

Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais –
PPGCIFA

MÉTODOS PARA REGENERAÇÃO DE ÁREAS ALTERADAS NA FAZENDA
EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS –
AMAZÔNIA CENTRAL

WANDA LEMOS PAIXÃO NOGUEIRA

Manaus
Junho, 2015

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais –
PPGCIFA

MÉTODOS PARA REGENERAÇÃO DE ÁREAS ALTERADAS NA FAZENDA
EXPERIMENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS –
AMAZÔNIA CENTRAL

WANDA LEMOS PAIXÃO NOGUEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Manaus
Junho, 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

N778m Nogueira, Wanda Lemos Paixão
Métodos para regeneração de áreas alteradas na Fazenda experimental da Universidade Federal do Amazonas - Amazônia central / Wanda Lemos Paixão Nogueira. 2015
54 f.: il. color; 24 cm.

Orientador: Marciel José Ferreira
Coorientadora: Narrúbia Oliveira de Almeida Martins
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Recuperação. 2. Reflorestamento. 3. Plantio de Mudanças. 4. Regeneração Natural. 5. Espécies Florestais Nativas. I. Ferreira, Marciel José II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

SINOPSE

No presente estudo foram analisados dois métodos de regeneração para a recuperação de áreas alteradas: regeneração natural e artificial (plantio de mudas). Resultados acerca das espécies e grupos ecológicos predominantes na regeneração natural, além dos padrões de sobrevivência e crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas são apresentados e discutidos.

Palavras-chave: 1. Recuperação. 2. Reflorestamento. 3. Plantio de mudas. 4. Regeneração Natural. 5. Espécies Florestais Nativas.

DEDICATÓRIA

*Óh, não! Nunca me deixou
Na tempestade ou na paz
Óh, não! Nunca me deixou
Quando bem ou quando mal
Óh, não! Nunca me deixou
Óh, o Senhor nunca me deixou”*

*“Eu não temerei o mal,
Pois o meu Deus comigo está
E se o meu Deus comigo está
-A quem eu temerei?
-A quem eu temerei?”*

Dedico a Deus, pois mesmo nos momentos mais difíceis
dessa jornada pude sempre senti-Lo ao meu lado!
E ainda, ao meu melhor amigo, que sempre ao meu lado
se encontra, me encorajando e acreditando em mim, mais
do que eu mesma sou capaz de acreditar: Ao meu esposo
Joaquim Nogueira também dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus: Por sua infinita graça e misericórdia! Pois Ele tem me dado muito mais do que mereço, muito mais do que sonhei, e muito menos do que eu poderia suportar!

À Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade que me concedeu de prosseguir em minha jornada acadêmica, realizando o curso de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, bem como ao corpo técnico e docente que integra este estimado programa de mestrado.

À agência de fomento: FAPEAM, pela bolsa de mestrado recebida de 03/2012 a 02/2014.

Ao meu orientador: Dr. Marciel José Ferreira, agradeço por seu apoio e disponibilidade em pacientemente orientar-me nesse projeto, compartilhando seus conhecimentos de forma tão generosa e assim contribuir com meu amadurecimento e formação acadêmico-profissional.

À minha coorientadora: Dra. Narrúbia de Oliveira Almeida, não somente pelo apoio técnico, financeiro e logístico dispensado nesse projeto, mas principalmente por contribuir de forma tão significativa para o meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

À equipe Técnica: Aos colegas do laboratório de silvicultura e com muito carinho agradeço ao corpo técnico do Viveiro florestal da Ufam, os quais contribuíram de forma incansável para o êxito desse sonho: Seu Pedro, Ney e Alcione!

À minha família: Ao meu esposo, Joaquim Nogueira, por ser meu maior fã e melhor amigo! Por me dar suporte nos momentos difíceis e se alegrar comigo nas vitórias! E ao meu filho, Matheus Henrique, meu amor por você é meu combustível, é a energia que me motiva a não desistir... Quero o melhor pra você, quero ser melhor pra você!

Agradeço a todos os amigos e colegas de mestrado torceram por mim e, que de alguma forma contribuíram para o êxito desse trabalho!

Obrigada a todos!!!

RESUMO

Diante da importância do Bioma Amazônia e o seu papel para a manutenção da biodiversidade terrestre e para o equilíbrio ecológico do planeta, o controle do desmatamento tem sido um constante desafio na gestão da conservação ambiental. Assim, a revegetação de áreas degradadas por meio de iniciativas de reflorestamento com espécies arbóreas nativas ou pela condução da regeneração natural constituem estratégias potenciais para a reintrodução dessas áreas aos processos ecológicos e produtivos. O presente estudo teve como objetivo principal investigar a eficiência de dois métodos de regeneração para a recuperação de áreas alteradas na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP-UFAM). A área de estudo teve sua cobertura florestal removida e após o abandono foram implantados dois experimentos, a saber: 1) condução da regeneração natural e 2) plantio de mudas de onze espécies florestais nativas pertencentes aos grupos ecológicos, pioneiras (seis) e não pioneiras (cinco). No experimento 1 foram amostrados em parcelas de 9 x 15 m todos os indivíduos arbóreos acima de 10 cm de altura. O experimento 2 foi instalado em delineamento de blocos casualizados, sendo cinco blocos com 50 mudas cada. O monitoramento da sobrevivência e do crescimento em altura, diâmetro e área de copa foi realizado durante dez meses. Na análise da regeneração natural (experimento 1) observou-se um total de 148 indivíduos distribuídos em oito famílias botânicas, nove gêneros e 13 espécies arbóreas, sendo as espécies *Vismia gracilis*, *Vismia cayennensis* e *Vismia guianensis*, as espécies que apresentaram maior Valor de Importância. Os indivíduos concentraram-se predominantemente na classe de tamanho intermediária (0,3 < 1,5 m de altura) da regeneração natural. Aos dez meses após o plantio em campo (experimento 2), observou-se alta sobrevivência ($\geq 80\%$) das espécies em ambos os grupos ecológicos, à exceção da espécie pioneira *Sclerolobium paniculatum* (40%) e da espécie Não Pioneira *Cedrela odorata* (67%). Dentre as espécies pioneiras, os maiores crescimentos foram observados para *Ochroma pyramidale* e *Trattinickia rhoifolia*. No grupo ecológico das espécies não pioneiras, os melhores desempenhos em crescimento foram alcançados por *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* e *Endlicheria anomala*. A área estudada encontra-se em estágio inicial de sucessão, sendo o plantio de enriquecimento das espécies de melhor sobrevivência e crescimento estratégia mais efetiva para a recomposição florestal em menor período de tempo.

Palavras-chave: Recuperação, Reflorestamento, Plantio de Mudas, Regeneração Natural, Espécies Florestais Nativas.

ABSTRACT

On the importance of the Amazon Biome and its role in the maintenance of terrestrial biodiversity and ecological balance of the planet, the control of deforestation has been a constant challenge in the management of environmental conservation. Thus, the revegetation of degraded areas through initiatives of reforestation with native tree species or by conduct of natural regeneration are potential strategies for the reintroduction of these areas to ecological and productive processes. This study had as main objective to investigate the effectiveness of two methods of regeneration for the recovery of altered areas in the Fazenda Experimental of the Universidade Federal do Amazonas (FAEXP-UFAM). The study area had its forest cover removed and after abandoning two experiments were implemented, namely: 1) conduct of natural regeneration and 2) planting of eleven native forest species belonging to different ecological groups, pioneers (six) and no pioneers (five). In experiment 1 were sampled in 9 x 15 m plots all trees individuals with height above 10 cm. The experiment 2 was installed in randomized blocks design, being five blocks with 50 saplings each. Monitoring the survival and height growth, diameter and crown area was held for 10 months. In the analysis of natural regeneration (experiment 1) showed a total of 148 individuals distributed into eight botanical families, nine genera and 13 species, being the species *Vismia gracilis*, *Vismia cayennensis* and *Vismia guianensis*, the species had the highest importance value. Individuals have focused predominantly on the class of intermediate size (0.3 < 1.5 m tall) of natural regeneration. Ten months after planting in the field (experiment 2), high ($\geq 80\%$) survival of the species in both the ecological groups, with the exception of pioneer species *Sclerolobium paniculatum* (40%) and species not pioneer *Cedrela odorata* (67%). Among the pioneering species, the largest growths were observed for *Ochroma pyramidale* and *Trattinickia rhoifolia*. For the ecology group of not pioneer species, the best growth performances were achieved by *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* and *Endlicheria anomala*. The study area is in early stages of succession, and enrichment planting of species of better survival and growth could be most effective strategy for forest recovery to a lesser period of time.

Keywords: Recovery, Reforestation, Planting Seedlings, Natural regeneration, Native Forest Species.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1:

Tabela 1 Relação das espécies arbóreas amostradas na regeneração natural em área alterada no Amazonas, em ordem alfabética de famílias e espécies, seguidas dos seus respectivos números de indivíduos. Parcela 1 (P1); Parcela 2 (P2); Parcela 3 (P3); Parcela 4 (P4); Parcela 5 (P5); Grupo Ecológico (GE). 23

Tabela 2 Estrutura horizontal e classe de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada no Amazonas. Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR%), Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR%), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR%), valor de importância (VI%), valor de cobertura (VC%), classe de tamanho absoluta da regeneração natural (CTARN), classe de tamanho relativa da regeneração natural (CTRRN%) e índice de regeneração natural (RN%). 25

CAPITULO 2:

Tabela 1 Granulometria e características químicas do solo..... 34

Tabela 2 Espécies pioneiras e não pioneiras selecionadas para o experimento de campo 35

Tabela 3 Características de sobrevivência e crescimento de onze espécies florestais (pioneiras e não pioneiras) aos dez meses após o plantio em área alterada no Amazonas. G. E. (Grupo Ecológico), Altura total (Ht), Taxa de crescimento relativo em altura (TCR-a), Diâmetro à altura do solo (DAS), Taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCR-d), Área de copa (AC), Taxa de crescimento relativo em área de copa (TCR-c) 38

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1:

Figura 1 Área alterada FAEXP-UFAM onde o experimento foi implantado.....17

Figura 2 Distribuição das espécies por densidade nas diferentes classes de tamanho da regeneração natural para as sete espécies de maior RN (C1: plantas com altura menor que 0,3 m; C2: plantas com altura entre 0,3 e 1,5 m, C3: plantas com altura maior que 1,5 m e menor que 3,0)..... 26

CAPITULO 2:

Figura 1 Croqui de campo e disposição das mudas nas covas.....35

Figura 2. Crescimento em diâmetro (A) e altura (B) das espécies pioneiras dez meses após o plantio (n = 5). As barras indicam o erro padrão..... 39

Figura 3. Crescimento em diâmetro (A) e altura (B) das espécies não pioneiras dez meses após o plantio. (n = 5). As barras indicam o erro padrão 41

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL	10
OBJETIVO GERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
CAPÍTULO I: Regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada no Amazonas	13
Resumo:	13
Abstract:	14
1. Introdução	15
2. Material e métodos	16
2.1 Localização e caracterização da área de estudo	16
2.2 Análise da composição florística e estrutura da regeneração natural	17
3. Resultados e discussão.....	22
3.1. Composição florística	22
3.2 Estrutura da regeneração natural	24
4. Conclusões.....	28
CAPÍTULO II: Estabelecimento inicial de espécies florestais arbóreas em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas	29
Resumo	29
Abstract:	29
1. Introdução	30
2. Material e métodos	31
2.1 Localização e caracterização da área de estudo	31
2.2 Caracterização físico-química do solo.....	32
2.3 Preparo da área e instalação do experimento	32
2.3 Análises de sobrevivência e crescimento.....	35
2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas	35
3. Resultados e discussão	36
3.1 Sobrevivência.....	36
3.2 Características de crescimento das espécies	39
4. Conclusões	42
CONCLUSÃO GERAL.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

INTRODUÇÃO GERAL

O significativo aumento da perda de cobertura florestal global tem sido impactado principalmente pelo desmatamento das regiões tropicais, as quais acumulam redução de cerca de 32% de suas áreas (Hansen et al., 2013). Desses remanescentes de florestas, 30% estão concentrados no Bioma Amazônia, os quais se perdidos, podem gerar impactos mais severos e abrangentes quando comparado aos impactos causados pelo desmatamento em quaisquer outras áreas de florestas tropicais no mundo (Lawrence; Vandecar, 2015). Todavia, toda a relevância ecológica atribuída ao Bioma Amazônia e as implicações que sua perda traria ao equilíbrio ecológico do planeta parecem não constituir argumentos suficientes para impedir as ações antrópicas que ao longo dos anos acumulam perda de aproximadamente 18,5% de toda a cobertura florestal existente, correspondente a cerca de 751.340 km² (INPE, 2014; Fonseca et al., 2014; Nogueira et al., 2015).

A maior perda de cobertura florestal tem ocorrido pela conversão de florestas em áreas de pastagem (INPE, 2014). Contudo, alguns estudos apontam também para outras motivações que poderiam explicar o avanço do desmatamento e a mudança do uso dos solos, dentre elas a expansão de fronteiras agrícolas, a exploração predatória de recursos florestais, além da prospecção de novas infraestruturas de rodovias (Fearnside, 2003; Arraes et al., 2012; Barni, 2014). Esses altos e crescentes índices de desmatamento nas florestas tropicais têm sido então responsáveis por impulsionar pesquisas que objetivam principalmente a reversão nos índices de desflorestamento (Machado, 2009). Neste sentido, a implementação de iniciativas de reflorestamento configura alternativa potencial para a reintrodução de áreas alteradas aos processos ecológicos e produtivos.

No entanto, apenas uma pequena parcela das áreas alteradas (0,4%) tem sido efetivamente reflorestada (INPE, 2014). Dentre as dificuldades para a maior representatividade das atividades de reflorestamento em áreas alteradas, pode-se destacar a necessidade de se definir o método mais adequado de regeneração dessas áreas e a seleção das espécies potenciais (Martins, 2012).

No que diz respeito aos métodos adotados para a recomposição vegetal de áreas desflorestadas, destacam-se o plantio de mudas e a condução da regeneração natural (Cole et al., 2010; Cortes, 2012; Salomão et al., 2014; Falcão et al., 2015; Pryde et al., 2015). O plantio de mudas tem sido um dos métodos de reflorestamento mais aplicados no Brasil, uma vez que têm comprovadamente maior eficácia no sentido de facilitar e acelerar os processos de regeneração natural (Nichols et al., 2001; Lamb et al., 2005; Campoe et al., 2014). O plantio de mudas pode ser implementado por meio de diferentes modelos, dentre eles o modelo de restauração em “ilhas” ou de sistemas agroflorestais (Cole et al., 2010; Falcão et al., 2015). Todavia, o modelo sucessional (Swaine; Withmore, 1988) tem sido o mais utilizado em florestas tropicais, o qual consiste no plantio de espécies tolerantes à luz (pioneiras) e espécies não tolerantes à luz, afim de permitir a rápida cobertura da área pelas espécies florestais pioneiras e garantir a perpetuação do plantio por meio das espécies florestais não pioneiras (Campoe et al., 2014).

Porém, ao considerar a possibilidade de implementação do plantio de mudas como método de regeneração, a seleção adequada das espécies é de fundamental importância para o sucesso do reflorestamento. Deve-se buscar assim, espécies com alta sobrevivência e adaptadas às condições de estresse (por exemplo, alta irradiância, baixa disponibilidade de água e nutrientes), com capacidade de rápida cobertura do solo (Pinto et al., 2011; Cortes, 2012; Zahawi et al., 2015).

Paralelamente ao plantio de mudas, em determinadas circunstâncias pode-se optar pela condução da regeneração natural, método que se torna atraente principalmente pelo baixo custo (Rodrigues; Gandolfi, 1996; Carneiro, 2002; Shono et al., 2007; Mônico, 2012). Do total de áreas desflorestadas na Amazônia, cerca de 23% encontram-se em estágio avançado de sucessão secundária após o abandono da área (INPE, 2014), sendo possível perceber o potencial da regeneração natural como método de revegetação de áreas desflorestadas na Amazônia.

Todavia, o melhor conhecimento das espécies provenientes da regeneração espontânea pode contribuir com o entendimento de características

dessas espécies e avaliar a capacidade delas de superarem as barreiras impostas pelas condições adversas do sítio, bem como o potencial de resiliência das mesmas, tolerância aos fatores de estresse, e ainda prever o sucesso ou não da regeneração em longo prazo (Venturoli et al., 2011; Mangueira, 2012; Souza, 2014). A utilização das análises fitossociológicas como ferramenta de análise da vegetação tem sido mais comum em ambientes de florestas nativas (Lima et al., 2007; Araujo et al., 2009; Lima et al., 2013; Franco et al., 2014) com propósitos de conservação, ao passo que as análises no âmbito dos ecossistemas florestais Amazônicos perturbados com o objetivo de analisar o grau de recuperação dessas áreas tem recebido menor atenção (Aguirre, 2012; Nunes et al., 2014; Jakovac et al., 2015).

Diante deste contexto, esta dissertação foi dividida em dois capítulos: No capítulo 1 são apresentados os resultados referentes à análise dos indivíduos arbóreos em regeneração após a remoção da cobertura florestal e abandono da área. No capítulo 2 são abordados os resultados de sobrevivência e crescimento de espécies florestais arbóreas de diferentes grupos ecológicos em sistema de plantio no campo.

OBJETIVO GERAL

Investigar o estabelecimento inicial de espécies arbóreas nativas utilizadas na recuperação de áreas alteradas por meio do plantio de mudas e condução da regeneração natural espontânea na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP – UFAM).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Analisar a composição florística e estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada em processo de recuperação;
- ✚ Verificar a capacidade de sobrevivência e o desempenho em crescimento de plantas jovens de espécies florestais de diferentes grupos ecológicos estabelecidas em campo via plantio de mudas.

CAPÍTULO I: Regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada no Amazonas

Wanda Lemos Paixão Nogueira¹, Marciel José Ferreira², Narrúbia Oliveira de Almeida³.

Resumo: As mudanças de uso do solo têm ocasionado crescente perda da cobertura florestal na Amazônia que, após abandonadas, constituem áreas potenciais para o estabelecimento da vegetação secundária. Estima-se na Amazônia cerca de 23% das áreas alteradas caracterizadas como vegetação secundária. O melhor entendimento da composição florística e estrutura da comunidade vegetal por meio do estudo qualitativo e quantitativo da regeneração natural são fundamentais para se identificar o grau de recuperação da área e as práticas silviculturais a serem eventualmente adotadas. O inventário da regeneração natural foi realizado em cinco parcelas de 15 x 9 m distribuídas aleatoriamente em uma área de 0,4 ha em processo de recuperação na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP - UFAM). Foram identificados indivíduos arbóreos regenerantes com altura superior a 10 cm, tendo o DAS (diâmetro a altura do solo) e altura medidos para posterior categorização em diferentes classes de tamanho. Também foram analisados os parâmetros da estrutura horizontal frequência, densidade e dominância, valores absolutos e relativos, as classes de tamanho, valor de importância (VI), valor de cobertura (VC), índice de regeneração, índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J'). Foram registrados 148 indivíduos pertencentes a oito famílias botânicas, nove gêneros e 13 espécies arbóreas. Um ano após a perda da cobertura vegetal, a regeneração natural da área foi dominada por espécies do gênero *Vismia* sp, as quais se destacaram na maior parte dos parâmetros analisados, densidade dominância, frequência, valores de importância e cobertura. Dentre estas, também foi possível verificar que espécies do gênero *Cecropia* colonizam a área. A área estudada possui baixa diversidade florística na regeneração natural, sendo dominada por indivíduos de espécies predominantemente pioneiras. A baixa diversidade observada pode estar associada ao recente tempo de abandono da área e à forte competição com espécies de plantas invasoras agressivas.

Palavras-chave: Sucessão secundária, composição florística, estrutura horizontal, espécies pioneiras.

CHAPTER I: Natural regeneration of woody species in disturbed area in the Amazonas

Wanda Lemos Paixão Nogueira¹, Marciel José Ferreira², Narrúbia Oliveira de Almeida³.

Abstract: The present study intended to show the changes of the land-use have caused a big loss of area covered by forest in a Amazon due to being abandoned. And these areas have become with a lot of potencial to establish a secondary vegetation. In Amazon is estimated approximately 23 percent of the altered areas, characterizing as secondary vegetation. A better understanding of the floristic composition and the vegetal community structure is through qualitative and quantitative study of natural regeneration. And these facts are very important to identify the level of recovery of areas and practices of silviculture to be eventually adopted. The inventory of natural regeneration was sampled in 5 plots of 15 x 9 m randomly distributed in an area of 0.4 ha. This recovery process took place at Experimental Farm of the Federal University of Amazon (UFAM-FAEXP). Based on study-area some regenerating arboreal individuals were identified with superior height 10 centimeters and having its ground height diameter (GHD) measured for further categorization of different size classes. Some itens were also analysed like: parameters of horizontal frequency, density, dominance, absolute and relative values, the classes of size, importance value (IV), recovery value (RV), regeneration index, and Shannon diversity *index*, *Pielou's evenness index: (J')*. There were being registered 148 individuals belonging to 8 botanical classes, 9 genres and 13 woody species. One year after the loss of vegetal covering, the natural regeneration was dominated for species of genre *Vismia* sp, that were important for the parameters analysed like a density, dominance, frequency, importance value and covering. Among these, it was also possible to observe that *Cecropia* species colonize the area. The study-area has low floristic diversity in natural regeneration, being dominated by individual's predominant species. The low diversity observed can be associated to the recente abandonment of the area of time and the Strong competition with invasive plant species.

Keywords: Secondary Succession, Floristic Composition, Horizontal Structure, Pioneer Species.

Introdução

O Bioma Amazônia acumula atualmente redução de cerca de 720 mil km² de fitofisionomias florestais (Fonseca et al., 2015). Os efeitos negativos deste impacto são sentidos em todo o planeta com consequências bem mais amplas e severas quando comparado aos impactos causados pelo desflorestamento de quaisquer outras áreas de florestas tropicais no mundo (Lawrence; Vandecar 2015).

Mesmo considerando o histórico de desaceleração nas taxas de desflorestamento desde o nível máximo alcançado em 2004 (Godar, 2014), o constante surgimento de novas áreas desflorestadas e as baixas taxas de reabilitação dessas áreas na Amazônia, revela que o desflorestamento e os impactos negativos associados a ele estão longe de serem controlados (Godar, 2014; INPE, 2014; Fonseca et al., 2015).

No cenário atual de conversão da floresta a outras formas de uso do solo, estima-se que cerca de 172.000 km² das áreas que sofreram desmatamento encontram-se em processo avançado de regeneração, embora outros 97.000 km² ainda sejam classificados como pasto sujo ou em fase inicial de regeneração, sendo passíveis portanto de ações para a condução da regeneração. A expectativa é que, se reabilitadas, essas áreas minimizariam em 37% os índices de áreas degradadas, as quais têm sido atualmente utilizadas para fins de reflorestamento em apenas 0,42% de sua extensão total (INPE, 2014).

Diante do prévio potencial de regeneração das áreas alteradas, a condução da regeneração natural com o objetivo de reabilitar áreas que perderam sua cobertura florestal seria uma opção viável, principalmente por oferecer vantagens de reduzir significativamente custos, uma vez que elimina os custos associados à mão de obra para a produção de mudas e plantio (Botelho et al., 2001; Shono et al., 2007).

Apesar da possibilidade de uso da condução da regeneração natural como método de recomposição vegetal de áreas alteradas, é importante considerar as limitações desse método, com destaque para sua restrição para

ambientes pouco degradados e com alto grau de resiliência, mantendo condições propícias à germinação e ao crescimento das mudas (Lamb et al., 2005; Holl; Aide 2011). O sucesso do método depende ainda do isolamento da área para eliminação dos fatores de degradação e das espécies competidoras e de ações para superar barreiras que possam dificultar o estabelecimento da regeneração natural, tais como a descompactação do solo e a baixa disponibilidade de fontes de propágulos (Engel; Parrotta, 2003; Gandolfi; Rodrigues, 2007; Venturoli et al., 2011; Souza, 2014).

Todavia, mesmo que esses pressupostos sejam atendidos é possível que em longo prazo as espécies regenerantes não garantam a sucessão ecológica, caso a composição florística seja predominantemente de espécies pioneiras de ciclo de vida curto, não ocorrendo espécies dos estágios mais avançados da sucessão (Lamb et al., 2005; Zonete et al., 2005; Venturoli et al., 2011; Souza, 2014). Dada a importância da composição vegetal para o sucesso da condução da regeneração, o objetivo desse estudo foi analisar a composição florística e a estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas de uma área alterada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP – UFAM) e verificar o potencial deste método para o reestabelecimento da vegetação na área. Diante do recente tempo de abandono, a expectativa é que o método de regeneração natural tenha potencial para a revegetação da área, porém o estágio de sucessão se encontre em fase inicial, com domínio de espécies do grupo ecológico das pioneiras.

2. Material e métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido em uma área de 0,4 ha localizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP - UFAM), localizada no km 38 da rodovia BR-174, Manaus, AM. Pela proximidade com a Reserva Florestal Adolpho Ducke, a FAEXP pode assumir algumas características comuns, tais clima tropical úmido, umidade relativa entre 84% e

90% e precipitação média anual de 2.100 mm e temperatura do ar entre 25°C e 28°C (Ribeiro et al.,1999, Silva, 2013).

A área faz parte de um conjunto de áreas dentro da FAEXP destinadas à condução de experimentos agrícolas, de pecuária, de pesca, florestais e outros (Franken, 2006), possui relevo levemente acidentado, solo ácido e pobre em nutrientes, do tipo latossolo amarelo álico (tabela 1, Capítulo 2).

Previamente à instalação do experimento a área foi utilizada no cultivo de mandioca e posteriormente abandonada. Na implantação do experimento, com a abertura de covas, a vegetação de capoeira foi retirada (em 25/11/2013) e desde então foi realizado o monitoramento da regeneração natural (figura 1).



Figura 1 Área alterada na FAEXP-UFAM onde o experimento foi implantado.

2.2 Análise da composição florística e estrutura da regeneração natural

Para a caracterização da regeneração natural foram instaladas cinco unidades amostrais com tamanho de 9 x 15 m. Quatorze meses após o isolamento da área, foi realizado um inventário da regeneração natural dentro de cada uma das parcelas.

Todos os indivíduos arbóreos regenerantes com altura superior a 10 cm foram identificados quanto à família e espécie, sendo medidos seus respectivos valores de altura e DAS (diâmetro a altura do solo) e, posteriormente categorizados em diferentes classes de tamanho, conforme adaptação de Pereira et al. (2014): Classe I – plantas com altura entre 0,1 e 0,3 m; Classe II – plantas com altura superior a 0,3 e inferior a 1,5 m; Classe III – plantas com altura entre 1,5 e 3,0 m.

A estrutura horizontal foi analisada por meio dos parâmetros de frequência, densidade e dominância, em valores absolutos e relativos e das classes de tamanho da regeneração natural. A partir desses dados foram calculados: o Valor de Importância (VI), Valor de Cobertura (VC), Índice de Regeneração, Classes de Tamanho da Regeneração Natural, Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') e o Índice de Equabilidade de Pielou (J') (Freitas e Magalhães 2012). Os cálculos foram processados por meio do programa EXCEL versão 2010.

As densidades absoluta e relativa foram calculadas segundo Finol (1971). A densidade absoluta foi obtida por meio da razão entre o número de indivíduos amostrados de determinada espécie e a área total amostrada. A densidade relativa consiste na razão percentual entre a densidade absoluta de cada espécie em relação à densidade total das espécies. Os valores foram obtidos pelas seguintes fórmulas:

$$DA_i = N_i / A$$

$$DR_i = (DA_i / DAT) * 100$$

Onde:

DA_i = densidade absoluta para a i-ésima espécie;

N_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

A = área amostrada, em hectare;

DR_i = densidade relativa para a i-ésima espécie;

DAT = somatório de todas as densidades absolutas.

A dominância, segundo Finol (1971), foi obtida por meio do somatório das áreas seccionais pertencentes a uma mesma espécie por unidade de área amostrada. A dominância relativa foi obtida pela porcentagem da soma das dominâncias absolutas (área basal por hectare) e seu valor corresponde à participação em porcentagem de cada espécie.

$$\mathbf{Do_{abs}: g / ha}$$

$$\mathbf{D_{rel}: ((g/ha) / (G/ha)) \times 100}$$

Em que:

D_{rel} = dominância absoluta em m^2 / ha para a i-ésima espécie;

g_i = área seccional de cada espécie, encontrada pela expressão:

$$\mathbf{g_i = Cas^2 / 4 \pi \quad \text{ou} \quad g_i = \pi Das^2 / 4 \text{ área.}}$$

Onde:

Cas = circunferência à altura do solo;

Das = diâmetro à altura do solo

π = constante trigonométrica

$\pi = 3,1416\dots$; ha = hectare;

Do_{Ri} = dominância relativa para a i-ésima espécie;

G = área basal total de todas as espécies por unidade de área.

Também foram calculadas as frequências absolutas (porcentagem de parcelas que ocorre uma determinada espécie em relação ao total de parcelas) e relativas (porcentagem de frequência de cada espécie em relação à frequência total), segundo Finol (1971) pelas seguintes expressões:

$$\mathbf{FA_i = (N_{U_i} / N_{UT}) \times 100}$$

$$\mathbf{FR_i = (FA_i / FAT) \times 100}$$

Em que:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie em porcentagem;

N_{U_i} = número de parcelas com presença da espécie i ;

N_{UT} = número total de parcelas amostradas;

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie;

FAT = somatório de todas as frequências absolutas.

Foram calculados os valores de importância e de cobertura para cada espécie. O Valor de Importância foi obtido pela multiplicação da densidade, dominância e frequência, em seus valores relativos. O valor de cobertura foi calculado pelo somatório dos valores de dominância e densidade relativos.

Esses índices permitem uma visão mais ampla da posição da espécie na comunidade vegetal, caracterizando sua importância num determinado tipo florestal, isto é, pode constituir uma indicação da diferença ou semelhança entre povoamentos quanto à estrutura e composição, características do sítio e a dinâmica dos povoamentos.

$$VI = DR + DoR + FR$$

$$VC = DoR + DR$$

Em que:

VI = valor de importância para a i-ésima espécie;

VC = valor de cobertura da i-ésima espécie;

DR = densidade relativa para a i-ésima espécie;

DoR = dominância relativa para a i-ésima espécie;

FR = frequência relativa para a i-ésima espécie.

O parâmetro classe de tamanho da regeneração natural, nas suas formas absolutas e relativas, foi estimado conforme as seguintes expressões:

$$CTARNi = \{(VF1*NI1i) + (VF2*NI2i) + (VF3*NI3i)\} \quad CTRRNi = (CTARNi / \text{SOMACTA}) * 100$$

Onde:

CTARNi = classe de tamanho absoluta da RN para a i-ésima espécie;

VF1 = valor fitossociológico para a classe de tamanho 1;

VF2 = valor fitossociológico para a classe de tamanho 2;

VF3 = valor fitossociológico para a classe de tamanho 3;

NI1i = nº de indivíduos amostrados da i-ésima espécie na classe de tamanho 1;

NI2i = nº de indivíduos amostrados da i-ésima espécie na classe de tamanho 2;

NI3i = nº de indivíduos amostrados da i-ésima espécie na classe de tamanho 3;

CTRRNi = classe de tamanho relativa da i-ésima espécie; SOMACTA = soma das classes de tamanho absolutas.

Os valores fitossociológicos para as diferentes classes de tamanho em altura foram estimados por meio da seguinte expressão:

$$VF_j = (N_{ij} / NIT) * 100$$

Onde:

VF_j = valor fitossociológico para a j-ésima classe de tamanho; N_{ij} = número de indivíduos na j-ésima classe de tamanho

NIT = número total de indivíduos.

A estimativa do parâmetro fitossociológico regeneração natural (RN_i) é utilizada para expressar a importância que cada espécie possui no estoque denominado de regeneração natural em relação à densidade, distribuição e posição sociológica (Scolforo, 1997). Este parâmetro é estimado a partir da média aritmética dos parâmetros densidade e frequência relativa e classe de tamanho relativa da regeneração natural. A expressão de cálculo utilizada foi:

$$RN_i = (DR_i + FR_i + CTRR_i) / 3$$

Em que: RN_i = regeneração natural da i-ésima espécie.

A diversidade de espécies foi calculada pelo Índice de Shannon e o Índice de Equabilidade (J) de Pielou. O índice de Shannon-Weaver (H') é calculado com base na relação entre o número de indivíduos por espécie e o número total de indivíduos amostrados, expressando um valor que combina os componentes: riqueza e equabilidade. Os valores do índice de Shannon usualmente variam entre 1,5 e 3,5 e, em casos excepcionais, excedem 4,5 (Nappo et al., 1999). É calculado por meio da fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^N n_i * \ln n_i / N$$

Onde:

H' = índice de Shannon-Weaver; i = 1... n; s

S= número de espécies amostradas; n_i = número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos amostrados.

ln = logaritmo neperiano

a) A equabilidade de Pielou diz respeito à uniformidade de distribuição dos indivíduos entre as espécies. Mede a regularidade com que os indivíduos estão divididos dentro da área. Este índice varia entre 0 e 1, onde 1 é a máxima uniformidade, isto é, todas as espécies são igualmente abundantes, sendo calculada pela seguinte expressão:

$$J' = H' / H_{\text{máx}}$$

Em que:

J' = índice de equabilidade de Pielou;

H' = índice de Shannon-Weaver;

Hmax (diversidade máxima) = $\ln s$, sendo s o número de espécies.

3. Resultados e discussão

3.1. Composição florística

No inventário florístico da regeneração natural foram encontrados 148 indivíduos, distribuídos entre 8 famílias botânicas, 9 gêneros e 13 espécies arbóreas (tabela 1). A família botânica com maior abundância \ foi *Hypericaceae*, representada por 4 espécies, refletindo 85% dos indivíduos pertencentes ao gênero *Vismia* sp.

Os gêneros *Vismia* e *Cecropia* têm sido os mais abundantes em estudos de sucessão secundária de áreas alteradas na região amazônica (Lima et al., 2007; Araujo et al., 2009; Massoca et al., 2012; Williamson et al., 2013; Longworth et al., 2014). Todavia, ambientes onde a regeneração natural é dominada por *Vismia* não seguem o modelo clássico de sucessão ecológica, uma vez que o padrão de arquitetura de copa dessas espécies não permite o fechamento do dossel, ocasionando intensa entrada de luz no ambiente, o que favorece a perpetuação dos indivíduos de espécies pioneiras não tolerantes à sombra, limitando desta forma o recrutamento de espécies tolerantes à sombra e conseqüentemente o avanço do processo sucessional (Jakovac et al., 2012).

Tabela 1 Relação das espécies arbóreas amostradas na regeneração natural em área alterada no Amazonas, em ordem alfabética de famílias e espécies, seguidas dos seus respectivos números de indivíduos. Parcela 1 (P1); Parcela 2 (P2); Parcela 3 (P3); Parcela 4 (P4); Parcela 5 (P5); Grupo Ecológico (GE)

Família/Espécie	GE	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Nº de Indivíduos
Anacardiaceae (1)							
<i>Tapirira guianensis</i>	P		1			1	2
Flacourtiaceae (1)							
<i>Casearia sylvestris</i>	P					1	1
Hypericaceae (4)							
<i>Vismia cayennensis</i>	P			37	2		39
<i>Vismia gracilis</i>	P		14	21	12	9	56
<i>Vismia guianensis</i>	P	1	3		8	19	31
<i>Vismia japurensis</i>	P			1			1
Mimosoideae (1)							
<i>Pentachlera macroloba</i>	NP			2		1	3
Melastomataceae (2)							
<i>Bellucia dichotoma</i>	P		1				1
<i>Miconia alata</i>	P		2	2			4
Memecylaceae (1)							
<i>Mouriri sp.</i>	NP					1	1
Solanaceae (1)							
<i>Solanum guianensis</i>	P	1			1		2
Urticaceae (2)							
<i>Cecropia sciadophylla</i>	P			1			1
<i>Cecropia distachya</i>	P		1	5			6
Total de indivíduos		2	2	69	23	32	148

Alta dominância de determinadas espécies na composição florística de uma área, tem sido comum em ambientes recém - perturbados (Souza et al., 2010), principalmente pelo fato desses ambientes serem em grande medida dominados por gramíneas, as quais limitam a presença de espécies menos tolerantes à competição, a exemplo das espécies pertencentes aos estágios mais avançados da sucessão (Klippel et al., 2015). As espécies arbóreas pioneiras típicas (*Cecropia sp.* e *Vismia sp.*, por exemplo) são mais eficientes no uso de recursos primários, tais como luz, água e nutrientes, sobressaindo sobre as demais espécies florestais (Silva et al., 2008; Silva et al., 2011).

A presença predominante de espécies pioneiras neste estudo (cerca de 98% dos indivíduos) indica o estágio inicial de sucessão da área, devendo para alcançar maior velocidade do processo sucessional serem adotadas alternativas tais como a introdução de espécies dos estágios mais avançados via plantios de enriquecimento (Zonete et al., 2005; Venturoli et al., 2011; Souza, 2014).

3.2 Estrutura da regeneração natural

Em relação à distribuição das espécies na área é possível inferir que poucas espécies contribuem de maneira efetiva para a estrutura fitossociológica da regeneração natural, uma vez que a abundância de indivíduos é representada predominantemente pelas espécies *V. gracilis* (38%), *V. caynenses* (26%) e *V. guianensis* (21%), as quais constituem cerca de 85% do total de indivíduos amostrados (tabela 2). Dentre as espécies mais frequentes na população, apenas as espécies *V. gracilis* e *V. caynenses* estiveram presentes em 80% das parcelas alocadas na área de estudo, as quais também estiveram entre as espécies mais abundantes e dominantes no povoamento, indicando desta forma a importância fitossociológica dessas espécies para a estrutura da vegetação em regeneração.

No que diz respeito ao valor de importância das espécies, embora a espécie *C. distachya* tenha apresentado frequência e dominância equivalentes às alcançadas pelas espécies *V. cayennensis* e *T. Guianensis*, se equiparado à *V. cayennensis* no que diz respeito à frequência e se igualado à espécie *V. guianensis* no que diz respeito à dominância, ambas as espécies (*C. distachya* e *T. guianensis*) apresentaram baixa densidade quando comparado as espécies do gênero *Vismia sp*, o que nos leva a crer que o parâmetro que mais influenciou para definir o valor de importância das espécies neste estudo foi a densidade das espécies em regeneração.

Embora *V. gracilis* tenha sido a espécie com maior valor de importância e de cobertura, esta não se destacou em relação ao parâmetro RN. Isto provavelmente se deu pela composição desses indicadores. Enquanto os indicadores VI e VC consideram a densidade, frequência e dominância para expressar a importância de cada espécie na regeneração natural, a RN é composta por outros índices, incluindo as classes de tamanho das espécies ocorrentes na regeneração (CTRRN e CTRRN%).

Tabela 2 Estrutura horizontal e classe de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada no Amazonas. Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR%), Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR%), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR%), valor de importância (VI%), valor de cobertura (VC%), classe de tamanho absoluta da regeneração natural (CTARN), classe de tamanho relativa da regeneração natural (CTRRN%) e índice de regeneração natural (RN%).

Família	Nome Científico	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC	CTARN	CTRRN	RN
Hypericaceae	<i>Vismia gracilis</i>	830	37,8	80	16	0,04	41,5	95,3	79,3	11	0,1	17,98
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i>	578	26,4	40	8	0,03	23,4	57,8	49,8	3540	36,7	23,69
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i>	459	20,9	80	16	0,01	8,8	45,7	29,7	2612	27,1	21,34
Urticaceae	<i>Cecropia distachya</i>	88,9	4,05	40	8	0,01	10,8	22,9	14,9	7	0,1	4,04
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	29,6	1,35	40	8	0,01	5,3	14,7	6,7	238	2,5	3,94
Mimosoideae	<i>Pentachlera macroloba</i>	44,4	2,03	40	8	0	3,4	13,4	5,4	354	3,7	4,6
Melastomataceae	<i>Miconia alata</i>	59,3	2,7	40	8	0	2	12,7	4,7	2317	24	11,57
Solanaceae	<i>Solanum guianensis</i>	29,6	1,35	40	8	0	2,5	11,9	3,9	184	1,9	3,75
Melastomataceae	<i>Bellucia dichotoma</i>	14,8	0,68	20	4	0	0,6	5,3	1,3	122	1,3	1,98
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	14,8	0,68	20	4	0	0,5	5,2	1,2	122	1,3	1,57
Flacortiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	14,8	0,68	20	4	0	0,5	5,2	1,2	6	0,1	1,9
Hypericaceae	<i>Vismia japurenses</i>	14,8	0,68	20	4	0	0,4	5,1	1,1	6	0,1	1,57
Memecylaceae	<i>Mouriri sp.</i>	14,8	0,68	20	4	0	0,4	5,1	1,1	122	1,2	1,98
		2193	100	500	100	0,10	100	300	200	9641	100	100

Ao considerar a distribuição das espécies nas diferentes classes de tamanho, observa-se que 78% do total de indivíduos estão concentrados na classe C2 (Figura 2). A espécie *V. gracilis*, além de alcançar o maior valor de importância, foi a única espécie a apresentar indivíduos distribuídos em todas as classes de tamanho. Tal fato, além de indicar o potencial dessa espécie em colonizar áreas recém-desflorestadas, sugere que esta espécie possui ainda condições de continuar na comunidade ao longo do processo sucessional contribuindo em médio e longo prazo para os processos ecológicos do ambiente em regeneração (Pereira et al., 2001; Silva 2007)

A espécie *V. cayennensis* que apresentou o segundo maior valor do índice de regeneração natural, teve os indivíduos distribuídos nas classes de tamanho C1 e C2, bem como a espécie *V. guianensis*, sugerindo que a colonização da área por esses indivíduos é mais recente com indivíduos ainda em crescimento, porém sua abundante presença na classe C1 indica a ocorrência de novos recrutamentos dessas espécies na regeneração natural.

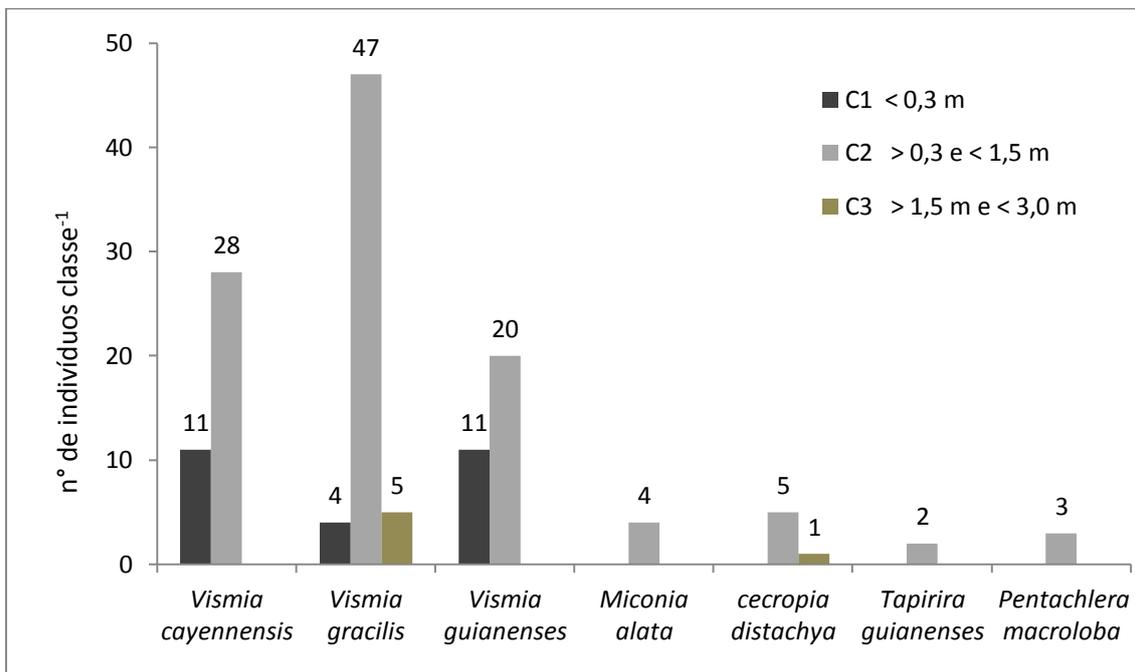


Figura 2 Distribuição das espécies por densidade nas diferentes classes de tamanho da regeneração natural para as sete espécies de maior RN (C1: plantas com altura menor que 0,3 m; C2: plantas com altura entre 0,3 e 1,5 m, C3: plantas com altura maior que 1,5 m e menor que 3,0).

Em paralelo à dominância de espécies pioneiras na área de estudo, também foi observada a presença de um menor número de indivíduos de espécies não pioneiras. Porém, o fato da presença desse grupo ecológico estar restrita à classe C2, sugere não ocorrência de novas entradas desses indivíduos na regeneração natural. Este fato pode ser explicado pela expressiva presença de gramíneas (*Paspalum sp.*, *Scoparia dulcis L.* e *Davilla sp.*) em toda a área de estudo. A presença de plantas invasoras induz forte competição por água e nutrientes comprometendo o estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais menos tolerantes, como as espécies dos estágios mais avançados da sucessão (Klippel et al., 2015). O sucesso do método de regeneração não depende apenas da presença de fontes de propágulos no entorno da área, sendo a eliminação do fator de degradação fundamental para o estabelecimento da regeneração de espécies menos agressivas, a exemplo das espécies florestais.

3.3 Diversidade

Em relação à diversidade de espécies da regeneração natural, embora os valores para florestas tropicais variem entre 3,83 e 5,85 nats/ind (Lima et al., 2012), a competição entre a regeneração natural de espécies arbóreas e plantas invasoras agressivas, além do tempo de abandono da área relativamente curto, podem ter sido decisivos para o baixo valor do índice de diversidade florística observado nesse estudo (1,59 nats/ind). A diversidade de espécies, bem como a trajetória sucessional de uma área alterada, pode ser influenciada dentre outros fatores pela intensidade e duração da perturbação, pelo histórico de uso e pela disponibilidade de fontes de propágulos (Holl, 2007; Holl; Aide 2011; Chazdon, 2012).

Ao quantificar a riqueza e a diversidade de espécies em áreas de florestas tropicais abandonadas há apenas dois anos e com diferentes históricos de uso, Zermeño-Hernández et al. (2015) constatou que o índice de Shannon variou entre 1,0 e 3,0, ficando porém a maioria das áreas com índice abaixo de 2,0. Essa baixa diversidade foi justificada pelos autores principalmente pela baixa disponibilidade de propágulos, fortemente reduzida em campos abertos sujeitos a longos períodos de uso agrícola. Daí a

importância na manutenção da cobertura florestal para o maior potencial de estabelecimento da regeneração natural como método de revegetação dessas áreas (Holl; Aide, 2011; Zermeño-Hernández et al., 2015).

Ao considerar o índice de equabilidade de Pielou (J), o valor observado neste estudo (0,60) está abaixo dos valores obtidos em outros estudos realizados na Amazônia (0,75 a 0,92) (Alves; Miranda, 2008). O baixo valor deste parâmetro resulta do grande número de indivíduos distribuídos entre poucas espécies, predominantemente do gênero *Vismia* sp. (Pinto, 2003).

4. Conclusão

Com base nas informações sobre a composição e estrutura da regeneração natural, pode-se concluir que a área em estudo possui baixa diversidade florística, sendo representada predominantemente por espécies pioneiras típicas, em especial do gênero *Vismia*. Esses resultados configuram o estágio inicial de sucessão ecológica, o qual pode estar associado ao histórico de recente abandono da área e à forte competição com plantas invasoras agressivas. Por outro lado, a ocorrência de espécies não pioneiras provenientes de fragmentos próximos à área de estudo indica o potencial de recuperação da vegetação em longo prazo por meio do método de condução da regeneração natural, devendo-se, contudo, adotar técnicas de manejo de plantas invasoras e futuros plantios de enriquecimento de espécies dos estágios mais avançados da sucessão como alternativas complementares para a revegetação da área.

CAPÍTULO II: Estabelecimento inicial de espécies florestais arbóreas em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas

Wanda Lemos Paixão Nogueira¹, Marciel José Ferreira², Narrúbia Oliveira de Almeida³.

Resumo: A análise do estabelecimento inicial das mudas no campo constitui etapa fundamental para a seleção de espécies arbóreas nativas com maior potencial de se desenvolverem em condições adversas, a exemplo daquelas encontradas em ambientes perturbados. O objetivo deste estudo foi investigar a sobrevivência e os padrões de crescimento de espécies florestais nativas de diferentes grupos ecológicos crescendo em área alterada no Amazonas. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com onze espécies (seis pioneiras e cinco não pioneiras), cinco repetições e espaçamento 3 x 2 m. Após dez meses do plantio, foram observadas taxas de sobrevivência superiores a 80% para a maioria das espécies nos diferentes grupos ecológicos. As espécies com maiores valores de incremento em altura e diâmetro foram: *Ochroma pyramidale* e *Trattinickia rhoifolia* (pioneiras), *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* e *Endlicheria anomala* (não pioneiras). As espécies estudadas possuem alta taxa de sobrevivência, porém apresentam padrões distintos de crescimento, os quais deverão ser considerados na definição das espécies a serem utilizadas em futuros programas de reflorestamento de áreas alteradas no Amazonas.

Palavras-chave: Crescimento, Sobrevivência, Pioneiras, Não Pioneiras, Amazônia.

CHAPTER II: Initial establishment of tree species in plantation for recovery of disturbed area in the Amazonas

Wanda Lemos Paixão Nogueira¹, Marciel José Ferreira², Narrúbia Oliveira de Almeida³.

Abstract: The analysis of initial seedling establishment in the field constitutes a fundamental step for the selection of native tree species with greater potential to develop under adverse conditions, like those found in disturbed environments. The objective of this study was to investigate the survival and growth patterns of native forest species with different ecological groups growing in disturbed area in the Amazonas. The experiment was installed in randomized blocks design with eleven species (six pioneers and no pioneers five), five repetitions and 3 x 2 m spacing. After ten months of planting, observed survival rates exceeding 80% for most species in different ecological groups. The species with the highest increment values in height and diameter were: *Ochroma pyramidale* and *Trattinickia rhoifolia* (pioneers), *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* and *Endlicheria anomala* (no pioneers). The species studied have a high survival rate, but feature distinct patterns of growth, which should be considered in the definition of the species to be used in future programmes of reforestation of disturbed areas in the Amazonas.

Keywords: Growth, Survival, Pioneer, Not Pioneer, Amazonia.

1. Introdução

As fitofisionomias florestais Amazônicas representam cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes do planeta (Verweij et al., 2009). Porém, estima-se atualmente uma perda total de cerca de 75 milhões de hectares da cobertura florestal na Amazônia brasileira (INPE, 2014). Grande parte dessas áreas têm sido destinadas à formação de pastagens (66%), sendo apenas 0,42% utilizadas para fins de reflorestamento (INPE, 2014). Na Região Metropolitana de Manaus em particular, as estimativas indicam 880 mil hectares de áreas desflorestadas (FVA, 2014).

Diante da necessidade de reintroduzir áreas então desflorestadas aos processos produtivos com objetivo de diminuir a pressão de exploração sobre as florestas nativas, os programas de reflorestamento constituem estratégia fundamental para a recomposição vegetal dessas áreas, embora tenham tido até o atual momento irrelevante participação quando comparado às demais classes de uso e cobertura do solo (Reich; Francelino, 2012; MMA, 2013; INPE, 2014).

O sucesso no estabelecimento das iniciativas de reflorestamento depende, dentre outros fatores, da definição do método mais adequado de plantio (Lamb et al., 2005; Campoe et al., 2014), da qualidade do sítio (Salomão et al., 2014) e da seleção das espécies com maior potencial de sobrevivência e crescimento nessas áreas (Vale, 2014; Sousa, 2014).

No que diz respeito à seleção das espécies para o reflorestamento, a maioria dos estudos têm abordado a identificação de espécies capazes de se estabelecer sob condições adversas de ambientes degradados (Román Dañobeytia et al., 2007; Tonini, 2008; Lima et al., 2009; Aguirre, 2012; Martínez-Garza 2013; Vale, 2014). No entanto, além da escolha correta das espécies deve-se levar em consideração a distribuição dessas espécies nos diferentes grupos ecológicos, de modo a se definir os modelos mais adequados de plantios, garantindo a sucessão florestal e o estabelecimento do plantio em longo prazo (Gris et al., 2012; Leandro Carlos et al., 2014; Campoe et al., 2014).

As espécies pioneiras, caracterizadas pelo rápido crescimento e alto potencial de cobertura do solo, favorecem a sucessão florestal, facilitando o estabelecimento de espécies não pioneiras intolerantes à alta irradiância observada em áreas abertas (Douterlungne et al., 2013; Winkler, 2015). Todavia, no mesmo grupo ecológico há diferenças de comportamento entre as espécies (Ferreira, 2007). Neste sentido, analisar o desempenho inicial em campo de espécies florestais nativas por meio da combinação de diferentes grupos ecológicos e as relações interespecíficas existentes constitui um desafio em programas de reflorestamento na região amazônica que naturalmente é caracterizada pela alta diversidade florística (Santos Junior et al., 2006; Bentes Gama et al., 2013).

Diante desse contexto, este estudo foi realizado com a expectativa de responder a seguinte questão principal: quais os padrões de sobrevivência e crescimento de onze espécies florestais nativas distribuídas em diferentes grupos ecológicos plantadas em área alterada no Amazonas. As hipóteses investigadas foram: i) as espécies utilizadas no plantio possuem alta taxa de sobrevivência durante o estabelecimento inicial em campo; ii) as espécies possuem padrões de crescimento (altura, diâmetro, área de copa) diferenciados, determinados não somente pelo grupo ecológico que ocupam. O objetivo desta pesquisa foi analisar as estratégias de crescimento inicial de espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos durante a fase de estabelecimento no campo.

2. Material e métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em uma área dentro da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP - UFAM), localizada no km 38 da rodovia BR-174, a qual destinasse à condução de experimentos agrícolas, de pecuária, de pesca, florestais e outros (Franken, 2006). Com relevo levemente acidentado, solo ácido e pobre em nutrientes, do tipo latossolo amarelo álico (ver tabela 1, Capítulo 2), conta com um histórico de cultivo de mandioca e posteriormente abandono.

2.2 Caracterização físico-química do solo

Para a caracterização do solo, antes do plantio foram coletadas amostras de solo com o auxílio de um cilindro volumétrico, sendo retiradas cinco amostras simples nas camadas de 0 a 5 cm e 5 a 20 cm de profundidade constituindo duas amostras compostas. Essas amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2,0 mm.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP/INPA), onde o Ca, Mg e Al foram extraídos com solução de KCl 1 M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA); enquanto o P, K, Mn e Zn foram extraídos com solução de Mehlich 1 (H₂SO₄ 40.0125 M + HCl 0.05 M). As determinações de K, Mn e Zn foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica (EAA); o P foi determinado por espectrometria utilizando molibdato de amônio e ácido ascórbico (Embrapa, 1997).

A matéria orgânica total (MOT) foi determinada por titulação conforme o método proposto por Conceição et al. (1999). O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (Bremner, 1996). E a análise granulométrica foi realizada pelo método de dispersão total, o qual se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo, com o teor de argila foi determinado a partir de uma alíquota de 20 mL da suspensão, a areia total separada por tamisação (peneiras) e os teores de silte por diferença em relação ao valor de 100% da amostra original (EMBRAPA, 1997).

A partir da análise físico-química do solo (tabela 1), o mesmo foi caracterizado com baixos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, acrescido do efeito negativo da acidez elevada e da saturação muito alta por alumínio, padrão típico da maioria dos solos do estado do Amazonas (Moreira; Fageria 2009). E com base nos resultados obtidos da análise foi realizada a correção do solo e adubação de plantio e cobertura, conforme recomendação técnica (Guelf et al., 2013).

Assim, foram aplicados 108,8 g de calcário em cada cova para a correção da acidez do solo antes do plantio. No momento do plantio, também foram

aplicados 74 g de Superfosfato simples (P). Trinta dias após o plantio, foram aplicados 10 g de FTEBR12, 16 g de amônio (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K). Sessenta dias após o plantio, foram aplicados 16 g de amônio (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K). Por fim, aos 90 dias após o plantio, foram aplicados 16 g de amônio (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K).

Tabela 1 Granulometria e características químicas do solo

Parâmetro	Unidade	Profundidade	
		0-5 cm	5-20 cm
ARGILA	g kg ⁻¹	77,00	81,00
SILTE	g kg ⁻¹	13,93	10,99
AREIA	g kg ⁻¹	9,07	8,01
pH (H ₂ O)		4,47	4,59
P (Fósforo Mehlich ⁻¹ .)	mg kg ⁻¹	1,34	0,54
K (Potássio Mehlich ⁻¹)	mg kg ⁻¹	13,30	9,30
Ca (Cálcio)	cmolc kg ⁻¹	0,04	0,03
Mg (Magnésio)	cmolc kg ⁻¹	0,07	0,05
Al (Alumínio)	cmolc kg ⁻¹	1,20	1,00
H+Al (Acidez potencial)	cmolc kg ⁻¹	4,50	4,00
SB (Soma de bases)	cmolc kg ⁻¹	0,14	0,10
t (CTC efetiva)	cmolc kg ⁻¹	1,34	1,10
T (CTC a pH 7,0)	cmolc kg ⁻¹	4,64	4,10
V (Saturação por bases)	%	3,10	2,53
m (Saturação por alumínio)	%	89,3	90,6
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	23,3	18,5
Fe	mg kg ⁻¹	156,8	143,8
Zn	mg kg ⁻¹	0,50	0,20
Mn	mg kg ⁻¹	1,00	8,00
Cu	mg kg ⁻¹	0,00	0,00
C	g kg ⁻¹	13,60	10,80
N	g kg ⁻¹	1,30	0,50

2.3 Preparo da área e instalação do experimento

O experimento foi instalado em fevereiro de 2014. Foram utilizadas onze espécies florestais nativas do grupo das pioneiras e não pioneiras (tabela 2).

Tabela 2 Espécies pioneiras e não pioneiras selecionadas para o experimento de campo.

Família	Espécie	Nome vulgar	Grupo ecológico
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Sumaúma	Pioneira
Bombacaceae	<i>Bombacopsis macrocalix</i>	Munguba falsa	Pioneira
Burseraceae	<i>Trattinickia rhoifolia</i>	Breu-sucuruba	Pioneira
Cesalpinioideae	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Taxí Branco	Pioneira
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Pau-de-balsa	Pioneira
Mimosoideae	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Orelha de macaco	Pioneira
Mimosoideae	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Pracaxí	Não Pioneira
Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	Não Pioneira
Lauraceae	<i>Endlicheria anomala</i>	Louro-fino	Não Pioneira
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Não Pioneira
Mimosoideae	<i>Parkia velutina</i>	Visgueiro	Não Pioneira

Essa seleção das espécies foi feita com base na disponibilidade de sementes de áreas de remanescentes florestais da região e bancos de sementes das instituições Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM-UFAM).

Dentre as atividades prévias de planejamento para a instalação do experimento em campo, além da escolha, coleta e armazenamento adequado das sementes, foi realizado o preparo da área e a produção das mudas em viveiro. A produção das mudas ocorreu no período de seis meses antes do plantio no campo. As mudas foram produzidas no viveiro da Universidade Federal do Amazonas, em sacos de polietileno (14 x 21 cm), tendo como substrato na proporção 2:1 de terra preta e argila enriquecida com nutrientes (3,5 g de Super Fosfato Simples, 1 g de calcário, 0,75 g de Sulfato de amônio, 0,2 g de Cloreto de Potássio e 0,2 de FTE BR 12). As mudas foram mantidas em casa de vegetação cobertas com estrutura de sombrite fixo nas laterais e na parte superior sombrite 50%, sendo o sombrite da parte superior removido para a aclimação das mudas á alta irradiância cerca de 30 dias antes do plantio em campo.

O plantio em campo foi realizado em covas de 40 x 50 cm preparadas com o auxílio de um perfurador de solo acoplado a um trator. O controle de formigas com aplicação de formicida foi realizado antes do plantio e seu monitoramento realizado mensalmente durante toda a condução do

experimento. O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capina manual a cada três meses ou sempre que necessário.

2.3 Análises de sobrevivência e crescimento

Nos primeiros 30 dias após a instalação do experimento foi realizado o monitoramento semanal de sobrevivência das mudas. Após o primeiro mês, a avaliação passou a ser quinzenal até 90 dias e, após o primeiro trimestre, a análise passou a ser realizada mensalmente até o fim do experimento.

O crescimento das mudas (altura, diâmetro do coleto e área de copa) foi realizado mensalmente, com auxílio de régua graduada em centímetro (considerado como padrão de medição o comprimento desde a base do coleto ao nível do solo até a gema apical principal da planta) e paquímetro digital (marca Mitutoyo). A área de copa (AC) foi calculada pela fórmula $\pi \times 0,25 \times (\text{diâmetro médio da copa})^2$ a partir de duas medidas ortogonais nas direções norte-sul e leste-oeste com o uso de uma trena (Peña-Claros et al., 2002). De posse dos dados de diâmetro, altura e área de copa iniciais (tempo 1) e finais (tempo 2) foram calculadas as taxas de crescimento relativo após 10 meses de experimentação, seguindo as metodologias de Bugbee (1996) e Davanso et al. (2002).

2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com onze espécies e cinco repetições, cada bloco possuindo 135 m² (9 x 15 m). O plantio foi realizado seguindo o sistema de quincôncio, onde cada espécie não pioneira se posiciona no centro de um quadrado composto por quatro espécies pioneiras, em espaçamento de 3 x 2 m. Mudas da espécie *O. pyramidale* foram utilizadas como linha de bordadura em cada bloco (figura 1).

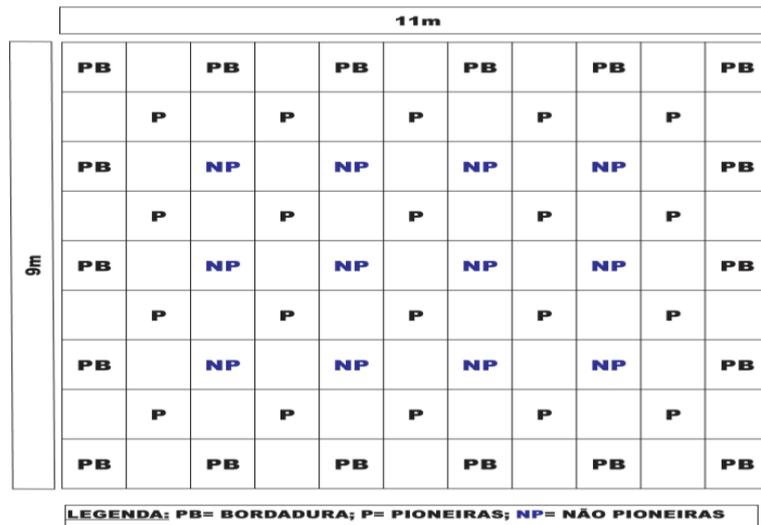


Figura 1 Croqui de campo, disposição das mudas nas covas.

A normalidade dos dados foi analisada pelos testes de Lilliefors e Kolmogorov-Smirnov, e a homogeneidade das variâncias verificada pelo método de Levene. Para os casos de não atendimento aos pressupostos anteriores, os dados foram transformados pelo método da raiz quadrada e submetidos à análise de variância (ANOVA one way) e ao teste de Tukey ($P < 0,05$). Todas as análises foram processadas no programa Statistica versão 8.0 (StatSoft).

3. Resultados e discussão

3.1 Sobrevivência

A sobrevivência em campo constitui fator determinante para o sucesso de projetos de reflorestamento em áreas alteradas, além de definir a viabilidade de utilização de determinada espécie (Santos Junior et al., 2006). De modo geral, no presente estudo observou-se alta taxa de sobrevivência para a maioria das espécies, sendo que apenas 6% do total de mudas plantadas morreram após dez meses do plantio. Das onze espécies utilizadas, apenas duas tiveram sobrevivência inferior a 80% até os dez meses após o plantio (tabela 3). Este resultado está de acordo com as expectativas de êxito de projetos de reflorestamento de áreas degradadas, em que se espera alcançar pelo menos 80% de sobrevivência durante o estabelecimento inicial das mudas (Piña-Rodrigues et al., 1992).

No grupo ecológico das espécies pioneiras, *B. macrocalix*, *C. pentandra*, *O. pyramidale*, *E. schomburgkii* e *T. rhoifolia* tiveram 100% de sobrevivência, enquanto *S. paniculatum* apresentou 40%. A baixa taxa de sobrevivência observada para a espécie *S. paniculatum*, porém, difere dos resultados observados por Mochiutti et al. (1999), que encontraram sobrevivência média de 81% para a mesma espécie. Os resultados verificados neste estudo, entretanto, corroboram os valores observados por Souza et al. (2010), que observaram taxas de sobrevivência entre 27,8 e 63,9% para *S. paniculatum* cultivada a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. A baixa sobrevivência observada para *S. paniculatum* no presente estudo pode ser devido ao porte da muda utilizada no plantio (diâmetro médio de 1,6 mm e altura média de 0,10 m aos 4 meses de idade). Apesar da baixa sobrevivência, a espécie apresentou os maiores incrementos em área de copa, característica fundamental para alcançar a rápida cobertura da área (tabela 3).

Os padrões de altura e diâmetro das mudas de espécies florestais possuem relação direta com o desempenho inicial das espécies nos primeiros anos do plantio (Pinto et al., 2011; Tsakaldimi et al., 2013). Embora algumas características morfológicas possam perder o seu valor preditivo com o tempo, em função dos fatores ambientais e genéticos atuantes (Pinto et al., 2011), o desempenho em campo pode ser estimado a partir da análise da qualidade da muda em viveiro, em especial pela variável diâmetro à altura do coleto (Tsakaldimi et al., 2013). Para *S. paniculatum* não há informações sobre o padrão de tamanho ideal para o plantio, porém acredita-se que o baixo porte das mudas utilizadas tenha sido fundamental para a menor sobrevivência desta espécie em campo.

Em relação às espécies não pioneiras, *H. courbaril*, *E. anomala* e *P. macroloba* tiveram 100% de sobrevivência, ao passo que a *P. velutina* alcançou 80% de sobrevivência e *C. odorata* (73%) foi a única espécie com sobrevivência abaixo do limite considerado ideal para projetos de reflorestamento (Piña-Rodrigues et al., 1992). Porém, o desempenho dessa espécie foi semelhante ao observado em outros estudos (Arteaga; Izaguirre 2004; Souza et al., 2010), em função da susceptibilidade da espécie ao ataque

da Broca-do-cedro (*Hypsiphylla grandella*) (Alberto et al., 2006; Marconato, 2010).

De modo geral, os resultados de sobrevivência das espécies deste estudo (média de 90%) aos dez meses do plantio sugerem adequada capacidade de aclimação das mesmas às condições nem sempre favoráveis encontradas em ambientes alterados (por exemplo, baixa disponibilidade de nutrientes e excesso de irradiância) (Breugel et al., 2011; Campoe et al., 2014). Assim, ao menos do ponto de vista de sobrevivência, grande parte das espécies se mostraram adequadas para a composição de modelos de plantios mistos para a recomposição vegetal de áreas alteradas no estado do Amazonas.

Tabela 3 Características de sobrevivência e crescimento de onze espécies florestais (pioneiras e não pioneiras) aos dez meses após o plantio em área alterada no Amazonas. G. E. (Grupo Ecológico), Altura total (Ht), Taxa de crescimento relativo em altura (TCR-a), Diâmetro à altura do solo (DAS), Taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCR-d), Área de copa (AC), Taxa de crescimento relativo em área de copa (TCR-c).

G. E	Espécies	Sobrevivência (%)	Ht (m)	TCR-a (m m ⁻¹ mês ⁻¹)	DAS (mm)	TCR-d (mm mm ⁻¹ mês ⁻¹)	A.C. (m ²)	TCR-c (m ² m ²⁽⁻¹⁾ mês ⁻¹)
Pioneiras	<i>B. macrocalix</i>	100	1,30 ± 0,09 BC	0,08 ± 0,01 B	30,87 ± 1,52 B	0,13 ± 0,01 C	0,03 ± 0,00 B	0,06 ± 0,01 B
	<i>C. pentandra</i>	100	1,98 ± 0,13 A	0,13 ± 0,02 B	44,17 ± 3,10 A	0,19 ± 0,02 B	0,11 ± 0,02 AB	0,08 ± 0,02 B
	<i>E. schomburgkii</i>	100	0,57 ± 0,09 CD	0,14 ± 0,02 B	9,76 ± 1,57 C	0,14 ± 0,02 C	0,03 ± 0,01 B	0,10 ± 0,01 AB
	<i>O. pyramidale</i>	100	2,95 ± 0,30 A	0,13 ± 0,01 B	52,58 ± 5,00 A	0,26 ± 0,01 A	0,19 ± 0,04 A	0,06 ± 0,02 B
	<i>S. paniculatum</i>	40	0,28 ± 0,04 D	0,11 ± 0,03 B	4,04 ± 0,53 C	0,11 ± 0,01 C	0,02 ± 0,00 B	0,16 ± 0,01 A
	<i>T. rhoifolia</i>	100	0,99 ± 0,08 CD	0,21 ± 0,01 A	23,94 ± 1,97 B	0,26 ± 0,01 A	0,09 ± 0,01 AB	0,12 ± 0,02 AB
Não Pioneiras	<i>C. odorata</i>	66,7	0,53 ± 0,06 c	0,10 ± 0,02 bc	18,43 ± 2,83 ab	0,16 ± 0,01 a	0,11 ± 0,03 ab	0,07 ± 0,01 c
	<i>E. anomala</i>	100	0,92 ± 0,10 ab	0,13 ± 0,01 ab	13,47 ± 1,48 b	0,15 ± 0,01 ab	0,04 ± 0,01 b	0,06 ± 0,02 c
	<i>H. courbaril</i>	100	1,21 ± 0,07 a	0,14 ± 0,02 ab	14,25 ± 1,18 b	0,15 ± 0,01 ab	0,18 ± 0,04 a	0,22 ± 0,02 a
	<i>P. macroloba</i>	100	0,69 ± 0,07 bc	0,06 ± 0,02 c	13,46 ± 1,15 b	0,10 ± 0,01 b	0,04 ± 0,01 b	0,04 ± 0,01 c
	<i>P. velutina</i>	80	0,63 ± 0,07 bc	0,16 ± 0,02 a	24,85 ± 2,83 a	0,17 ± 0,01 a	0,10 ± 0,02 ab	0,13 ± 0,02 b

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Letras maiúsculas comparam espécies do grupo ecológico das pioneiras; letras minúsculas comparam espécies do grupo ecológico das não pioneiras.

3.2 Características de crescimento das espécies

O crescimento das espécies apresentou padrões distintos dentro de cada grupo ecológico (figura 2). Esses resultados, de certa forma, confirmam o potencial de crescimento inerente a cada espécie sob as mesmas condições edafo-climáticas (Ferreira, 2007), e, ao mesmo tempo, justifica a análise de desempenho individual das espécies a fim de identificar espécies mais adequadas para a composição das iniciativas de reflorestamento.

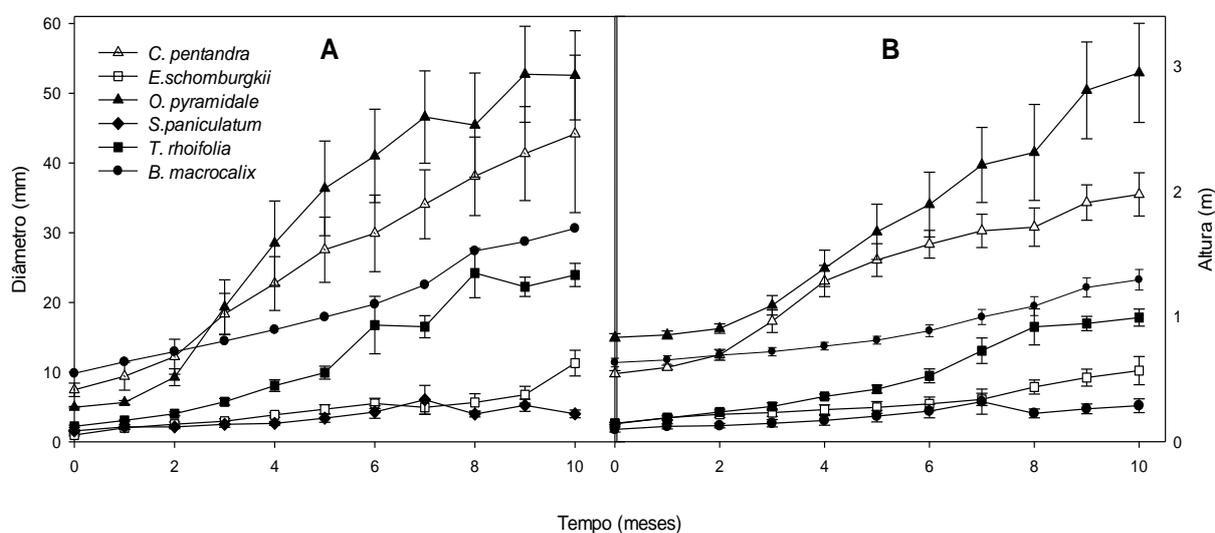


Figura 2. Crescimento em diâmetro (A) e altura (B) das espécies pioneiras dez meses após o plantio (n = 5). As barras indicam o erro padrão.

Quanto ao crescimento das espécies pioneiras, observamos que as espécies *O. pyramidale* e *C. pentandra* alcançaram as maiores médias em altura e em diâmetro após 10 meses do plantio, e esse desempenho também observado em outros estudos tem justificado o uso dessas espécies em plantios para recuperação de áreas degradadas, onde se deseja cobrir rapidamente o solo (Diemont et al., 2006; Wishnie et al., 2007; Cedeño 2010; Souza et al., 2010; Breugel et al., 2011; Rondon Neto et al., 2011; Douterlungne et al., 2013).

Todavia, acredita-se o porte final das espécies pode ter sido influenciado principalmente pelas diferenças na altura inicial das mudas levadas para campo, uma vez que ao analisar a taxa de crescimento relativo de cada espécie, retirando-se o efeito da falta padrão no tamanho inicial das mudas

(Benincasa 2003), vemos que foram as espécies pioneiras *O. pyramidale* e *T. rhoifolia* que alcançaram as maiores taxas de crescimento após 10 meses do plantio (figuras 1a e 1c).

As taxas de crescimento em altura das espécies *O. pyramidale* e *T. rhoifolia*, foram cerca de 2,5 vezes superiores às espécies com os menores incrementos em altura (*B. macrocalix*) e diâmetro (*S. paniculatum*). Além de se destacar em relação aos incrementos em diâmetro e altura, a espécie *T. rhoifolia* também alcançou maiores taxas de crescimento em área de copa, seguida pelas espécies *S. paniculatum* e *E. schomburgkii* (figura 1e). O padrão de crescimento observado para a espécie *T. rhoifolia* (maiores valores de diâmetro, altura e área de copa) é fundamental para a rápida cobertura da área e o sombreamento das espécies arbóreas menos tolerantes à alta irradiância, além do mais eficiente autocontrole da matocompetição.

Os resultados obtidos neste estudo para *T. rhoifolia* são equivalentes ao observados por Souza et al. (2008) em cultivo à pleno sol 12 meses após o plantio, onde foi verificado aproximadamente 100 cm de altura e 28 mm de diâmetro. No estudo realizado por Salomão et al. (2014), esta espécie foi considerada de boa adaptabilidade uma vez que a mesma apresentou incremento em altura superior à maioria das espécies ($0,77 \text{ m ano}^{-1}$), sendo ainda indicada para a composição de projetos de reflorestamento. O rápido crescimento de *T. rhoifolia* no presente estudo pode consubstanciar a discussão existente na literatura quanto à correta classificação desta espécie entre os diferentes grupos ecológicos, uma vez que ainda não há precisão quanto à sua definição funcional, se pioneira (Lorenzi, 2002; Condé; Tonini, 2013) ou não pioneira (Cunha, 2012; Schwartz, 2013).

Para as espécies não pioneiras, observou-se diferentes estratégias de crescimento, embora os padrões de crescimento parecessem ter sido menos diferenciados quando comparados aos padrões das espécies pioneiras. Enquanto algumas espécies investiram mais no crescimento em diâmetro, a exemplo de *P. velutina* e *C. odorata*, outras investiram mais no crescimento em altura, como *H. courbaril* e *E. anomala*. (figura 3).

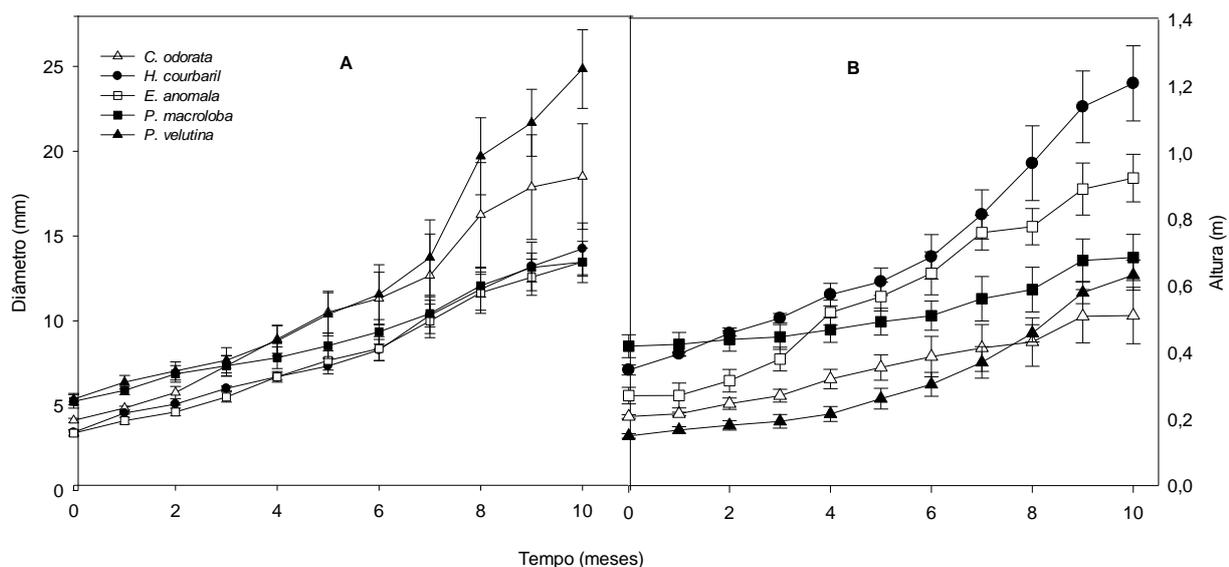


Figura 3 Crescimento em diâmetro (A) e altura (B) das espécies não pioneiras dez meses após o plantio. (n = 5). As barras indicam o erro padrão.

No que diz respeito ao crescimento relativo em altura, três espécies se destacaram, sendo elas: *H. courbaril*, *P. velutina* e *E. anomala*. Contudo, a espécie *H. courbaril* foi a única espécie que, além de ter alcançado os melhores desempenhos em altura e diâmetro, também obteve crescimento superior às outras espécies em relação ao incremento em área de copa (tabela 3).

O desempenho superior da espécie *H. courbaril* também foi verificado por Souza et al. (2008) que alcançou altura aproximada de 1,2 m aos 12 meses após o plantio, assim também Salomão et al. (2014) consideraram esta espécie com bom incremento anual em altura ($0,44 \text{ m ano}^{-1}$). Assim, o bom desempenho desta espécie em campo sob condições adversas, tem justificado o seu uso em plantios de recuperação, principalmente quando associada à espécies de outros diferentes grupos ecológicos (Aragão, 2009; Campoe et al., 2014). Segundo Campoe et al. (2014), esta espécie tem se mostrado ainda bastante responsiva à aplicação de tratamentos silviculturais (adubação e controle de plantas invasoras) durante a condução do plantio, com incrementos da ordem de 140% superiores à condição sem aplicação destes tratamentos. Isso demonstra o potencial de crescimento adicional da espécie quando as mudas recebem os tratamentos silviculturais necessários e adequada condução do plantio.

No que concerne à espécie *P. velutina*, não foram encontrados na literatura resultados que pudessem balisar o desempenho da espécie aos dez meses de plantio. Porém, quando comparada às outras espécies do mesmo gênero, observa-se que o crescimento de *P. velutina* neste estudo foi superior aos resultados alcançados por Costa et al. (2014), que aos dez meses de plantio encontraram taxas de crescimento relativo em altura não superior a 0,10 m m⁻¹ mês⁻¹ e diâmetro próximo de 0,05 cm cm⁻¹ mês⁻¹ para as espécies *P. multijuga*, *P. nítida* e *P. pendula*.

Em relação à espécie *E. anomala*, embora tenha alcançado crescimento relativo em altura significativo, não observou-se o uso dessa espécie em programas de plantios para a recuperação de áreas degradadas.

Quanto à espécie *C. odorata*, embora tenha se destacado entre as espécies de maiores incrementos em diâmetro, seu crescimento relativo em altura e área de copa foi significativamente afetado pelo ataque da Broca-do-cedro ainda nos primeiros meses após o plantio, o que tem sido comum para esta espécie mesmo em plantios mistos (Marconato, 2010; Souza et al., 2010).

4. Conclusão

À exceção de *S. paniculatum* (pioneira) e *C. odorata* (não pioneira), todas as espécies possuem altas taxas de sobrevivência durante a fase inicial de estabelecimento em campo. As espécies possuem distintos padrões de crescimento determinados não somente pelas diferenças de grupo ecológico. Neste sentido, as espécies pioneiras *O. pyramidale* e *T. rhoifolia* e as não pioneiras *P. velutina*, *H. courbaril*, *C. odorata* e *E. anomala* e destacaram em relação ao crescimento em diâmetro e altura quando comparadas às demais espécies do mesmo grupo ecológico.

CONCLUSÃO GERAL

A área estudada possui baixa diversidade florística na regeneração natural, sendo dominada por indivíduos de espécies predominantemente do gênero *Vismia*. A baixa diversidade observada pode estar associada ao recente tempo de abandono da área e à forte competição com espécies de plantas invasoras agressivas.

O controle de gramíneas aliado à implementação de plantios de enriquecimento das espécies *O. pyramidale*, *C. pentandra*, *T. rhoifolia*, *P. velutina*, *H. courbaril*, *C. odorata* e *E. anomala* configuram estratégias potenciais para a recomposição florestal da área estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(INTRODUÇÃO)

AGUIRRE, A. G. Avaliação do potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012

ARRAES, R. de A. e, et al. Causas do Desmatamento no Brasil e Seu ordenamento no Mundial contexto. Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. 2012

ARAUJO, R. de A. et al. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. Acta Amazonica. 2009

BARNI P. E et al. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil's Roraima State from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). Environ Manage. 2014

CAMPOE, O.C. et al. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. Forest Ecology and Management. 2014.

CARNEIRO, P. H. M. 2002. Caracterização florística, estrutural e da dinâmica da regeneração de espécies nativas em um povoamento comercial de Eucalyptus grandis em Itatinga, São Paulo. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba.

COLE, R. J. et al. Seed Rain under Tree Islands Planted to Restore Degraded Lands in a Tropical Agricultural Landscape. Ecological Applications. 2010.

CORTES, J. M. Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina-DF. 2012.

FALCÃO, J. C. F. et al. Efficiency of different planted forests in recovering biodiversity and ecological interactions in Brazilian Amazon. Forest Ecology and Management. 2015.

FEARNSIDE, P. M. A floresta amazônica nas mudanças globais. Manaus: INPA, 134p. 2003.

FONSECA, P.A.M., Veiga et al Projecting Extreme Changes in Summer Rainfall in South America by the Middle of the 21st Century. Atmospheric and Climate. Sciences. 2014.

FRANCO, B. K. S. et al . Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. Revista Árvore, Viçosa-MG. 2014

HANSEN, M. C. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. Science 2013

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2014). Projeto TerraClass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal, 2014.

JAKOVAC, A. C.C. Age and light effects on seedling growth in two alternative secondary successions in central Amazonia, *Plant Ecology & Diversity*. 2012.

LAWRENCE, D. e VANDECAR, K.. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nature Climate Change*. 2015.

LIMA, A. J. N.. et al. Análise da estrutura e do estoque de fitomassa de uma floresta secundária da região de Manaus AM, dez anos após corte raso seguido de fogo. *Acta Amazonica*. 2007.

LIMA, R. et al. Composição florística da regeneração natural em floresta ombrófila mista. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba*. 2013.

MACHADO L. de O. R. Desflorestamento na Amazônia brasileira: ação coletiva, governança e governabilidade em área de fronteira. *Sociedade e Estado*, Brasília. 2009

MANGUEIRA, J. R. de S. A. A regeneração natural como indicadora de conservação, de sustentabilidade e como base do manejo adaptativo de fragmentos florestais remanescentes inseridos em diferentes matrizes agrícolas. (mestrado) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012

MARTINS, S.V. Restauração ecológica de ecossistemas degradados – Viçosa, MG: ED.UFV. 2012.

MÔNICO, A. C. Transferência de bancos de sementes superficiais como estratégia de enriquecimento de uma floresta em processo de restauração. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba. 2012.

NOGUEIRA, E. M. et al. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazon. *Glob Change Biol.*, 2015.

NUNES, S. S. et al. 22 year assessment of deforestation and restoration in riparian forests in the eastern Brazilian Amazon. *Environmental Conservation*. Foundation for Environmental Conservation 2014

PINTO, J. R. R. et al. Princípios e técnicas usadas na recuperação de áreas degradadas. In: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado. Brasília; CRAD, 2011.

PRYDE, E. C. et al Conservation of tropical forest tree species in a native timber plantation landscape. *Forest Ecology and Management* (2015)

RODRIGUES, R. R.; Gandolfi, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 1996.

SALOMÃO P. et al. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2014

SHONO, K. Application of Assisted Natural Regeneration to Restore Degraded Tropical Forestlands. Restoration Ecology, 2007.

SOUZA, L. M. de. Regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras, 2014.

SWAINE, M.D.; Whitmore, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetatio, 1988

VENTUROLI, F. et al. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2011

ZAHAWI, R. A. et al. The Effect of Restoration Treatment Soils and Parent Tree on Tropical Forest Tree Seedling Growth. Open Journal of Forestry, 2015.

(CAPITULO I)

ALVES, J.C.Z.O., e Miranda, I.S. Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de terra firme aplicada ao manejo florestal. Acta Amazonica, 2008.

ARAÚJO, R. de A. et al. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. Acta Amazonica. 2009

BOTELHO, S. A. et al. Implantação de Florestas de Proteção. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CHAZDON, R., Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration- University of Connecticut. Storrs, Connecticut, USA. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, set.-dez. 2012

CRUZ, J. 2001. Caracterização morfológica, fenológica e produtividade de *Oenocarpus bacaba* Martius (Palmae) em floresta de terra firme e pastagens na Amazônia Central. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas.

ENGEL, V.L. & J.A. Parrotta. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. (2003) em P. Y. Kageyama, R. E. Oliveira, L. F. D. Moraes, V. L. Engel e F. B. Gandara, editores. Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Botucatu, SP

FONSECA, A. et al . Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (janeiro de 2015) SAD. Imazon, Belém, Brasil. http://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/transparencia_florestal/amazonia_legal/SAD-Janeiro2015.pdf

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas virgens tropicales. Rev. For. Venez., Merida, 1971.

FRANKEN, E. P. Influência da serrapilheira acumulada na base da palmeira de sub-bosque *Attalea attaleoides* (Barb. Rodr.) Wess. Boer (Arecaceae) sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central – 2006.

FREITAS, W.K. e MAGALHÃES, L.M.S.; (2012) Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. Revista Floresta e Ambiente 2012 out./dez.; 19(4):520-540.

GANFOLFI S. e RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas. Fundação Cargill. 2007. pp.109-143.

GODAR. J. et al. Actor-specific contributions to the deforestation slowdown in the Brazilian Amazon. PNAS 2014.

HOLL, K. D. Old field vegetation succession in the neotropics. Pages 93–117 in V. A. Cramer, and R. J. Hobbs, editors. Old fields. Island Press, Washington, D.C., 2007.

HOLL, K.D., Aide, T.M., 2011. When and where to actively restore ecosystems? Forest Ecology and Management 261, 1558–1563.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2014). Projeto TerraClass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal, 2014.

JAKOVAC, A. C.C. Age and light effects on seedling growth in two alternative secondary successions in central Amazonia, Plant Ecology & Diversity, 2012.

KLIPPEL V. H. et al. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2015

LAMB D. et al. Restoration of degraded tropical forest landscapes. Science, 2005.

LAWRENCE, D. e VANDECAR, K.. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. Nature Climate Change. 2015.

LIMA, A. J. N. et al. Análise da estrutura e do estoque de fitomassa de uma floresta secundária da região de Manaus AM, dez anos após corte raso seguido de fogo. Acta Amazonica, 2007.

LIMA, R. B. A. Fitossociologia de um trecho de floresta ombrófila densa na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Uacari, Carauari, Amazonas, Scientia Plena 8, 2012.

LONGWORTH, J. B. et al. Shifts in Dominance and Species Assemblages over Two Decades in Alternative Successions in Central Amazonia. *BIOTROPICA* 46(5): 529–537, Tree Assemblages in Alternative Successions 2014

MASSOCA P. E. dos S. et al. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, 2012.

NAPPO, M.E. et al. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. Lavras – MG. Lavras: UFLA, 1999. (Boletim Agropecuário).

PEREIRA, I. M. et al. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. *Acta Botânica Brasílica*, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 431-426, 2001

PEREIRA, I. M. et al. Estrutura fitossociológica da regeneração natural de uma área de cerrado no município de Curvelo, MG. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer – Goiânia, 2014.

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

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 1999.

SCOLFORO, J. R. S. Manejo Florestal. In: CALEGÁRIO, N. Estudo da regeneração natural visando à recuperação de áreas degradadas e o manejo florestal. Lavras: UFLA, 1997.

SHONO, K., Application of Assisted Natural Regeneration to Restore Degraded Tropical Forestlands. *Restoration Ecology*, 2007.

SILVA, W. C. et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. *Revista Ciência Florestal*, v.17, n.4, p.321-331, 2007.

SILVA C. E. M. et al. Water-use efficiency of tree species following calcium and phosphorus application on an abandoned pasture, Central Amazonia, Brazil. *Environmental and Experimental Botany* 64, 2008.

SILVA, C.E.M. et al. Photosynthetic traits and water use of tree species growing on abandoned pasture in different periods of precipitation in Amazonia *Photosynthetica*, 2011.

SILVA, L. R. Abundância e densidade de espécies de primatas e suas relações com as características ambientais e da sazonalidade na Fazenda Experimental da UFAM, Central Amazônia. (Mestrado), 2013.

SOUZA, C. R. et al. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. Acta Amazonica. vol. 40(1) 2010

SOUZA, L. M. de. Regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras, 2014.

VENTUROLI, F et al. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2011

WILLIAMSON, G. B. et al . 2013. Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. Plant Ecology & Diversity Applied Vegetation Science && (2015)

ZERMEÑO-HERNÁNDEZ, I. et al. Ecological disturbance regimes caused by agricultural land uses and their effects on tropical forest regeneration. International Association for Vegetation Science, 2015.

ZONETE, M. et al. Plano de pesquisa e desenvolvimento em recomposição e enriquecimento florestal com espécies nativas no Parque Florestal São Marcelo em Mogi-Guaçu-SP. Piracicaba: Relatório do Estágio Profissionalizante em Engenharia Florestal – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2005.

(CAPITULO II)

AGUIRRE, A. G. Avaliação do potencial da regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012

ALBERTO, V. et al. Evaluación de Rendimientos y Rentabilidad de los Componentes Asociados Swietenia macrophylla (Caoba), Cedrela odorata (Cedro) y Carica papaya (Lechosa), establecidos en Ensayos Agroforestales en la Finca ULA, Estación Experimental Caparo, Edo. Barinas, Venezuela. Rev. For. Lat. 2006.

ARAGÃO, A. G. Estabelecimento de espécies florestais nativas em áreas de restauração ciliar no Baixo rio São Francisco. Dissertação (Mestrado). Núcleo de pós-graduação em estudos em recursos naturais. Universidade Federal do Sergipe, 2009.

ARTEAGA e IZAGUIRRE. Comportamiento de especies tropicales bajo tres sistemas. Foresta Veracruzana. 2004.

BENTES GAMA, M.M. et al. . Reforestation feasibility in area formerly used for cattle raising in the state of Rondônia, northwest Brazilian Amazon. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2013.

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BREMMER, J. M. 1996. Nitrogen-total. Methods of soil analysis. Part 3-chemical methods, 1085-1121.

BREUGEL, M. V. et al. Early growth and survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management*, 2011.

BUGBEE, B.G. Growth, analyses and yield components. In: Salisbury, F. B. (Ed.). *Units, Symbols and Terminology for plant physiology*, Oxford University Press, 1996.

CAMPOE, O.C. et al. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. *Forest Ecology and Management*, 2014.

CEDEÑO, C.D.P. "Evaluación del crecimiento inicial de *Eucalyptus urograndis*, *Gmelina arborea* Roxb Y *Ochroma pyramidale* Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda zoila luz del canton santo domingo". Monografía - Ingeniería Agropecuaria. Santo Domingo – Ecuador. 2010

CONCEIÇÃO, M. et al., Pesquisa em Andamento n° 03, Embrapa-Solos. 1999

CONDÉ, T. M., Tonini, H. *Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional*, Roraima, Brasil, 2013.

COSTA, K. C. P. da . *Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de parkia em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central*. FLORESTA, Curitiba, PR, 2014

CUNHA, U. S. da et al. Diameter structure and phytosociological frequency of a "terra firme" Amazon Forest, before and after selective cutting. *Floresta*, Curitiba, PR, 2012.

DAVANSO, V.M. et al. Photosynthesis, growth and development of *Tabebuia avellanedae* Lor. Ex. Griseb (Bignoniaceae) in flooded soil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2002.

DIEMONT S.A.W. et al. Lacandon Maya forest management: restoration of soil fertility using native tree species. *Ecol. Eng.*, 2006.

DOUTERLUNGNE D. et al. Fast-growing pioneer tree stands as a rapid and effective strategy for bracken elimination in the Neotropics. *J. Appl.* 2013.

EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análises de Solo*. Centro Nacional de Pesquisas de Solos – CNPS. Rio de Janeiro, 1997.

FERREIRA, M. J. *Avaliação de métodos de regeneração utilizados na recuperação de nascentes*. 2007. Monografia de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

FVA, Fundação Vitória Amazonia. *Boletim do Observatório da Região Metropolitana de Manaus*. 2014.

- GUELFY, D. R. et al. Estruturais e produtivas do capim-marandu sob efeitos de corretivos da acidez, gesso e compactação do solo. Revista Interciência, 2013.
- GRIS, D. et al. Native species indicated for degraded area recovery in Western Paraná, Brazil. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2012
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2014). Projeto TerraClass – Mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal, 2014.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2014). Monitoramento da floresta amazônica por satélite, Projeto PRODES.
- LAMB D. et al. Restoration of degraded tropical forest landscapes. Science, 2005.
- LEANDRO CARLOS, I. M. P. et al. The Use of Pioneer Species As Shaders For Climax Species. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2014.
- LIMA, J. A. ET al. Comportamento inicial de espécies na revegetação da Mata de Galeria na Fazenda Mandaguari, em Indianópolis, MG. Revista Árvore, Viçosa-MG, 2009.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002.
- MARCONATO, G. M. Avaliação de quatro métodos de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no Município de Mineiros do Tietê - SP. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010.
- MARTÍNEZ-GARZA, C. et al. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures?. Forest Ecology and Management 2013.
- MMA. Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 3ª fase (2012-2015) pelo uso sustentável e conservação da Floresta / Ministério do Meio Ambiente e Grupo Permanente de Trabalho Interministerial. Brasília: MMA, 2013.
- MOCHIUTT, S. et al. Táxi-Branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): leguminosa arbórea para a recuperação de áreas degradadas e abandonadas pela agricultura migratória. Macapá: (Comunicado Técnico, 28), 1999.
- MOREIRA A. e FAGERIA N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2009.
- PEÑA-CLAROS, M, et al. Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. Forest Ecology and Management, 2002.

PIÑA-RODRIGUES F. C. M. et al. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: Congresso Florestal Brasileiro, Campos de Jordão. Anais. São Paulo: SBS, 1992.

PINTO, J. R. R. et al. Princípios e técnicas usadas na recuperação de áreas degradadas. In: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado. Brasília; CRAD, 2011.

REICHI, M. e FRANCELINO, M. R. Avaliação do potencial de recuperação de áreas alteradas em Áreas de Proteção Permanente de cursos d'água no município de Rio Branco, Acre. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, 2012.

ROMÁN DAÑOBEYTIA, F. R. et al. 2007. Establecimiento de seis especies arbóreas nativas en un pastizal degradado en la selva lacandona, chiapas, México. Ecología Aplicada, 2007.

RONDON NETO R.M. et al. Enriquecimento de floresta secundária com cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), em Alta Floresta (MT). *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. 2011

SALOMÃO P. ET al. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 2014

SANTOS JUNIOR, U. M. dos et al. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. *Forest ecology and management*., 2006

SCHWARTZ, G. et al. Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, 2013.

SILVA, L. R. Abundância e densidade de espécies de primatas e suas relações com as características ambientais e da sazonalidade na Fazenda Experimental da UFAM, Central Amazônia. (Mestrado), 2013.

SOUSA, J. R. L. de. Respostas de mudas de leguminosas arbóreas em viveiro à incorporação de polímeros hidroretentores e à adubação nitrogenada de cobertura. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

SOUZA, C. R. et al. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Forestalis*, 2008.

SOUZA C.R. et al. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. *Acta Amaz*, 2010.

TONINI, H. et al. Crescimento de espécies nativas da amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 2008

TSAKALDIMI M. et al. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, 2013.

VALE, I. et al. Espécies indicadas para a recomposição da floresta ciliar da sub-bacia do rio Peixe-Boi, Pará. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 2014.

VERWEIJ, P. et al. Keeping the Amazon forests standing: a matter of values. WWF, 2009.

WISHNIE M. H. et al. 2007. Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*, 2007.

WINKLER N. et al. Drought resistance of native pioneer species indicates potential suitability for restoration of post-mining areas. *Web Ecol.*, 2014