



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

**ARTUR BERNARDO SERAFIM DE CARVALHO**

**DETERMINAÇÃO DE IDADE ÓTIMA DE ESTABELECIMENTO DE PLANTIO DE  
RESTAURAÇÃO**

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2015



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

**ARTUR BERNARDO SERAFIM DE CARVALHO**

**DETERMINAÇÃO DE IDADE ÓTIMA DE ESTABELECIMENTO DE PLANTIO DE  
RESTAURAÇÃO**

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

Prof. Dr. EMANUEL JOSÉ GOMES DE ARAÚJO  
Orientador

SEROPÉDICA, RJ  
NOVEMBRO – 2015

**DETERMINAÇÃO DE IDADE ÓTIMA DE ESTABELECIMENTO DE PLANTIO DE  
RESTAURAÇÃO**

**ARTUR BERNARDO SERAFIM DE CARVALHO**

Monografia aprovada em \_\_\_\_\_ de novembro de 2015.

Banca Examinadora:

---

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

---

Prof. Dr. Marco Antonio Monte – UFRRJ  
Membro

---

Eng. Agrônoma Alessandra Tacilla Bittencourt – Cerne Serviços de Arborização LTDA.  
Membro

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus,  
Toda a minha família e  
Aos amigos ruralinos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força espiritual para a execução deste trabalho, além de proteção e saúde.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por me proporcionar experiências que serão levadas por toda a minha vida profissional, e um aprendizado fantástico.

Ao Professor Emanuel Araújo, por toda a amizade, paciência e por exigir sempre o máximo que podemos oferecer.

À empresa Cerne Serviços de Urbanização LTDA, que acreditou em mim e me proporcionou um enorme crescimento profissional durante todo meu estágio. A todos os funcionários que proporcionaram a realização desse projeto. Em especial, à Alessandra Bittencourt, por ter me dado um voto de confiança como estagiário e pelos ensinamentos técnicos e pessoais, ajudando-me a crescer como profissional e pessoa; ao Jô Vieira Ramos por ser um amigo e me ajudar nas medições mensais; e ao Antônio Carlos Sena por todo o suporte e apoio necessários.

À Embrapa Agroecologia pelo suporte a realização do experimento, em especial ao Dr. Alexander Silva Resende por toda orientação e apoio.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, me fazendo sempre acreditar que poderia alcançar mais; para eles digo que não paro por aqui.

À Beatriz Cardoso, por proporcionar momentos inesquecíveis, e por todo o apoio sem o qual não seria possível a realização desse trabalho.

À toda a galera ruralina que me acompanhou durante toda a minha graduação: Vocês são as melhores lembranças!

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento em altura e a sobrevivência de espécies para determinar a idade ótima de estabelecimento em plantio de restauração florestal. A área de estudo localiza-se no município de Seropédica, Rio de Janeiro. Consiste em um plantio de restauração florestal de 6,12 hectares na qual foram plantadas 40 espécies de mata atlântica. Nessa área foram instaladas seis parcelas de 20x30m, que foram medidas as alturas das mudas implantadas durante os dez primeiros meses, iniciados em agosto de 2014. Foram avaliados o crescimento médio em altura, o índice de estabelecimento, o estoque estabelecido e as projeções de crescimento e mortalidade em diferentes grupos ecológicos e para as espécies com maior densidade por estágio sucessional. De forma geral, as espécies classificadas como pioneiras e secundárias iniciais apresentaram uma maior mortalidade que as secundárias tardias e climácicas. A idade de manutenção deve ser calculada em cada projeto, e não se utilizar uma idade padrão pré estabelecida. A idade de estabelecimento do plantio foi por volta de dois a três anos de idade.

**Palavras-chaves:** Restauração florestal; crescimento florestal; mortalidade.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the height growth and survival of species to determine the optimal age establishment in planting forest restoration. The study area is located in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro. It consists of a forest restoration planting 6.12 hectares in which were planted 40 species of rainforest. In this area it was installed six plots of 20x30m, which were measured the heights of seedlings planted during the first ten months, beginning in August 2014. We evaluated the average height growth, the establishment of index, the stock established and growth projections and mortality in different ecological groups and for species with higher density by successional stage. Overall, the species classified as pioneers and early secondary had a higher mortality than late secondary and climax. The age of maintenance should be calculated for each project, and do not use a standard preschool set. The plantation establishment age was around two to three years old.

**Key-words:** Forest restoration; forest growth; mortality.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	12
2.1 A Fragmentação do Bioma Mata Atlântica.....	12
2.2 Plantios de Restauração Florestal.....	12
2.3 Escolhas de Espécies Para Restauração Florestal .....	14
2.4 Fatores Que Afetam no Crescimento e Mortalidade.....	15
2.5 Sucessão Ecológica e Monitoramento dos Plantios .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
3.1 Caracterização do Plantio e Coleta de Dados .....	19
3.2 Análise Descritiva .....	21
3.3 Modelagem do crescimento em altura e mortalidade .....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	31
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	32



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribuição das mudas em linhas alternadas .....	14
<b>Figura 2:</b> Mapa de localização da área de estudo com as unidades amostrais .....	19
<b>Figura 3:</b> Evolução percentual das mudas nas diferentes categorias no plantio de restauração .....	25
<b>Figura 4:</b> Estabelecimento das mudas durante o período de estudo.....	26
<b>Figura 5:</b> Distribuição lognormal da quantidade de mudas por classe de altura no 1 <sup>o</sup> , 5 <sup>o</sup> e 10 <sup>o</sup> mês de medição.....	26
<b>Figura 6:</b> Variação da média de altura ao longo do tempo e equação linear ajustada para prever esse crescimento de altura.....	27
<b>Figura 7:</b> Variação do índice de estabelecimento no primeiros meses de plantio e modelo linear de previsão ajustado .....	27
<b>Figura 8:</b> Projeção da sobrevivência via Modelo de Pienaar em diferentes espaçamentos (A), por grupo ecológico (B) e por espécie selecionadas (C).....	30

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Algumas das espécies sugeridas pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro para projetos de restauração florestal em área de Mata Atlântica (MORAES, 2013)... 15
- Tabela 2:** Principais características diferenciadas dos grupos ecológicos de espécies arbóreas (adaptada de FERRETI, 2002) ..... 16
- Tabela 3:** Lista de espécies utilizadas no experimento, e sua classificação segundo grupo ecológico..... 20
- Tabela 4:** Descrição das categorias de classificação das mudas ao longo das medições ..... 21
- Tabela 5:** Caracterização do total de covas mensuradas e a taxa de mortalidade das plantas nos primeiros 10 meses de plantio..... 24
- Tabela 6:** Classificação das plantas nas classes hipsométricas adaptadas de Scolforo e Mello (2006) e caracterização quantitativa no quesito altura ..... 24
- Tabela 7:** Densidade das classes de estabelecimento por hectare e características quantitativas dos índices de estabelecimento, estoque, o estoque estabelecido e o estoque real ao longo dos 10 meses de medição..... 25
- Tabela 8:** Coeficientes de ajuste para o modelo de Pienaar para altura nos diferentes grupos de plantas em plantio de restauração florestal no município de Seropédica - RJ.. 28

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a degradação dos solos, dos recursos hídricos e o aquecimento global, tem atraído a atenção de governantes, empresários e a sociedade (MORAES; CAMPELLO; FRANCO, 2010). Os danos aos ecossistemas, como degradação ambiental, desmatamento, baixa da biodiversidade ainda podem ser, pelo menos parcialmente, revertidos por meio da restauração florestal (CLEWELL; RIEGER; MUNRO, 2005). O objetivo principal da restauração florestal é a reconstrução de florestas que tenham a capacidade de se autoperpetuar, ou seja, florestas biologicamente viáveis e independentes das intervenções humanas. De forma geral, as iniciativas de restauração de florestas tropicais visam o cumprimento da legislação ambiental, o restabelecimento de serviços ecossistêmicos e a proteção de espécies nativas locais (TABARELLI et al., 2010).

Um das maiores dificuldades enfrentadas nos plantios de restauração florestal são os fatores que podem impedir o estabelecimento das plantas no campo devido aos estresses lumínico, térmico, nutricional ou biológico (LARCHER, 2006). Para aumentar o grau de sucesso de sistemas de recuperação de áreas degradadas, as práticas silviculturais visam reduzir ou eliminar essas condições de estresse impostas pelo ambiente (IANNELLI-SERVIN, 2007).

Tratos culturais como o coroamento e a roçada visam auxiliar as espécies florestais plantadas em relação à disponibilidade de recursos e mitigar o estresse supracitado. O preparo do solo adequado, o controle da matocompetição e de pragas florestais, assim como adubações complementares, contribuem para o sucesso de implantação da floresta restaurada (STAPE et al., 2006).

A necessidade de atualizar os métodos e práticas silviculturais do plantio fazem com que com que o monitoramento ambiental seja uma etapa essencial em todo processo de restauração ecológica. Isso permite analisar continuamente como a área reflorestada está reagindo aos tratamentos que lhe são impostos. Contudo, pouca importância tem sido dada a esse monitoramento, havendo hoje uma grande lacuna a ser preenchida pela pesquisa e os trabalhos técnicos (BRANCALION et al., 2012).

Para o estado do Rio de Janeiro, a resolução do INEA PRES N° 36 de 08 de julho de 2011, determina, no artigo primeiro, a aprovação do termo de referência para a realização de qualquer projeto de recuperação de área degradada no Rio de Janeiro. Quanto à manutenção e monitoramento, esta resolução diz: "A manutenção e o monitoramento deverão ser planejados para serem realizado até o estabelecimento total do projeto, que ocorrerá quando as espécies invasoras tenham sido dominadas pelas espécies nativas, com o adequado recobrimento do solo e o processo de regeneração natural possa ocorrer sem novas intervenções antrópicas."

O problema consiste em determinar o tempo necessário para que as plantas utilizadas no plantios estejam totalmente estabelecidas, podendo esse tempo variar de acordo com as condições de plantio e do tipo de trato cultural aplicado. Atualmente, a resolução n° 36 do INEA, define que a manutenção deve ocorrer até quando as espécies invasoras tenham sido dominadas pelas espécies nativas, com adequado recobrimento do solo e o processo de regeneração natural possa ocorrer sem mais intervenções antrópicas.

Devido a variável altura retratar o crescimento das plantas, ela também pode ser uma alternativa fácil a ser utilizada para determinar o tempo de manutenção e monitoramento até o estabelecimento final do projeto, uma vez que hoje não é utilizado nenhum método quantitativo para essa avaliação.

Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento em altura e a sobrevivência de espécies para determinar a idade ótima de estabelecimento em plantio de restauração florestal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A fragmentação do bioma mata atlântica

Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica se destaca pelos altos índices de diversidade e endemismo, com aproximadamente 8.000 espécies endêmicas (GIULIETTI e FORERO, 1990; MNEELY et al., 1990). Cobrindo ampla variação de zonas climáticas e formações florestais, de tropicais a subtropicais, a Mata Atlântica estende-se em latitudes entre 4° a 32°S. Apresenta variações abruptas de temperatura, profundidade de solos e elevações de até 2.900m ao nível do mar (MANTOVANI, 2003). O bioma Mata Atlântica é um dos mais ameaçados do mundo devido a conversão em áreas urbanas, rurais e agrícolas, causando a sua fragmentação (MITTERRMERMEIER et al., 1999). Esse processo ocorreu desde a colonização europeia no Brasil (DEAN 1996).

A sua área original era de 1.110.182 Km<sup>2</sup>, corresponde 13,04% do território brasileiro. Atualmente, existe menos de 10 % da área original em grande parte fragmentada (IBF, 2014). No estado do Rio de Janeiro, os remanescentes do bioma Mata Atlântica estão localizados nas regiões Sul e serrana, principalmente, em áreas protegidas como a Reserva Biológica do Tinguá e o Parque Estadual do Desengano (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2001). Atualmente, as formações florestais remanescentes na maioria dos casos é formada por fragmentos florestais, pequenos, isolados e perturbados, comprometendo funções ambientais dessas áreas e gerando prejuízos socioambientais (COSTA; CLEMENTE, 2009).

O desenvolvimento das cidades e crescimento populacional junto com a expansão urbana descontrolada, a industrialização e as migrações tem levado a destruição da mata. Essa relação entre o desmatamento da Mata Atlântica e o crescimento populacional é, no entanto, pouco clara. A derrubada de florestas para o desenvolvimento urbano ou agrícola não melhorou necessariamente a qualidade de vida das populações (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2005).

Todos estes fatores, aliados a intensificação do processo de fragmentação florestal nos últimos anos, coloca o bioma Mata Atlântica em um cenário que a maioria de suas espécies vegetais são ameaçadas de extinção (TABAARELLIE et al., 2003). O fato de não sabermos exatamente o papel de cada espécie e como ela participa do equilíbrio ecológico pode levar a extinção dessas espécies para a biodiversidade e para o próprio homem (BARBIERI, 2012).

Atualmente, o maior problema do estado do Rio de Janeiro não é o desmatamento de grandes áreas e seus efeitos em escalas maiores na fauna e na flora. A maior preocupação é em relação a supressão de fragmentos florestais, com áreas inferiores a três hectares, principalmente para a construção civil destinada a residências e indústrias (HOSOKAWA, BRAND e CUNHA, 1998).

A perda de habitats em função da fragmentação, é a principal causa da diminuição da biodiversidade pelo mundo, pois causa alterações nas estruturas das comunidades, facilitando a entrada de espécies invasoras e podendo causar um aumento na mortalidade pela diminuição da interações entra as plantas e seus polinizadores (FAHRIG, 2013).

### 2.2 Plantios de restauração florestal

A restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído, com o objetivo de reverter, pelo menos parcialmente, o dano causado aos ecossistemas florestais, no que se refere a desmatamentos (CLEWELL, RIEGAR e MUNRO, 2005). A Restauração florestal pode ser definida, também, como o ato de tentar reverter a situação em locais aonde a vegetação local foi suprimida, por meio de processos de recuperação florestal e, assim, restaurar o

ecossistema local no que se refere à flora (GONÇALVES et al., 2005; ZÔMPERO et al., 2008).

O objetivo da restauração é reencontrar a integridade e estabilidade biológica para um sistema degradado (ANGEL e PARROTTA, 2003). Uma importante ferramenta para a restauração de áreas degradadas é o plantio de espécies arbóreas nativas servindo como catalisadores para a sucessão ecológica (PARROTTA et al., 1997). As escolhas dessas espécies em plantios de restauração garantem a estabilidade do ecossistema (HOSOKAWA, BRAND e CUNHA, 1998) e exercem, entre outras funções, a de atrair a fauna dispersora através da utilização de espécies zoocóricas (HOLL et al., 2000, REIS e KAGEYAMA, 2003; SILVA, 2003).

A prática do reflorestamento exige uma análise da área e das principais variáveis que possam vir a afetar o desenvolvimento e o crescimento das espécies selecionadas para reflorestar. Essa análise inclui pesquisas sobre clima da região, condições de solo e do relevo e da vegetação (PIRES, 2009; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). A partir dessas informações é que são definidos os parâmetros a serem adotados, tais como o espaçamento, o modelo de regeneração, a escolha e distribuição de espécies, além dos tratamentos culturais a serem adotados e o controle de formigas e espécies daninhas (PIRES, 2009). Em alguns casos, em especial nas pastagens, somente a interferência humana pode reverter essas áreas novamente em florestas (FLORENTINE e WESTBROOKE, 2004). Para o sucesso desses restabelecimentos é necessário a aplicação, simultânea, de princípios ecológicos e práticas silviculturais sustentáveis (KNOWLES e PARROTTA, 1995).

Os projetos de restauração florestal podem ser classificados em:

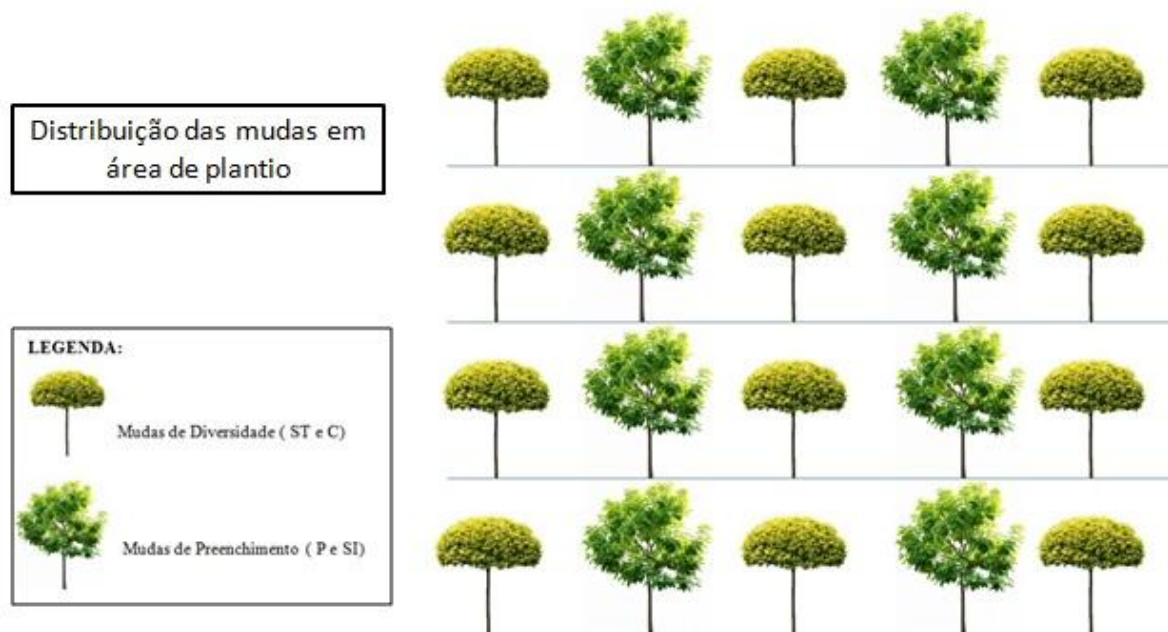
- Modelo de condução da regeneração natural: a revegetação é obtida naturalmente através do banco de sementes e outros propágulos presentes na área (raízes, bulbos e afins), pelo vento, precipitação ou outros meios de propagação (CARVALHO, 2004). Nesse modelo deve haver um controle para que as espécies nativas sejam favorecidas, ou seja deve haver manutenção na condução do projeto (TNC, 2013).
- Modelo de recuperação de solo: consiste na recuperação do solo através de um primeiro plantio de espécies de adubação verde, em área devidamente preparada antes do plantio com espécies nativas de fato (TNC, 2013).
- Modelo de plantio de adensamento: é o plantio de espécies de grupos ecológicos iniciais geralmente em grandes clareiras e bordas de fragmentos, com o intuito de evitar a expansão de espécies invasoras e favorecer o desenvolvimento de espécies climáticas por meio de sombreamento (BRANCALION et al., 2009).
- Modelo de plantio de enriquecimento: é a introdução de espécies de um estágio sucessional mais avançado em áreas com baixa diversidade de espécies (SABOGAL et al., 2006).
- Modelo de plantio de mudas em área total: é o modelo mais utilizado, visando a aceleração da sucessão da vegetação em curto e médio prazo. Esse método consiste no plantio de mudas em toda a extensão da área a ser recuperada (BOTELHO; DAVIDE, 2002). É o mais indicado em áreas onde o estado de degradação é muito avançado e a regeneração natural é baixa ou nula (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

Por fornecer uma elevada densidade inicial de plantas esse método é um dos mais utilizados (LACERDA; FIGUEIREDO, 2009; SMITH, 1986). Nele as mudas já estão formadas e são plantadas em condições melhores de luminosidade, espaçamento e adubação. Além disso, o melhor controle sobre os tratamentos silviculturais possibilita a restauração mais eficiente e rápida da floresta (TNC, 2013).

A distribuição sistemática de mudas de todos os estágios sucessionais, leva ao alcance de melhores resultados, mesmo que a baixa disponibilidade de diversidade de mudas e a escassez de recursos financeiros possam representar uma das maiores dificuldades de atingir

as metas estabelecidas (ALVARENGA, 2004). O acúmulo de conhecimento nas áreas da ecologia florestal também tem promovido um avanço nas técnicas pela restauração ecológica (KAGEYAMA; GANDARA, 2005).

No modelo de plantios em área total, recomenda-se a combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e/ou climácicas) em linhas alternadas (Figura 1). Para a implantação dessas linhas, a lista de espécies nativas regionais é dividida em dois grupos funcionais: grupo de preenchimento (pioneiras e secundárias iniciais) e grupo de diversidade (secundárias tardia e clímax) (NAVE, 2005).



**Figura 1:** Distribuição das mudas em linhas alternadas

### 2.3 Escolhas de espécies para restauração florestal

As espécies escolhidas para plantios de restauração florestal devem ser, preferencialmente, espécies da região, uma vez que estas já estão mais bem adaptadas as características locais como clima, polinizadores e dispersores. Essa definição é de extrema importância para o sucesso do projeto de restauração (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). A tolerância a predadores é outra característica que as espécies regionais apresentam e que aumentam a probabilidade de sucesso reprodutivo e de regeneração natural, justificando assim essa preferência (TNC-NBL, 2014).

A pouca disponibilidade pelos viveiros de mudas e a alta concentração dos viveiros no estado de Minas Gerais e São Paulo, é um fator limitante para a definição das espécies que serão utilizadas em projetos de recuperação de Mata Atlântica. Isso contribui para a não regionalidade das sementes e das mudas produzidas. Mesmo assim, deve-se recorrer a literatura e principalmente nos remanescentes florestais próximos para definir as espécies a serem utilizadas (BRANCALION et al., 2009).

Ainda sobre a escolha das espécies (Tabela 1), deve-se considerar qual o grupo ecológico a espécie pertence (pioneira, secundária inicial, secundária tardia ou clímax), a sua classificação de plantio (espécies de preenchimento ou diversidade), além da disponibilidade de mudas e sementes. O conhecimento da variação da composição das espécies em um local de referência ao longo do tempo permitirá a escolha correta com base na classificação de

plantio. Esse conhecimento é imprescindível para o sucesso em projetos de restauração ecológica (PILON; DURIAN, 2013).

No que se refere a proporção de mudas, recomenda-se que metade das mudas selecionadas façam parte das espécies classificadas como preenchimento, que são as pioneiras e secundárias iniciais. A outra metade deve fazer parte do grupo de diversidade que são as secundárias tardias e climáticas. Além disso, é importante que cada um desses grupos apresente o número de espécies mais similar possível para evitar muitas mudas de poucas espécies (TNC, 2013).

**Tabela 1:** Algumas das espécies sugeridas pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro para projetos de restauração florestal em área de Mata Atlântica (MORAES, 2013)

<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Grupo Ecológico</b>
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Pioneira
Amendoim Bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Secundária Inicial
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i>	Secundária Inicial
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pioneira
Babosa Branca	<i>Cordia superba</i>	Secundária Tardia
Canafístula	<i>Cassia ferruginea</i>	Secundária Inicial
Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	Pioneira
Castanha do Maranhão	<i>Bombacopsis glabra</i>	Secundária Tardia
Grumixama	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Pioneira
Guapuruvu	<i>Schyzolobium parahyba</i>	Secundária Inicial
Imbiruçu	<i>Eriotheca candolleana</i>	Pioneira
Ipê Amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Secundária Tardia
Ipê Roxo	<i>Tabebuia avellanadae</i>	Clímax
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>	Clímax
Jacarandá da Bahia	<i>Dalbergia miscolobium</i>	Pioneira
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Secundária Tardia
Mulungu	<i>Erythrina speciosa</i>	Secundária Inicial
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pioneira
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	Secundária Inicial
Pau D'alho	<i>Crataeva tapia</i>	Secundária Inicial
Pau Ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Secundária Inicial
Pau Formiga	<i>Triplaris brasiliana</i>	Secundária Inicial
Pau Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Secundária Inicial
Pau Viola	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Secundária Inicial
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Secundária Tardia
Sabão de Soldado	<i>Sapindus saponaria</i>	Pioneira
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pelthophoroides</i>	Pioneira
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Pioneira
Vinhático	<i>Platymenia foliolosa</i>	Clímax
Ipê Branco	<i>Tabebuia roseoalba</i>	Secundária Tardia

## 2.4 Fatores que afetam no crescimento e mortalidade

Espécies pioneiras tendem a apresentar crescimento acelerado em relação a espécies de outros grupos ecológicos. Esse crescimento se deve a sua baixa tolerância a sombra e seu elevado desenvolvimento nos primeiros anos de vida (BROKAW, 1985).

Na Tabela 2 estão apresentadas as principais características que diferenciam os grupos ecológicos de espécies arbóreas, no quesito crescimento, tolerância a sombra, regeneração,

características dos frutos e sementes, tempo até a primeira reprodução e o tempo de vida (FERRETI, 2002).

**Tabela 2:** Principais características diferenciais dos grupo ecológicos de espécies arbóreas (adaptada de FERRETI, 2002)

<b>Características</b>	<b>Pioneiras</b>	<b>Secundárias Iniciais</b>	<b>Secundárias Tardias</b>	<b>Climácicas</b>
Crescimento	Muito rápido	Rápido	Médio	Lento ou Muito Lento
Tolerância a Sombra	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante no estágio Juvenil	Tolerante
Regeneração	Banco de Sementes	Banco de Plântulas	Banco de Plântulas	Banco de Plântulas
Frutos e sementes	Pequeno	Médio	Pequeno à médio - sempre leve	Grande e pesado
Reprodução (anos)	Prematura (1 a 5)	Prematura (5 a 10)	Relativamente tardia (10 a 20)	Tardia (mais de 20)
Tempo de vida (anos)	Muito curto (aprox. 10)	Curto (10 a 25)	Longo (25 a 100)	Muito longo (>20)

Os principais fatores que afetam o crescimento inicial da planta são: luz, temperatura, água e as condições edáficas (FERREIRA et al., 1977; AGUIAR & BARBEDO 1996). Esses fatores ambientais não atuam de forma isolada sobre a planta, contudo a luz é fundamental como fonte direta de energia para o desenvolvimento de todos vegetais (ENGEL & POGGIANI, 1990). Segundo LELES et al. (1998), em plantios mais adensados os efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas são acentuados e há um aumento da competição entre espécies por nutrientes, água, luz e espaço. Espera-se que espécies classificadas com pioneiras apresentem um crescimento maior no estágio inicial de plantio em relação as mudas classificadas como secundárias iniciais e clímax (LELES et al., 2011; GANDOLFI et al., 1995).

Cada espécie tem exigências próprias para o seu desenvolvimento e, a intensidade de luz que chega ao indivíduo é especialmente importante para o seu crescimento e desenvolvimento (POGGIANI et al., 1992). A temperatura exerce grande influência nas atividades fisiológicas de todos os seres vivos, pois controla as taxas de reações metabólicas das células. Em vegetais, que são seres sésseis as adaptações às variações de temperatura devem ser rápidas e eficientes para garantir a sua sobrevivência (BROWSE, XIN, 2001). A água se destaca como fator por constituir o tecido vegetal, representando de 80 a 95% da massa fresca em plantas herbáceas e cerca de 50% em plantas lenhosas, participando assim do metabolismo vegetal, translocação e transporte de solutos, na abertura e fechamento dos estômatos, na turgescência e na penetração radicular (TAIZ & ZEIGER, 2004). As condições edáficas do local do projeto também são importantes pois a perda de nutrientes essenciais, a compactação do solo e a biota do solo são fatores que estão diretamente ligados ao estabelecimento de mudas florestais (LALIBERTE et al., 2008).

## 2.5 Sucessão ecológica e monitoramento dos plantios

Para se trabalhar com restauração de áreas degradadas o conhecimento sobre sucessão ecológica é fundamental (BOBATO et. al., 2008). A sucessão vegetal, refere-se à variação da composição das espécies em um local, ao longo do tempo, de maneira gradativa até que a comunidade alcance uma composição final ou clímax (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA,



2013). É composta por uma sequência de mudanças que ocorrem no ecossistema, resultante de alterações no ambiente físico pela comunidade biológica, tendo como ápice algum tipo de comunidade clímax (MIRANDA, 2009). Para classificar as espécies em grupos ecológicos o principal critério é a sua tolerância a sombra. As espécies classificadas como pioneiras são as que estão adaptadas a uma condição de maior luminosidade, elas colonizam a área crescendo rapidamente e fornecendo o sombreamento necessário para o desenvolvimento e estabelecimento de espécies de outros grupos sucessionais (MARTINS, 2011). Essas espécies pioneiras depois tendem a ir desaparecendo com o tempo, deixando a área recuperada com características bem diferentes, tanto na aparência como na composição de espécies, do plantio e das instalações iniciais (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

Sendo assim, nos projetos de recuperação de áreas degradadas é fundamental a utilização de uma combinação de espécies em diferentes estágios sucessionais (ARONSON; DRIGAN; BRANCALION, 2011). Além disso, deve-se realizar o monitoramento e aplicar técnicas que favoreçam o desenvolvimento e o estabelecimento do plantio.

Com o objetivo de garantir a sobrevivência à competição com as gramíneas, a manutenção mínima que deve ocorrer em áreas de restauração é coroamento, por mais ou menos 2 anos após o plantio ou até quando as mudas ultrapassaram a altura do capim (DURIGAN et. al, 2011). O coroamento deve ser realizado manualmente com auxílio de enxada, com um raio mínimo de 50 cm ao redor da muda ou indivíduo regenerante, com o intuito de diminuir a competição por luz e água. Após as plantas superarem a altura de 50 cm pode-se utilizar produtos químicos, com o devido cuidado, no controle das ervas daninhas (TNC-NBL, 2014). As capinas devem ser realizadas manualmente ou com herbicidas por até 30 meses após o plantio ou até que o solo esteja totalmente coberto por sombra. Serão realizadas de 2 a 3 vezes o coroamento nesse espaço de tempo (NBL, 2013).

As formigas cortadeiras são consideradas as principais pragas florestais (BOTELHO; DAVIDE, 2012), pois causam danos principalmente nas plantas mais jovens. O controle eficaz delas, principalmente as dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), determinam o sucesso do projeto de recuperação da área degradada (DURIGAN et al., 2011; TNC-NBL, 2014). O uso de iscas granuladas a base de sulfluramida ou fipronil, é o método mais utilizado para o controle de formigas cortadeiras, tanto no plantio de espécies nativas como no plantio de espécies exóticas. O motivo para que essas iscas sejam as mais populares é pela baixa toxicidade, a facilidade de aplicação e pela elevada taxa de eficiência (TNC-NBL, 2014). Para que o controle utilizando as iscas seja efetivo, ele deve ser feito 30 dias antes do plantio, e se necessário continuar com controle durante o plantio (5 dias antes e 5 dias depois). Também, deve-se efetuar o controle junto com a manutenção de acordo com intensidade de manutenção (TNC-NBL, 2014).

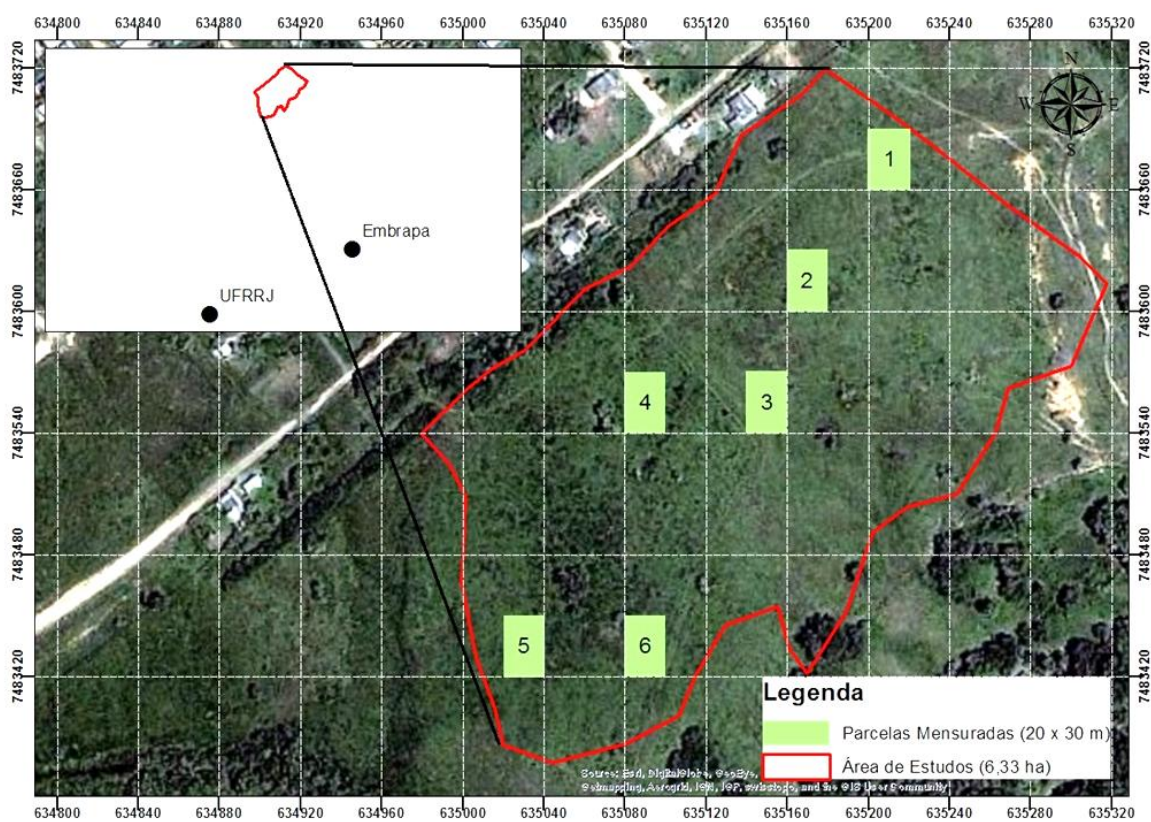
Normalmente os solos de áreas degradadas não oferecem as condições mínimas para o desenvolvimento vegetal. Sendo assim, a fertilidade do solo é importante, pois ela irá determinar a capacidade que ele tem de doar nutrientes para as plantas (NAVE et al., 2009). É recomendável que se faça uma análise solo para mensurar as deficiências que ele apresenta e assim corrigi-las antes do plantio (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). A necessidade que as plantas têm de um solo com boa aeração e porosidade, além de disponibilizar os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, dificilmente são vistas em áreas degradadas. Por isso, há a necessidade de corrigir algumas dessas características, sejam elas físicas ou químicas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). Dentre as técnicas utilizadas, as principais são a adubação no plantio e de cobertura, podendo-se utilizar adubos orgânicos ou químicos (BARBOSA, 2006). Normalmente, em projetos de recuperação são utilizadas formulações com elevado teor de fósforo, por exemplo a mistura de N:P:K 06:30:06. O adubo deve ser misturado previamente no solo, antes do plantio (TNC-NBL, 2014).

Normalmente, o tempo de monitoramento dos plantios de restauração é de no mínimo de 48 meses após o plantio. O tempo necessário para o estabelecimento dos plantios de restauração também considera o momento que este não dependerá mais de ações antrópicas para o seu desenvolvimento. Além disso, o monitoramento e manutenção devem ser feitos até que as espécies invasoras tenham sido dominadas pelas espécies nativas. Entretanto, geralmente não se considera o porte das plantas quanto a sua altura. Plantas estabelecidas possuem maior resistência aos fatores adversos e a variável altura é uma característica que deve ser considerada no tempo de monitoramento. Indicadores quantitativos são parâmetros descritores da área em processo de restauração e desenvolvimento em altura das mudas é um processo que deve ser acompanhado com o decorrer do tempo, sendo que o mesmo é essencial para tomada de decisões (OLIVEIRA et al., 2010).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do plantio e coleta de dados

Este estudo foi desenvolvido em uma área de reflorestamento, situado nos limites da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, Rio de Janeiro (Figura 2). O clima da região é quente e úmido e, segundo Köppen, é do tipo Aw, caracterizado por apresentar o inverno seco e estação chuvosa no verão. A média pluviométrica anual é de 1.250 mm. As temperaturas médias mensais variam de 16°C (junho a julho) a 32°C (janeiro a março); e umidade relativa média anual é de 73%. Apesar das chuvas se concentrarem na primavera e no verão, é comum ocorrer veranicos (estiagens prolongadas) em janeiro e fevereiro. Por sua vez, no inverno, podem ocorrer precipitações elevadas, acima das médias registradas.



**Figura 2:** Mapa de localização da área de estudo com as unidades amostrais

O processo para o início do plantio, começou com a abertura dos aceiros internos e externos, seguidos pela primeira roçada. As covas foram abertas seguindo as curvas de nível do terreno com um espaçamento de 2,0 x 2,0 m, totalizando 2.500 covas por hectare. Os berços foram adubados com fosfato natural (150 g/cova) e condicionador de solo (500 g/cova), onde ambos apresentam em sua composição o elemento cálcio, suficiente para o desenvolvimento do vegetal, e hidrogel com o objetivo de manter a umidade no solo. As mudas tinham um porte mínimo inicial de 0,50 cm e foram distribuídas por linha de plantio de acordo com sua classificação sucessional. Foram utilizadas 40 espécies nativas da região (Tabela 3). Durante o plantio foram feitas banquetas nas mudas com o intuito de aumentar a absorção de água pelo solo na região mais próxima a raiz da muda e coroamento com 1m<sup>2</sup> para diminuir o efeito da mata competição.

**Tabela 3:** Lista de espécies utilizadas no experimento, e sua classificação segundo grupo ecológico

<b>Nome Vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Grupo Ecológico</b>
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	Pioneira
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	Secundária
Amendoim Bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Secundária Inicial
Angico	<i>Anadenanathera peregrina</i>	Pioneira
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i>	Secundária Inicial
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pioneira
Babosa Branca	<i>Cordia superba</i>	Secundária Tardia
Bico de Pato	<i>Machaerium nycitans</i>	Secundária Tardia
Canafístula	<i>Cassia ferruginea</i>	Secundária Inicial
Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	Pioneira
Castanha do Maranhão	<i>Bombacopsis glabra</i>	Secundária Tardia
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Pioneira
Grumixama	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Pioneira
Guapuruvu	<i>Schyzolobium parahyba</i>	Secundária Inicial
Imbiruçu	<i>Eriotheca candolleana</i>	Pioneira
Ingá G	<i>Inga edulis</i>	Pioneira
Ingá P	<i>Inga uruguensis</i>	Pioneira
Ipê Amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Secundária Tardia
Ipê Roxo	<i>Tabebuia avellanadae</i>	Clímax
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>	Clímax
Jacarandá da Bahia	<i>Dalbergia miscolobium</i>	Pioneira
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Secundária Tardia
Mulungu	<i>Erythrina speciosa</i>	Secundária Inicial
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pioneira
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	Secundária Inicial
Pau D'alho	<i>Crataeva tapia</i>	Secundária Inicial
Pau Ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	Secundária Inicial
Pau Formiga	<i>Triplaris brasiliiana</i>	Secundária Inicial
Pau Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Secundária Inicial
Pau Viola	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Secundária Inicial
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Secundária Tardia
Sabão de Soldado	<i>Sapindus saponaria</i>	Pioneira
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pelthophoroides</i>	Pioneira
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Pioneira
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Pioneira
Vinhático	<i>Platymenia foliolosa</i>	Clímax
Ipê Branco	<i>Tabebuia rosealba</i>	Secundária Tardia

Após um mês de plantio, foram iniciadas as coleta de dados. Alocaram-se 6 unidades amostrais de 600 m<sup>2</sup> (20 x 30 m) e, nestas, fez-se a mensuração da altura total de todas as plantas, utilizando vara graduada, além da identificação das espécies. As medições de altura foram realizadas mensalmente, até o décimo mês de idade, totalizando dez medições.

Em cada uma delas as plantas foram classificadas em diferentes categorias adaptadas de estudo realizado por Scolforo e Mello (2006) de acordo com a Tabela 4. Aonde as plantas com altura menor do que 0,30 metros são classificadas como recrutas, as com altura entra 0,30 e 1,5 metros são classificadas como não estabelecidas e as com altura maior que 1,5 metros denominadas estabelecidas.

**Tabela 4:** Descrição das categorias de classificação das mudas ao longo das medições

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
Morta	Plantas que morreram ao longo do tempo
Recruta	$h < 0,30\text{m}$
Não Estabelecida	$0,30\text{m} \leq h < 1,50\text{m}$
Estabelecida	$h \geq 1,50\text{m}$

### 3.2 Análise Descritiva

Foram estimados os índices de estabelecimento, de estoque e o estoque real que retratam o desenvolvimento e estabelecimento das plantas ao longo do tempo. Para isso, considerou-se que ao longo do tempo, a cada 5 mudas classificadas como não estabelecidas, 4 (80%) tornam-se estabelecidas, ou seja, o valor de npn (número de regenerações estabelecidas, que equivalem a uma regeneração não estabelecida) igual a 0,8.

#### Densidade de regenerações estabelecidas por hectare (DE)

$$DE = \frac{10.000}{A} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

em que:

A=área da unidade amostral em m<sup>2</sup>;

n=número total de unidades amostrais;

e<sub>i</sub>=número total de regenerações estabelecidas na i-ésima unidade amostral;

#### Densidade de regenerações não estabelecidas por hectare (DNE)

$$DNE = \frac{10.000}{A} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{n}$$

em que:

u<sub>i</sub>=número total de regenerações não estabelecidas na i-ésima unidade amostral;

#### Densidade de regenerações recrutadas por hectare (DR)

$$DR = \frac{10.000}{A} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}$$

em que:

r<sub>i</sub>=número total de regenerações recrutadas na i-ésima unidade amostral;

#### Média ponderada das alturas ( $\bar{h}$ )

$$\bar{h} = \frac{H \cdot e + \sum_{i=1}^n \bar{h}_i u_i}{e + u}$$

em que:

H=altura mínima das regenerações estabelecidas (1,50 m);

e=número total de regenerações estabelecidas;

$\bar{h}_i$ =média das alturas das regenerações não estabelecidas na i-ésima unidade amostral;

u<sub>i</sub>=número total de regenerações não estabelecidas na i-ésima unidade amostral;

u=número total de regenerações não estabelecidas;

### Índice de estabelecimento ( $I_1$ )

$$I_1 = \frac{\bar{h}}{H}$$

### Índice de estoque ( $I_2$ )

$$I_2 = \frac{\frac{10.000}{\text{a.u.}}}{n} \cdot \left( \sum_{i=1}^n u_i \cdot npn + e \right)$$

em que:

npn=número de regenerações estabelecidas, que equivalem a uma regeneração não estabelecida;

### Estoque estabelecido ( $E_e$ )

$$E_e = I_1 \cdot I_2$$

## 3.3 Modelagem do crescimento em altura e mortalidade

O crescimento em altura das plantas, ao longo das idades foi avaliado por meio de distribuição lognormal. A modelagem de altura foi feita para todas as plantas. Essas foram distribuídas em 15 classes de altura com uma amplitude de 0,30 metros, sendo o limite inferior da primeira classe igual a 0 e o limite superior da última classe igual a 4,5 metros. Também aplicou-se o modelo linear simples para avaliar a tendência dos crescimentos em altura e de estabelecimento das plantas.

Para estimar a taxa de sobrevivência e mortalidade das mudas em função da idade, foi utilizado o modelo de Pienaar. Esse foi ajustado para as plantas como um todo, para os grupos ecológicos, e para a espécie com maior densidade em cada grupo ecológico. Também foi ajustada um equação para todas as espécies retirando somente as com maior densidade em cada grupo ecológico, esse grupo foi chamado de Mix.

### Distribuição Lognormal (função densidade de probabilidade):

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\left(\frac{\ln(x)-\mu}{2\sigma^2}\right)^2\right]}$$

Em que:

$\mu$ =média do logaritmo do tempo de falha

$\sigma > 0$  é o desvio padrão;

### Modelo de Pienaar

$$N_2 = N_1 * e^{-\beta_0(I_2^{\beta_1} - I_1^{\beta_1})} + e_j$$

Onde:

$N_2$ = Número de árvores por hectare numa idade futura ( $I_2$ );

$N_1$ =Número de árvore por hectare numa idade qualquer ( $I_1$ );

$I_1, I_2$ =Idade quaisquer, anterior e posterior, respectivamente;

$\beta_i$  = Parâmetros de regressão, com  $(i = 0,1)$ ;  
 $e_j$  = erro aleatório.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de análise dos dados deve-se considerar que o número total de plantas vivas aumenta ao longo dos meses devido ao replantio de mudas nas covas não preenchidas. Das 859 covas avaliadas apenas 779 estavam preenchidas no primeiro mês de medição, sendo as outras 80 não plantadas denominadas de vazias. No primeiro mês não houve plantas mortas.

Ao observar a Tabela 5, nota-se a ocorrência de plantio das covas vazias e replantio das mortas até o sétimo mês de mensuração, consequência da taxa mortalidade. Deve-se considerar que essa taxa de mortalidade foi acentuada na área devido a presença de animais (gado) na área. A resolução INEA nº 89 DE 03 de junho de 2014 INEA considera aceitável uma mortalidade de até 20%, considerando assim a taxa de 14% de mortalidade acumulada (Tabela 5) até os 10 meses após o plantio dentro do padrão aceitável.

**Tabela 5:** Caracterização do total de covas mensuradas e a taxa de mortalidade das plantas nos primeiros 10 meses de plantio

Variável	Idade (Meses)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Covas Vazias	80	59	32	26	25	25	21	21	21	21
Covas Preenchidas	779	21	27	6	1	0	4	0	0	0
Covas Plantadas	779	800	827	833	834	834	838	838	838	838
Plantas Mortas	0	6	6	17	33	58	87	92	98	102
Plantas Vivas	779	794	821	816	801	776	751	746	740	736
Mortalidade Mensal %	0%	1%	0%	1%	2%	3%	4%	1%	1%	1%
Mortalidade Acumulada %	0%	1%	1%	2%	4%	7%	11%	12%	13%	14%

Percebe-se o crescimento em altura, influenciando diretamente no aumento do número de plantas estabelecidas e na redução da quantidade de plantas não estabelecidas e recrutadas (Tabela 6). Entretanto, a altura média geral aos 10 meses ainda é de 1,14 m sendo abaixo do valor mínimo que caracteriza uma planta como estabelecida (1,5 m). Pode-se dizer que 95 % das plantas não estabelecidas aos 10 meses de idade encontram-se com altura total entre 1,09 e 1,18 m, não caracterizando esse reflorestamento como estabelecido ainda.

**Tabela 6:** Classificação das plantas nas classes hipsométricas adaptadas de Scolforo e Mello (2006) e caracterização quantitativa no quesito altura

Variável	Idade (Meses)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantas Recrutadas	29	26	30	23	15	12	7	5	5	2
Plantas Não Estabelecidas	747	760	777	771	745	702	643	621	592	580
Plantas Estabelecidas	3	8	14	22	41	62	101	120	143	154
Recrutadas (%)	3,72	3,27	3,65	2,82	1,87	1,55	0,93	0,67	0,68	0,27
Não Estabelecidas (%)	95,89	95,72	94,64	94,49	93,01	90,46	85,62	83,24	80,00	78,80
Estabelecidas (%)	0,39	1,01	1,71	2,70	5,12	7,99	13,45	16,09	19,32	20,92
Altura Mínima (m)	0,10	0,05	0,09	0,12	0,15	0,15	0,14	0,16	0,20	0,20
Altura Média (m)	0,60	0,64	0,66	0,69	0,75	0,83	0,96	1,03	1,10	1,14
Altura Máxima (m)	1,60	2,00	2,00	2,07	2,18	2,74	3,15	3,22	3,71	4,40
Desvio Padrão (altura)	0,2385	0,2564	0,2747	0,2930	0,3391	0,4031	0,4865	0,5157	0,5637	0,5829
DPM (altura)	0,0085	0,0091	0,0096	0,0103	0,0120	0,0145	0,0178	0,0189	0,0207	0,0215
Erro (altura)	0,0168	0,0179	0,0188	0,0201	0,0235	0,0284	0,0348	0,0371	0,0407	0,0422
Erro % (altura)	2,78	2,79	2,84	2,93	3,13	3,42	3,62	3,61	3,71	3,70
IC- (altura)	0,5875	0,6222	0,6447	0,6674	0,7272	0,8012	0,9290	0,9900	1,0561	1,0988
IC+ (altura)	0,6211	0,6579	0,6823	0,7076	0,7742	0,8581	0,9987	1,0642	1,1375	1,1832

A Tabela 7 apresenta os índices descritivos das plantas nas diferentes categorias de recrutamento. A altura média ponderada considera apenas as plantas presentes nas categorias

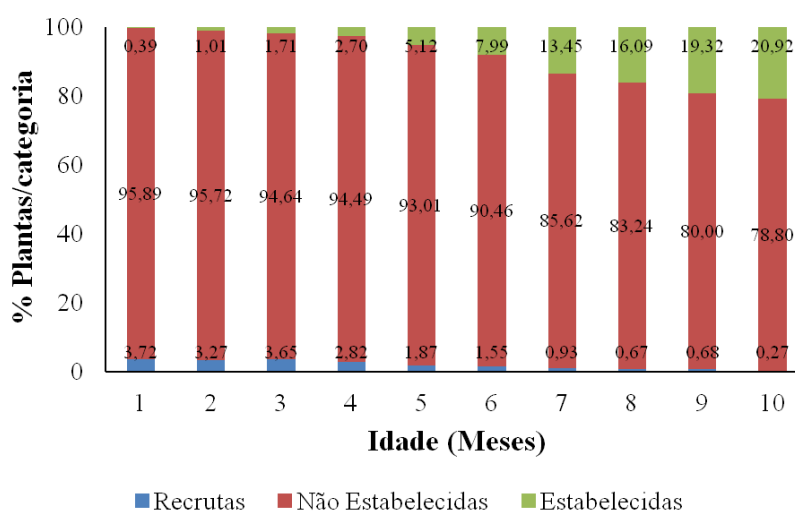


de não estabelecidas e estabelecidas. Sendo assim, é um valor mais realista quanto ao desenvolvimento em altura das plantas. Aos 10 meses de idade, o plantio apresentou um valor de 1,02 m, pois nesta idade a quantidade de plantas na categoria não estabelecida ainda é significativamente superior.

O índice de estabelecimento aumentou de 41,25 % com um mês de idade para 68,59 % aos 10 meses de idade. Ele indica, em média, qual o percentual em altura alcançado pelas plantas em relação ao valor mínimo para que elas sejam classificadas como estabelecidas (1,5 m). Já o índice de estoque retrata o número equivalente de plantas estabelecidas por hectare. Para isso, considerou-se que 80 % das plantas não estabelecidas tornam-se estabelecidas. Atualmente, o estoque do plantio é de 1.717 plantas estabelecidas (equivalente) por hectare. Isso indica que aproximadamente 69 % do plantio encontra-se estocado em relação ao valor ideal que é de 2.500 plantas por hectare. A associação entre os índices de estoque e de estabelecimento resulta no estoque estabelecido, que foi crescente ao longo das idades do plantio. Ele e está representado pelo aumento do percentual de plantas estabelecidas ao longo do tempo (Figura 3).

**Tabela 7:** Densidade das classes de estabelecimento por hectare e características quantitativas dos índices de estabelecimento, estoque, o estoque estabelecido e o estoque real ao longo dos 10 meses de medição

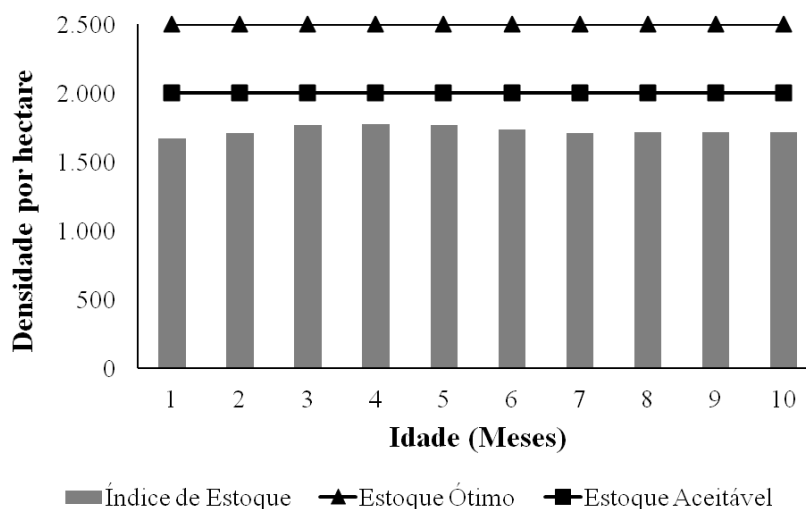
Variável	Idade (Meses)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>DR (plantas/ha)</b>	81	72	83	64	42	33	19	14	14	6
<b>DNE (plantas/ha)</b>	2.075	2.111	2.158	2.142	2.069	1.950	1.786	1.725	1.644	1.608
<b>DE (plantas/ha)</b>	8	22	39	61	114	172	281	333	397	431
<b>Altura Média Ponderada</b>	0,6187	0,6527	0,6775	0,6965	0,7476	0,8084	0,9104	0,9549	1,0002	1,0289
<b>Índice de Estabelecimento</b>	0,4125	0,4352	0,4517	0,4643	0,4984	0,5390	0,6069	0,6366	0,6668	0,6859
<b>Índice de Estoque</b>	1.668	1.711	1.766	1.774	1.769	1.732	1.709	1.713	1.713	1.717
<b>Estoque Estabelecido</b>	688	745	797	824	882	934	1.037	1.091	1.142	1.177
<b>Estoque Real</b>	66,73%	68,44%	70,62%	70,98%	70,78%	69,29%	68,38%	68,53%	68,51%	68,67%



**Figura 3:** Evolução percentual das mudas nas diferentes categorias no plantio de restauração

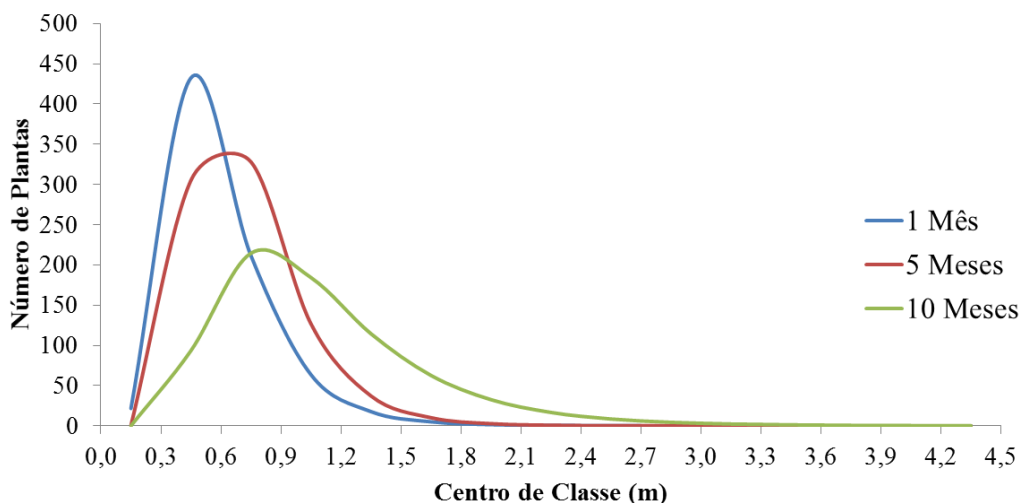
O índice de estoque ideal é de 2.500 plantas por hectare e significa que 100% das mudas estão estocadas em um espaçamento de 2,0 x 2,0 m, Considerando um taxa de

mortalidade de 20% temos que o estoque mínimo aceitável deve ser de 2.000 plantas por hectares (Figura 4).



**Figura 4:** Estabelecimento das mudas durante o período de estudo

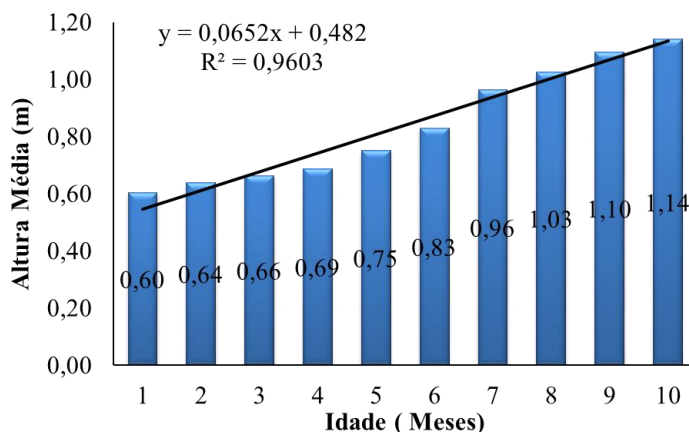
O número de plantas por classe de altura foi avaliado por meio da distribuição lognormal (Figura 5). Observa-se que essa distribuição é assimétrica à esquerda na fase inicial de crescimento, caracterizando as plantas com baixa altura, imediatamente após o plantio. Ao longo dos meses é possível observar que a curva tende a deslocar-se para direita e se tornar mais simétrica, caracterizando uma maior frequência de plantas em faixas maiores de altura. Pode-se dizer que quando a moda desta distribuição alcançar a classe com valor central de 1,5 m, o plantio encontra-se estabelecido em termos de altura.



**Figura 5:** Distribuição lognormal da quantidade de mudas por classe de altura no 1<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> mês de medição

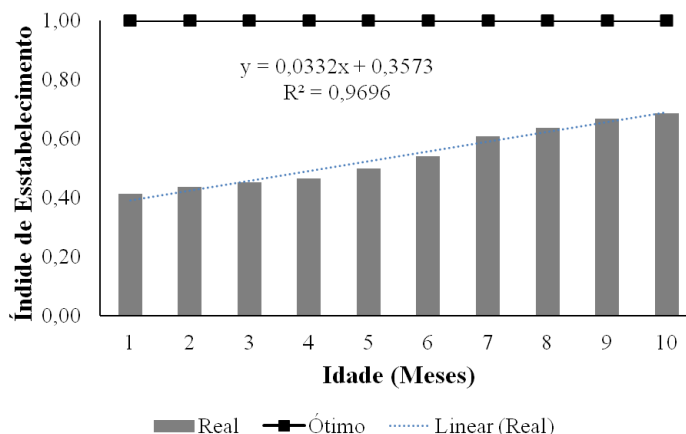
Ajustando uma equação linear simples para as médias de altura, observa-se um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,9603 (Figura 6), indicando forte relação entre as variáveis altura média em função da idade. Considerando o valor da variável altura média ( $y$ ) igual a 1,5 m, é possível obter a idade ( $x$ ) em que o plantio alcançará a altura de estabelecimento.

A determinação dessa idade é fundamental para nortear as estratégias de manutenção do plantio aliadas ao porte das plantas. Nesse caso, obteve-se uma idade igual a 15,61 meses, indicando que em menos de dois anos aproximadamente 53 % das plantas alcançarão a categoria de plantas estabelecidas. Entretanto, deve-se tomar cuidado com este valor, pois outros critérios devem ser considerados, como a mata competição, ocorrência de pragas e outros. Além disso, o ritmo de crescimento nos plantios de restauração variam de acordo com as condições edafoclimáticas locais e que interferem diretamente na mortalidade das plantas (TOLEDO et al., 2003).



**Figura 6:** Variação da média de altura ao longo do tempo e equação linear ajustada para prever esse crescimento de altura.

Ao observar a tendência de aumento do índice de estabelecimento, observa-se que a equação linear simples ajustada possui coeficiente de determinação igual a 0,9690 (Figura 7). Aplicando o valor de estabelecimento (y) igual a um, quando 100% das plantas são consideradas estabelecidas, obteve-se que o tempo necessário para o plantio alcançar estas condições ideais é de 19,36 meses. Isso indica que em menos de dois anos o plantio alcançará o estabelecimento ótimo, em que suas plantas podem ser consideradas estabelecidas em sua totalidade.



**Figura 7:** Variação do índice de estabelecimento no primeiros meses de plantio e modelo linear de previsão ajustado

O seguir são apresentados resultado dos ajustes do modelo de Piennar (Tabela 8) para estimar a mortalidade das plantas. Na análise por espécies, foram selecionadas as que

apresentavam o maior número de indivíduos por grupo sucessional, sendo elas: *Schinus terebinthifolia* (Aroeira Vermelha), como representante das pioneiras, *Triplaris brasiliana* (Pau Formiga) como representante das secundárias iniciais, *Hymenaea courbaril* (Jatobá) como representante das secundárias tardias e *Tabebuia avellanadae* (Ipê Roxo), representando as climácicas. Contudo, não foi possível ajustar uma equação de mortalidade para a *Schinus terebinthifolia*, uma vez que essa apresentou uma taxa de sobrevivência de 100%, mesmo resultado encontrado por Santos (2013), apresentando assim um comportamento diferente das demais espécies pioneiras.

É importante destacar que a mortalidade ao longo do tempo dependerá do realismo biológico das equações (CAMPOS e LEITE, 2002). Sendo assim, é necessário compreender o significado biológico dos coeficientes da equação. Para o modelo de Pienaar, o  $\beta_0$  e o  $\beta_1$  possuem relação direta com a densidade futura da população. O valor do  $\beta_0$  representa a taxa média de decréscimo da população ao longo do tempo. O ideal é que esse valor seja o menor possível, pois assim haveria menor mortalidade. O valor de  $\beta_1$  representa a taxa de diminuição da população entre dois períodos de medição. Quando  $\beta_1$  for igual a zero indica que não há mortalidade; e quando for igual a 1 a mortalidade será máxima. O efeito de  $\beta_1$  torna-se mais significativo quando o tempo entre dois períodos de medição é maior.

**Tabela 8:** Coeficientes de ajuste para o modelo de Pienaar para altura nos diferentes grupos de plantas em plantio de restauração florestal no município de Seropédica - RJ

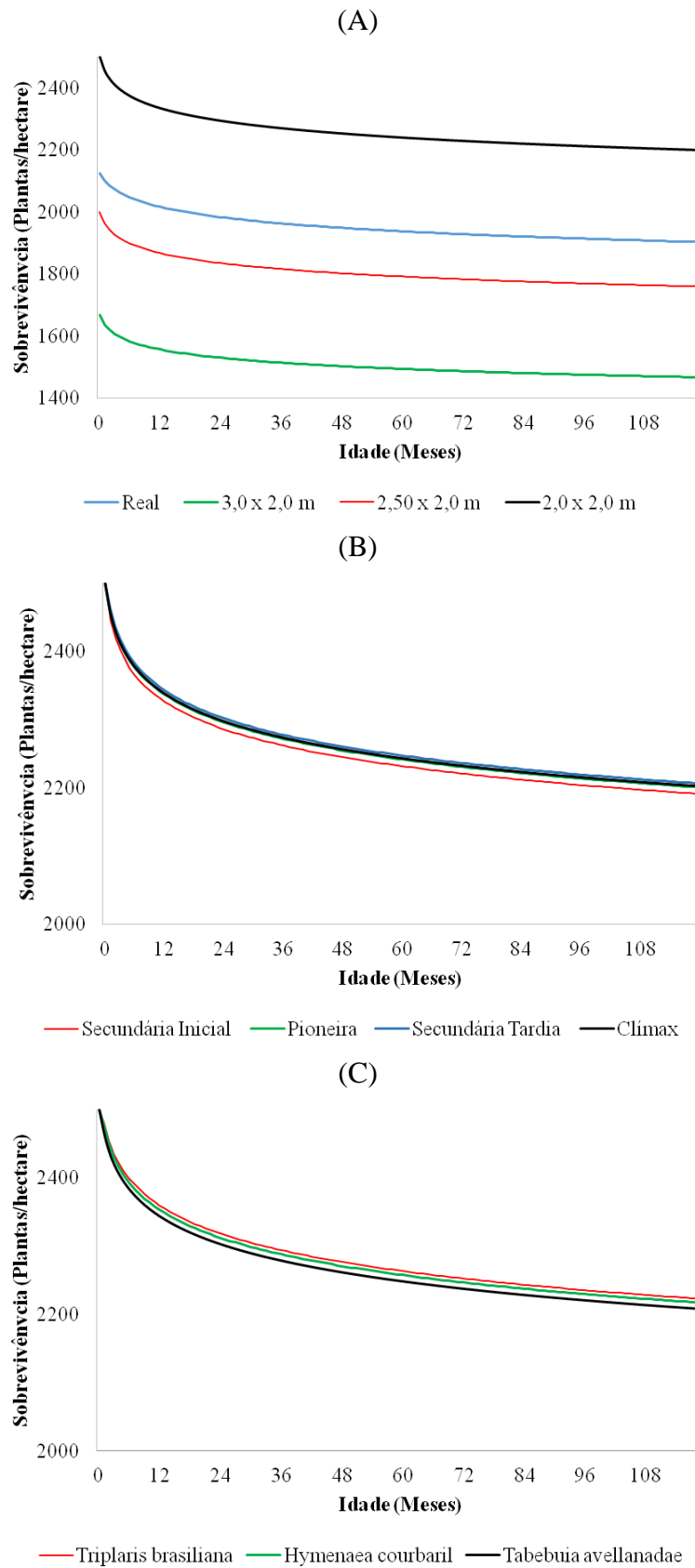
<b>Categoria</b>	<b><math>\beta_0</math></b>	<b><math>\beta_1</math></b>	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>
Geral	55,3192	0,000484	95,07
Clímax	51,8133	0,000473	98,40
Pioneiras	31,7703	0,000797	98,99
Secundárias Iniciais	33,9607	0,000932	97,78
Secundárias Tardias	24,4797	0,000882	99,60
<i>Hymenaea courbaril</i>	39,0455	0,000387	98,48
<i>Tabebuia avellanadae</i>	24,0833	0,000874	97,82
<i>Schinus terebinthifolia</i>	0	0	0
<i>Triplaris brasiliana</i>	16,2869	0,000696	99,72
Mix	38,2239	0,000822	97,86

Pode-se observar na Figura 8A as diferentes taxas de sobrevivência de acordo com a densidade inicial dos plantios. As equações foram ajustadas com os dados reais, alterando somente a valor da densidade inicial na equação. Notasse que a mortalidade é maior nos espaçamentos mais adensados (2.500 plantas/hectare). Quando a densidade inicial é menor (1.667 plantas/hectare), a competição por recursos do ambiente é menos acentuada, promovendo um decréscimo mais lento do número de plantas vivas ao longo do tempo. Guimarães (1960), também observou que em espaçamentos mais adensados a mortalidade é mais elevada.

Comparando-se os grupos ecológicos (Figura 8B), nota-se maior mortalidade nas espécies classificadas como pioneiras e secundárias iniciais, citadas no projeto como espécies de preenchimento, e uma menor mortalidade nas mudas classificadas como secundárias tardias e climácicas, definidas como diversidade. O mesmo foi observado por OLIVEIRA (2011), em experimento localizado no mesmo município e por Melotto (2009) no Mato Grosso do Sul. Isso se deve a maior proporção de mudas desses grupos ecológicos plantadas no início do projeto, nesse estudo 39% das plantas eram pioneiras e 36% secundárias iniciais, corroborando assim a ideia dessas apresentarem maior mortalidade devido a maior densidade inicial dessas classes.

Avaliando-se as espécies com o maior número de indivíduos por grupo ecológico (Figura 8C) a *Triplaris brasiliiana*, classificada como secundária inicial, foi a de maior sobrevivência, seguida da *Hymenaea courbaril* (secundária tardia) e da *Tabebuia avellanadae* (climáx). Isso mostra que quando se considera somente as espécies de maior ocorrência em cada grupo ecológico, as pioneiras e secundárias iniciais possuem maior capacidade de se estabelecer em curto prazo. Quando são consideradas todas as espécies de cada grupo, este resultado se inverte, conferindo maior sobrevivência para as espécies secundárias tardia e clímax. Mostrando assim como a densidade inicial de cada grupo ecológico influencia na sobrevivência inicial do plantio.

Com base nos gráficos de sobrevivência, percebe-se que nos três casos (Figura 8), a curva de sobrevivência tende a se estabilizar entre 24 e 36 meses, mostrando que a partir deste período as espécies dos diferentes grupos ecológicos encontram-se adaptadas às condições locais e estabelecidas independentemente das condições de densidade inicial do plantio.



**Figura 8:** Projeção da sobrevivência via Modelo de Pienaar em diferentes espaçamentos (A), por grupo ecológico (B) e por espécie selecionadas (C)

## 5 CONCLUSÕES

De maneira geral, o grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais apresentam maior mortalidade nos primeiros meses de idade do plantio, entretanto, quando se avalia somente as espécies de maior ocorrência, observa-se que as pertencentes a estes grupos são as de maior sobrevivência. Isso destaca a importância das espécies *Schinus terebinthifolia* e *Triplaris brasiliensis* em plantios de restauração florestal, contribuindo para o estabelecimento do mesmo.

A idade de manutenção utilizando a variável altura total como indicador de estabelecimento do plantio, deve ser calculada em cada projeto, e não se deve utilizar uma idade pré-estabelecida, pois isso depende das condições edafoclimáticas de cada local.

O tempo ótimo para o estabelecimento do plantio para este trabalho, utilizando a variável altura total das plantas como indicador de estabelecimento, foi por volta de dois a três anos de idade. Nesta idade, espera-se que a maioria das plantas estejam na classe de plantas estabelecidas e a sobrevivência estabilizada.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, F.F.A.; BARBEDO, C.J. Efeito de fatores ambientais no crescimento de mudas de Pau-brasil (*Caesalpinia achinata* Lam.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.2, n.1, p.26-32, 1996.
- ALDER, D. **Forest Volume Estimation and Yield Prediction**. V.2 – Yield Prediction. FAO Forestry Paper 22/2. 194pp, 1980.
- ALMEIDA, D.S. **Recuperação Ambiental de Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 130p, 2000
- ALVARENGA, A. P. **Avaliação inicial da recuperação da mata ciliar em nascentes**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 10.ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2013.
- ARONSON, J.; DRIGAN, J.; BRANCALION, P. H. S. **Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica**. São Paulo: SMA- Instituto Florestal, 2011.
- AUSTREGÉSILO, S. L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.227-232, 2004.
- BABIERI, E. **A redução da biodiversidade**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2012. p 1-16, 21.
- BAITELLO, J. B. **Como plantar árvores nativas**. Guia Rural São Paulo, p. 63 – 64, 1990.
- BARBOSA, L. M. **Manual para a recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 129. 2006.
- BOBATO A. C. C. et. al., Métodos para recomposição de áreas de mata ciliar avaliados por análise longitudinal. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p.89-95, 2008
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. **Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais**. Projeto Mata Ciliar - Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE. Lavras -MG, 2001.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Brasil. **Folhas sc. 21. Juremo: Geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: v.20, 460 p., 1980.
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Uma visão ecossistêmica do processo de Restauração ecológica. In: **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 1. ed. São Paulo: Instituto Bio Atlântica, v.1, p.256, 2009.
- BRANCALIAN, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração. In: **Martins, S. V. (Org)**.



**Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** 1ed. Viçosa: UFV, p. 262-293, 2012.

BROKAW, N. V. L. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*. N. 66, p. 682-687, 1985

Browse, J. & Xin, Z. Temperature sensing and cold acclimation. **Current Opinion in Plant Biology** 4: 241-246 2001.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 407 p.

Carvalho, J. O. P. D. **Manejo de regeneração natural de espécies florestais,** 2004.

CHIANG, C.L. **An Introduction to Stochastic Processes and their Applications.** Robert E. Krieger Publ. Co., Huntington, New York, p.380, 1980.

CLEWELL, A. J.; MUNRO, J. **Guidelines for developing and managing ecological restoration Projects.** Society Restoration International, 2005

COSTA, T. C. C.; CLEMENTE, T. A. C. Dinâmica agropecuária dos municípios do estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G.; FIDALGO, E. C. C.; ROCHA, C. F. D.; UZÊDA, M. C.; COSTA, M. B.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M.; SANTOS, M. A.; COSTA, T. C. C.; COZZOLINO A. C. R. **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Instituto Biomas, p. 57 - 66. 2009.

DEAN, W.A **ferro e fogo: a história e devastação da mata atlântica brasileira.** Companhia das Letras, São Paulo, 483p, 1996.

DURINGAN, G. et. al. **Manual para recuperação da vegetação do cerrado.** 3. ed. rev. e atual. São Paulo: SMA, 2011.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, v.43, n.44, p.1-10, 1990.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. **Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais.** In: KAGEYAMA, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D. 2003.

ENGEL V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** FEPAF, Botucatu. p. 3-26.

EVERT, F. **Spacing studies: a review.** Information report. FMR-X, Ottawa, (37): 1-95, dez.1971.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology**, v 34, p 487-515, 2003.

FERREIRA, M.G.M.; CANDIDO, J.F.; CANO, M.A.O. et al. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, v.1, n.2, p.121-134, 1977.

FLORENTINE, S. K. e WESTBROOKE, M. E. 2004. Restoration on abandoned tropical pasturelands – do we know enough? **Journal for Nature Conservation** v. 12 p.85-94, 2004

Fundação SOS Mata Atlântica & INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica no período 1995-2000**, 2001.

GALINDO-LEAL, C. e CÂMARA, I. G. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**, São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005. p.472.

GANDALFI, S., LEITÃO FILHO, H. F. e BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbusto-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55 p.753-767,1995.

GONÇALVES, R. M. G. et al. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da micro bacia do córrego da fazenda Itaquí, Município de Santa Gertrudes, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.17, n 1, p.73-95, 2005.

GUIMARÃES, R.F. **Observações sobre diâmetros, alturas, sobrevivência e peso da madeira de E. saligna em vários espaçamentos**. Anuário brasileiro de economia florestal, Rio de Janeiro (17): 31-45, 1965.

HOSOKAWA, R. T.; BRANDI, C.R; CUNHA, A.C. **Introdução ao Manejo e Economia da Floresta** Ed. UFPR 162 p. 1998

IANNELLI-SERVIN, C. M. **Caracterização ecofisiológica de espécies nativas de mata atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em área de restauração florestal no Estado de São Paulo**. 2007. 94p Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

IBF – Instituto Brasileiro de Florestas. Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica.html>> Acesso em: 09 nov. 2014

KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. e GANDARA, F. B. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. FEPAF, Botucatu. Pp. 91-110.

KNOWLES, O. H. & PARROTTA, J. A. Amazon forest restoration: an innovative system formative speciesselection based on phenological data and field performance indices. **Common wealth Forestry Review**, v.74 n.3, p.230-243, 1995.

LACHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Springer Verlag, 2006. 506p.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 11, n. 403, p. 853-858, 2000.

LALIEBERTÉ, E., COGLIASTRO, A., BOUCHARD, A. Spatiotemporal patterns in seedling emergence and early growth of two oak species direct-seeded on abandoned pastureland. **Annals of Forest Science** 65(4): 407, 2008.

LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; N. G. F.; MORAIS, E. J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptu scamaldulensise Eucalyptus pellitasob* diferentes espaçamentos na região do cerrado. **Revista Árvore**, v.22, n.1, p.41-50, 1998.

LELES, P. S. S.; ABAURRE, G. W.; ALONSO, J. M., NASCIMENTO, D. F.; LISBOA, A.C. Crescimentos de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, v.39, n. 90, p.231-239, jun. 2011.

MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. In:W. C. Ribeiro (ed.). Patrimônio ambiental brasileiro. pp. 367-439. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa; MG. Aprenda Fácil, 2001.

MELOTTO, Alex et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.

MIRANDA, J. C. Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas.**Saúde e Biol.** v. 4, n. 1, p. 31-37, 2009.

MORAES, L. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento de ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPCAO, J. M.; SAMPAIO. T. P.; LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro** – Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013

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

NAVE, A. G. et. al. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Piracicaba, Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, p.180-217, 2009.

OLIVEIRA, G. N.; TEIXEIRA, L. A. F.; DAVIDE, A. C. Desenvolvimento de mudas de ipê branco, açoita cavalo, ipê roxo, caroba e vinhático em viveiro. In: **XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**, 2010. Lavras, 2010.

OLIVEIRA, N. M. Estabelecimento de espécies florestais a partir do plantio em diferentes posições do relevo. 2011. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

PILON, N. A. L.; DURINGAN, G. Critérios para a indicação prioritárias para a restauração da vegetação do cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.

PIRES, E. O. **Análise integrada do meio ambiente e recuperação de áreas degradadas: gestão ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E.S.Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, v.4, n.2, p.564-569, 1992.

REIS, A. & KAGEYAMA, P. Y. **Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas**. 2003

REIS, M. S. **Formação, Manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento** Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasília ó DF. Editora Universidade Federal de Viçosa ed. 1, p.131, 1981.

RODRIGUES, F. C. M; COSTA, L. C. G.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: **Congresso Florestal Brasileiro 6**, Campos do Jordão, Sociedade Brasileira de Silvicultura 1990. Campos do Jordão, 1990. v. 3, p. 672 – 690, 1990.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS S. V.; GANDOLFI, S. (Ed.) High diversity forest restoration in degraded areas: methods and project in Brazil. **New Science**, p. 77-102, 2007.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J. O. P. **Silvicultura na Amazônia Brasileira**: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas. Belém, PA: CIFOR, 2006. 190 p.

SANQUETTA, C. R. et al. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 2. ed. Curitiba: Multi-Graphic, 316p, 2007.

SANTOS, N. M. A.; CUNHA, T. A.; GERBER, D. JUBINI, G. M., ANDREOLLA, V.R.M. **Identificação de espécies nativas para recuperação de nascentes**.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2006. 561 p.

SILVA, J. A. A. **Dynamics of stand structure in fertilized slash pine plantations**. 1986. 133 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Georgia, Athens, 1986.

SOUZA, C. C. **Estabelecimento e Crescimento Inicial de Espécies Florestais em Plantios de Recuperação de Mata de Galeria do Distrito Federal**. (Dissertação de Mestrado em engenharia florestal), Publicação EFLM23A, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 91p, 2002.

STAPE, J. L.; GANDARA, F. B. **Modelos de recuperação de áreas degradadas com espécies nativas de duas regiões do Brasil visando sequestro de carbono**. Piracicaba: IPEF; ESALQ, Depto Ciências Florestais, 2006. 164p. Relatório Final do Projeto Petrobrás - IPEF, 2006.

TABARELLI, M., J. M. C. SILVA e C. GASCOM. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation** v.13 p. 1419-1425, 2004.

TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, 2010.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Piracicaba, **Artmed**, 720p.2004.

THE NATURE CONSERVANCY. Engenharia Ambiental Ltda. (NBL);The Nature Conservancy (TNC).**Manual de restauração florestal: um instrumento de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais do Pará**. Belém, p.128, 2004.

TOLEDO, P. E. N.; MATTOS, Z. P. B. Aspectos econômicos da questão de restauração de áreas degradadas. In: KAGEYAMA, P. Y.; KAGEYAMA, P. Y.; OLIVERA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p.205-238, 2003.

VANCLAY, J.K. **Modelling Forest growth and yield**: applications to mixed tropical forests. Wallingford: CAB International, p. 312,1994.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, p.124, 1991.

ZÔMPERO, A. F. et. al. **Gestão ambiental: fundamentos lógicos, críticos e analíticos**. Londrina: Unopar, 2008.