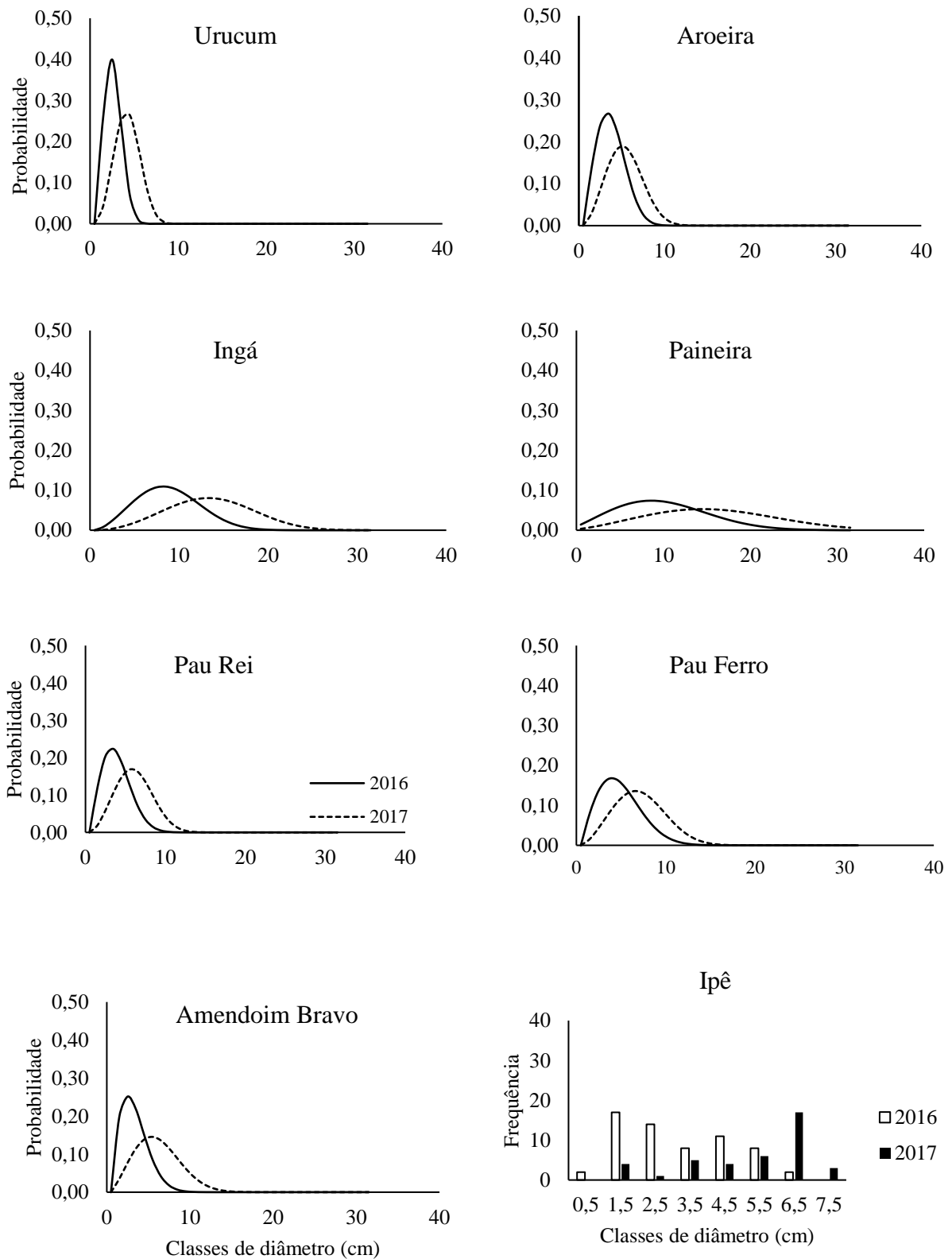
No que diz respeito às distribuições diamétricas, as espécies *Inga vera* e *Ceiba speciosa* apresentaram grande amplitude de classe de diâmetro, possuindo maior frequência de indivíduos entre as classes de dez a quinze centímetros aos sete anos. As demais espécies (*Bixa orellana*, *Schinus terebinthifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Pterogyne nitens* e *Pterygota brasiliensis*) obtiveram sua maior frequência nas classes de cinco a nove centímetros (Figura 5).

Foi possível notar que todas as distribuições possuem valor gama menor que um, o que indica a assimetria negativa, assumindo a forma de J-invertido, que é característico de espécies com boa regeneração natural e fluxo contínuo (CARVALHO & NASCIMENTO, 2009; DALLA LANA et al., 2013; SANTOS et al., 2013; ORELLANA et al., 2014; TÊO et al., 2015).

Outra tendência observada foi a redução de frequências nas primeiras classes e um leve aumento nas demais com o aumento da idade, deslocando as curvas para a direita, caracterizando o aumento das médias dos *dap's* (Figura 5), mesma tendência observada por Machado et al. (2017) ao analisar a distribuição diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista.



Para espécie *H. chrysotrichus* como não foi possível o ajuste da função Weibull 3P, foi elaborado o gráfico de frequência por classes de diâmetro. É possível observar que na idade de seis anos a maior frequência de indivíduos encontra-se na classe de dois centímetros e na idade de sete anos a maior frequência encontra-se na classe de sete centímetros (Figura 5).



**Figura 5** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades cinco e seis anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Alfa).

## 4.2 Área Delta

Nesta área é possível notar que as espécies estudadas possuem medianas de diâmetro muito próximas entre si, principalmente aos seis anos de idade, exceto para *Ceiba speciosa* que se destaca dobrando sua média de cinco para dez centímetros no período de um ano, atingido mais que o dobro das médias das demais espécies estudadas (Figura 6).

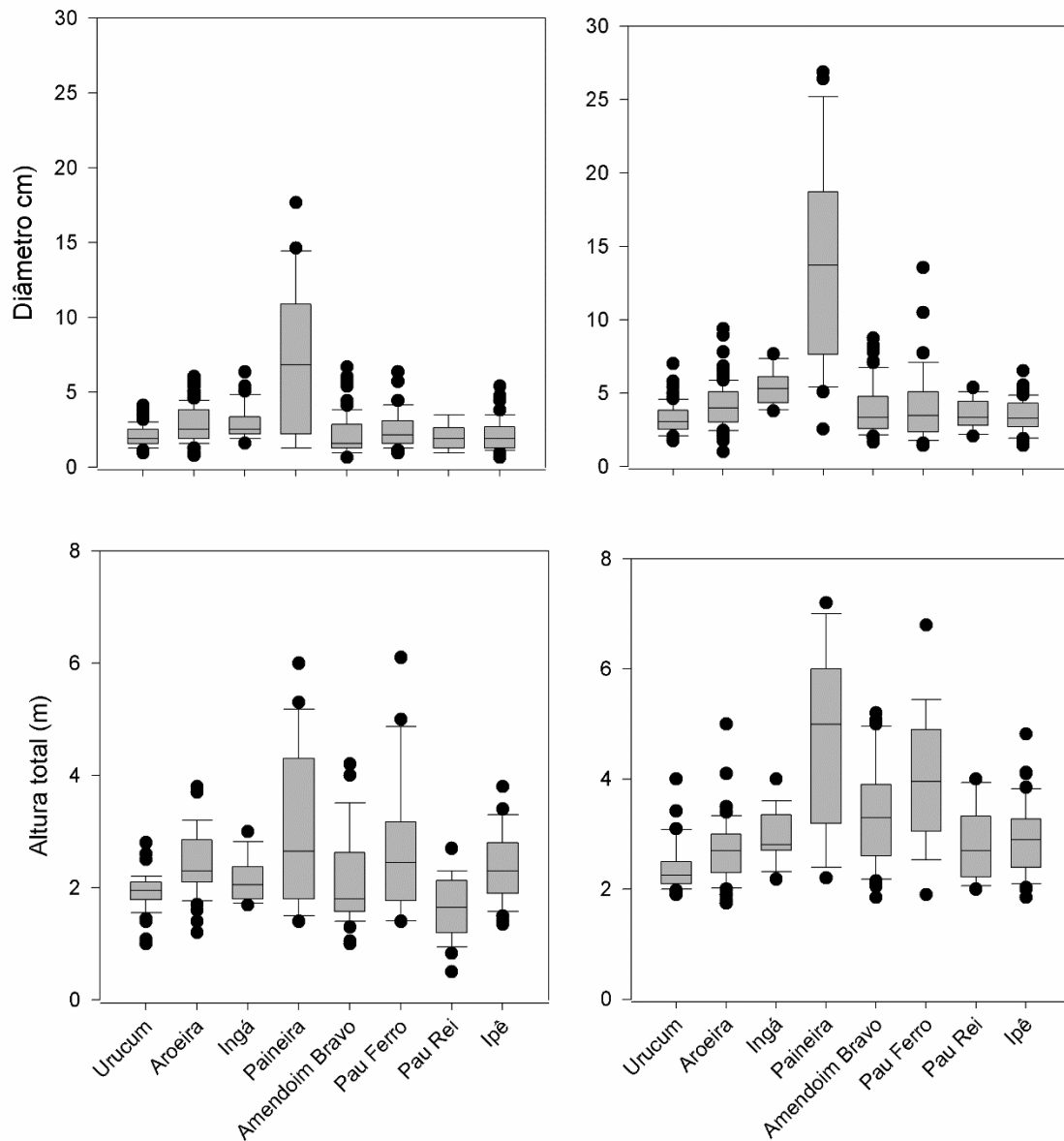
Para a variável altura total observou-se que na idade de cinco anos as medianas de todas as espécies estavam abaixo de cinco metros, o que caracteriza que nenhuma espécie atingia o dossel. Aos seis anos apenas *Ceiba speciosa* atinge o dossel da área, e a maioria das espécies ocupa o sub-bosque, inclusive as três espécies pioneiras (*Inga vera*, *Schinus terebinthifolia* e *Bixa orellana*) com medianas menores que três metros de altura (Figura 6).

Brancalion et al. (2010) afirma que quando espécies pioneiras e tardias de dossel e sub-dossel são implantadas adequadamente, dispostas em um arranjo favorável e com abundância adequada, em apenas dois anos é possível observar um dossel formado por espécies pioneiras.

Para esta área é possível notar a necessidade de maior tempo para o fechamento do dossel, o que pode ter ocorrido em virtude de não terem sido considerados os grupos ecológicos na ocasião de estabelecimento do plantio.

O bom desempenho em crescimento tanto em altura quanto em diâmetro de *Ceiba speciosa* também são evidenciados por Fragoso & Temponi (2012), onde esta espécie apresentou melhor desenvolvimento que as pioneiras presentes na área reflorestada, estes autores ainda sugerem que esta espécie seja utilizada não só em projetos de recuperação de áreas, mas também em programas de enriquecimento, criando condições mais adequadas para que outras espécies da sucessão ecológica possam se estabelecer mais facilmente.

A espécie *Inga vera*, apresentou medianas inferiores a área Alfa, isso pode ter ocorrido porque a frequência de indivíduos de *Inga vera* era muito menor nesta área e os poucos indivíduos encontrados estavam localizados no centro do plantio, em áreas abertas, enquanto na área Alfa, os indivíduos estavam mais próximos ao córrego que corta o plantio, o que acentua o bom desenvolvimento da espécie em área de várzea.

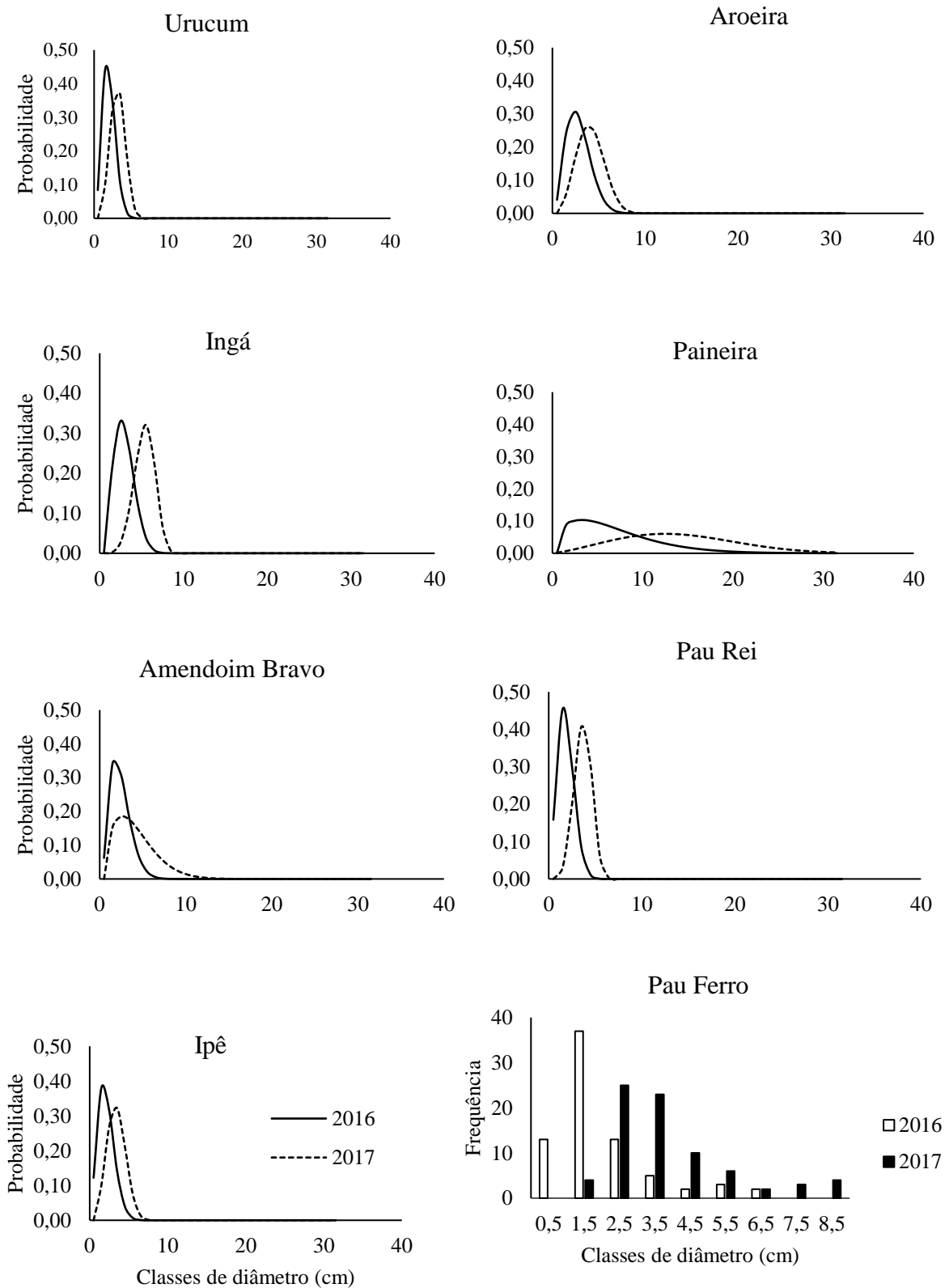


**Figura 6** - Crescimento em diâmetro e altura total aos quatro e cinco anos, em área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Delta).

Quanto as distribuições diamétricas a espécie *Ceiba speciosa*, demonstrou maior amplitude em sua distribuição, possuindo maior frequência entre as classes de dez a quinze centímetros, enquanto as demais espécies (*Bixa orellana*, *Schinus terebinthifolia*, *Pterogyne nitens*, *Pterygota brasiliensis* e *Handroanthus chrysotrichus*) apresentaram maior frequência nas classes de cinco centímetros (Figura 7).

Na área Delta todas as espécies apresentaram a forma de J-invertido e assimetria negativa com valores gama menores que um, assim como na área Alfa.

As espécies *Bixa orellana*, *Schinus terebinthifolia* e *Handroanthus chrysotrichus* apresentam pouca mudança no deslocamento de suas curvas de um ano para outro, por se tratar de uma área mais aberta em que a floresta restaurada ainda não alcançou o fechamento do dossel, as espécies de menor porte podem estar sofrendo maior competição com o capim colônio.



**Figura 7** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades quatro e cinco anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Delta).

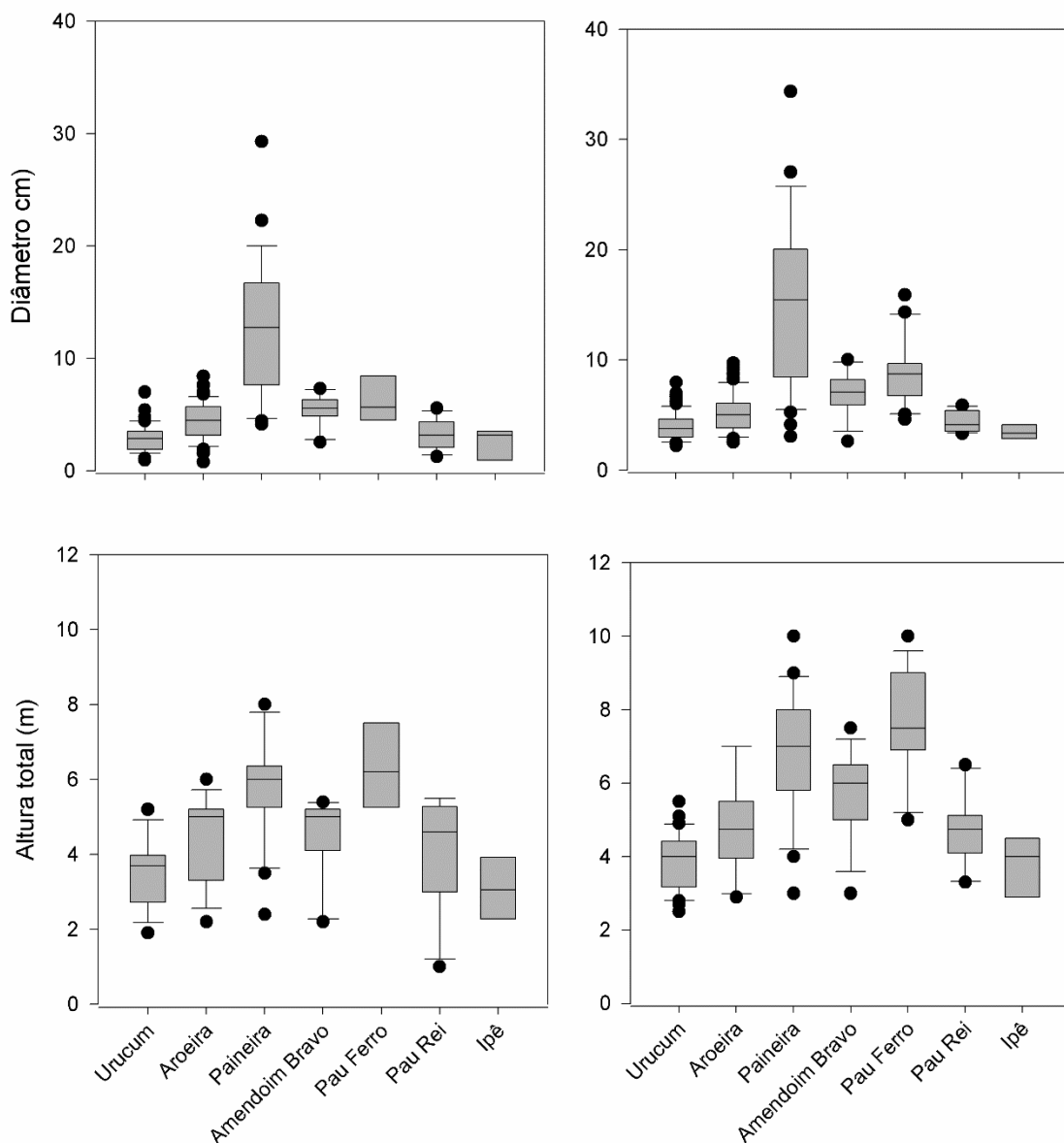
### 4.3 Área Charlie

Na área Charlie não foi encontrado nenhum indivíduo de *Inga vera*, por isso as comparações se darão para as outras sete espécies estudadas.

É possível observar que as espécies sofrem um agrupamento, atingindo medianas de diâmetro muito próximas entre si, exceto para *Ceiba speciosa* que alcançou mediana superior a dez centímetros aos cinco e seis anos. Não foi observado aumento significativo nas medianas quando comparamos as idades de cinco e seis anos, as espécies classificadas como clímaxes *Handroanthus chrysotrichus* e *Pterygota brasiliensis* sofreram diminuição das medianas nesta variável (Figura 8).

Como na área Delta, a espécie *Ceiba speciosa* apresentou o melhor desenvolvimento tanto em altura quanto em diâmetro, alcançando seus maiores valores de mediana nesta área, superando os valores encontrados na área Alfa, mesmo este sendo um plantio mais jovem, contrariando até o esperado pela literatura que afirma que essa espécie não tolera lençol freático superficial ou áreas de várzea (CARVALHO, 2006).

Para variável altura total é possível observar que as espécies *Caesalpinia ferrea* e *Ceiba speciosa* alcançam o dossel e as demais o sub-dossel obtendo medianas entre 3 a 5 metros de altura (Figura 8).



**Figura 8** - Crescimento em diâmetro e altura total aos quatro e cinco anos, em área de recomposição florestal, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Charlie).

As espécies *Ceiba speciosa* e *Pterogyne nitens* apresentaram maior amplitude diamétrica, possuindo maior frequência na classe de dez centímetro já *Bixa orellana*, *Schinus terebinthifolia* e *Caesalpinia ferrea*, apresentaram maior frequência na classe de cinco centímetros (Figura 9). Para as espécies *Handroanthus chrysotrichus* e *Pterygota brasiliensis* não foi possível ajustar a equação Weibull 3P.

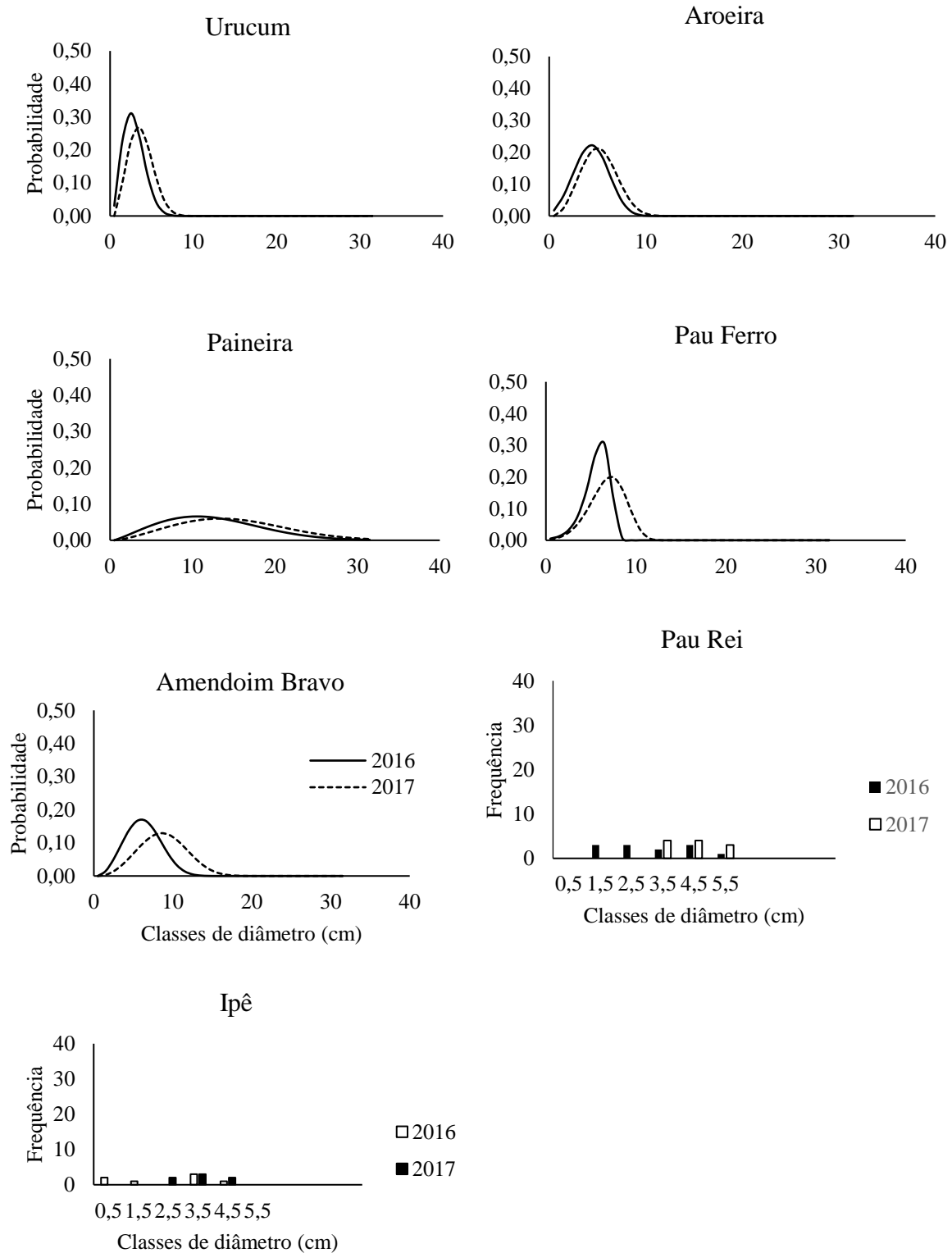
As distribuições diamétricas analisadas na área possuíram valor gama menor que um, assumindo a forma de J-invertido e assimetria negativa assim como nas áreas Alfa e Delta.

As espécies apresentaram pouca ou nenhuma mudança em suas distribuições diamétricas com o aumento da idade, principalmente *Bixa Orellana*, *Ceiba speciosa* e *Schinus terebinthifolia*, por se tratar de um plantio mais adensado, os resultados apontam que as espécies têm investido mais em altura do que em diâmetro.

Nascimento et al. (2012), ao comparar o desenvolvimento de espécies florestais em diferentes espaçamentos em área de recomposição florestal, perceberam que para todas as

espécies estudadas inclusive para *Schinus terebinthifolia*, há uma tendência de maior crescimento em diâmetro nos espaçamentos mais amplos, assim como já foi observado por outros autores, o diâmetro sofre influência direta do espaçamento, devido a disponibilidade de recursos ambientais, principalmente a luz (DANIEL et al., 1982; REIS & REIS 1993).





**Figura 9** - Probabilidade por classe de diâmetro de espécies nativas em área de recomposição florestal, nas idades quatro e cinco anos, no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro (área Charlie).

## 5. CONCLUSÕES

As espécies que obtiveram melhores valores medianas tanto em altura quanto em diâmetro foram *Inga vera* (pioneira) na área Alfa, e *Ceiba speciosa* (secundária) nas áreas Charlie e Delta.

As espécies *Bixa orellana* e *Schinus terebinthifolia* classificadas como pioneiras, apresentaram medianas de altura e diâmetro menores que as demais espécies nas três áreas do plantio contrariando a hipótese testada, o que pode ter ocorrido devido a essas espécies apresentarem muitas ramificações em todas as áreas do plantio e sendo afetadas pela competição por luz com o capim colônia.

O padrão de estratificação esperado em que as espécies pioneiras ocupam o dossel enquanto as secundárias e as climácicas ocupam o sub-dossel e o dossel, não foi observado em nenhuma área.

A área Charlie apresentou os menores deslocamentos das curvas de distribuição diamétrica com o aumento da idade, por essa área possuir o menor espaçamento entende-se que as espécies têm investido mais em crescimento em altura do que em diâmetro.

Por não terem sido consideradas características ecológicas das espécies na implantação do plantio, consequências como maior tempo para formação de uma floresta estratificada puderam ser observadas.

É recomendado o manejo das áreas, principalmente Charlie e Delta, no que diz respeito a implantação de espécies florestais de rápido crescimento e de boa densidade de copa, afim de propiciar condições para que as espécies secundárias e climácicas se desenvolvam.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A. N. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian Seasonal Tropics. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p.109-14, 1997.
- ANNUNCIADO, T. R.; AMICO, S. C.; SYDENSTRICKER, T. H. D. Utilização da fibra de paina (*chorisia speciosa*) como sorvente de óleo cru. Parte ii: caracterização da fibra x capacidade de sorção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS. Adaptada. Salvador, 3., 2005, Salvador. **Anais...**Salvador, 2005.
- ARAÚJO-JÚNIOR, C. A. A et al. Projeção de povoamento de eucalipto em diferentes amplitudes de classes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 45, n. 11, p. 1275-1281, 2010.
- ARCE, J. E. Modelagem da estrutura de florestas clonais de *populus deltoides* marsh, através de distribuições diamétricas probabilísticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 149-164, 2004.
- ARZOLLA, F. A. R. D. P et al. **Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica**. IFSP- Série Técnica: Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica, São Paulo, n. 44, p. 1-38, 2011
- BARRA, O. S. V; SANQUETTA, C. R; ARCE, J. E; MACHADO, S. A; CORTE, A. P. D. Proposta metodológica para o ajuste ótimo da distribuição diamétrica Weibull 3P. **Floresta**, Curitiba, v. 34, p. 387-393, 2004.
- BASTOS, C. B. **Recuperação de Áreas degradadas no Complexo Naval Guandu do Sapê, Rio de Janeiro, RJ**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas Costeiros e Marinheiros)-Universidade Santa Cecília, Santos, SP.
- BATISTA, F. L. J. **A função Weibull como modelo para distribuição de parâmetros de espécies arbóreas tropicais**. 1989. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz (ESALQ-USP). Piracicapa, SP.
- BELLOTTO, A et al. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. **Pacto pela restauração da mata atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**, v. 1, 2009.
- BETHAM, H et al. Habitat classification and the soil restoration assessment using analysis of soil microbiological and physicochemical characteristic. **Journal Applied Ecology**, v.29, p.711-718, 1992.
- BRANCALION, P. H. S et al. **Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração**. In: Martins, SV Restauração ecológica de ecossistemas degradados. v. 1.Viçosa-MG: UFV, 2012, p. 251-259.
- BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American Rain Forest Species in Light Sucessional Processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.
- CAMPOS, J. C. C; Leite, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. ed. Viçosa, MG, Ed. da UFV, 2013. 470 p.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica SubMontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009.

CARVALHO, E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica Embrapa Florestas, 2003. v. 1, n. 1, 1039 p.

CUNHA, U. S. **Série técnica e adaptada para atender ao módulo de dendrometria e inventário no curso técnico em manejo florestal**. Escola Agrotécnica Federal de Manaus. Manaus: EAFM, 2004. 52 p. Apostila.

CYSNEIROS, C. V et al. Distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Densa no sul do estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Floresta Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 1-10, 2017.

DALLA LANA, M et al. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa - Igarassu, PE. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 59-68, 2013.

DANIEL, T. W.; HELMS, J. A.; BACKER, F. S. **Princípios de silvicultura**. México: McGraw-Hill, 1982. 492 p.

FRAGOSO, O. R et al. Desenvolvimento de espécies arbóreas nativas em uma área reflorestada do corredor de biodiversidade, Santa Maria-PR. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 38, n. 6, p. 1003-1013, 2014.

FRANCO, C. F. O et al. **Urucuzeiro: agronegócio de corantes naturais**. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba. S.A., João Pessoa. 120 p.

FRAZÃO, F. J. **Avaliação das condições atuais da área plantada do programa mutirão reflorestamento do município do Rio de Janeiro**. 2011. p. 38. Monografia - (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.

GALINDO-LEAL & I. G. CÂMARA (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D. C. Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, 2003. 488p.

GANDOLFI, S; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability-Impermeability: Canopy trees as biological filters. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.

IBGE. **Mapa de Solos do Brasil**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\\_tematicos/mapas\\_murais/solos.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/solos.pdf).

IPLAN RIO. **Normas Climatológicas, a cada 3 décadas, das temperaturas, médias compensadas mensais, observadas na estação climatológica principal do Município do Rio de Janeiro**, no Aterro do Flamengo. Rio de Janeiro [200-]. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>. Acesso em: 16 setembro 2017.

JESUINO FAZ, A. L. O; VALLADARES-NETO. Angulação radicular mesiodistal de caninos permanentes em crianças com fissura unilateral completa de lábio e palato. **Revista Odontológica Brasil Central**, n 19, v. 51, p. 306, 2010.

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, n. 8. v. 25 p. 1-5, 1989.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. 1884, 1950. **World Maps of Köppen-Geiger Climate Classification**. Institute for Veterinary Public Health, Viena, Austria. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>.

LELES, P. S. S; NETO- OLIVEIRA, S. N. **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. 1 ed. Seropédica, RJ: EDUR-UFRRJ, 2015. 156 p.

LENHARD, N. R et al. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sobreamento. **Pesquisa. Agropecuária**. Tropical, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA, J. P. C; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativas e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20 n. 1 p. 70-79, 2013

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1 ed. Nova Odessa, SP: Plantaurum, 1992. 352 p.

MACHADO, S. A et al. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 759-768, 2006.

MACHADO, S. A et al. Projeção da estrutura diamétrica em uma Floresta Ombrófila Mista. **Brazilian Journal of Forestry and Environment**, v. 24, p. 0-0, 2017.

MACHADO, S. A et al. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 759-768, 2006.

MACHADO, S. A. et al. Modelagem da distribuição diamétrica de quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 1, p. 91-105, 2010.

MARCUZZO, S. B; ARAÚJO, M. M; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 129 - 140, 2015.

MELO, A. C. G; DURIGAN, G; KAWBATA, M. **Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em área de cerrado**. Assis, SP. Pesquisa em conservação e recuperação ambiental no Oeste paulista. p. 317-324, 2004.

MORAES, L. F. D et al. **Manual Técnico para restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 84 p.

MOURA, C. J. R et al. Monitoramento e avaliação da restauração florestal no estado do Rio de Janeiro: uma perspectiva governamental. In IV CBRA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, Rio de Janeiro, 2016.

MYERS, N et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

NASCIMENTO, D. F et al. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

NASCIMENTO, R. G. M et al. Modelo de projeção por classe diamétrica para florestas nativas, enfoque na função probabilística Weibull 3P. **Pesquisa floresta brasileira**, Colombo, v. 32, n. 70, p. 209-219, 2012.

OLEGÁRIO, S. L.; SANTOS, J. A. B. Prospecção tecnológica sobre o corante natural de urucum (*Bixa orellana* L.). **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 7, n. 4, p. 601-611, 2014.

OLIVEIRA, O. M. **Diferentes métodos de prognosticar a distribuição diamétrica em povoamentos clonais de eucalipto**. 2013. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES.

ORELLANA, E. et al. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 297–308, 2014.

PONDER, S. N et al. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography. **Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143 n. 1. p. 77-91, 2013.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. **Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, nº 1, 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa, MG: SIF/UFV, 1993. p. 161.

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.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. 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. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 203-215.

RUIZ-JAÉN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: How is it being measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577, 2005.

SANQUETTA, C.R. et al. Estimativa de volume em povoamentos jovens de restauração florestal em Rondônia. **Biofix Scientific Journal**. v. 2, n. 2, p. 23-31 2017.

SAUTTER, K. D. Meso (Acari e Collembola) e macrofauna (Oligochaeta) na recuperação de solos degradados In: Dias, L.E. & Melo, J.W.V. (eds) **Recuperação de áreas degradadas**. UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 197- 202, 1998.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393 p.

TÉO, S. J. et al. Modelagem da distribuição diamétrica de um fragmento de floresta ombrófila mista em Leblon Régis, SC. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 337–348, 2015.

VALLADARES-NETO, J; SANTOS, C. B; ESTRELA, C. Boxplot: um recurso gráfico para análise e interpretação de dados quantitativos. **Odontológica Brasil Central**, v. 26, n. 76, p. 1-6, 2007.

VASCONCELOS, C. F. B. **Atividade anti-hiperglicemiante oral e segurança de uso do extrato aquoso da casca de *Caesalpinia ferrea* Martius Ex Tul (Leguminosae) em ratos Wistar**. 2011. 163 p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

ZOU, X; GONZALES, G. Changes in Earthworm density and community structure during secondary succession in abandoned tropical pastures. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 29, n. 3/4, p. 627-629, 1997.