



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**



ARLEN ÉLIDA AGUIAR PAUMGARTTEN

**RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATA CILIAR DOMINADA POR PASTAGEM
NO NORDESTE DO PARÁ, BRASIL**

BELÉM

2018

ARLEN ÉLIDA AGUIAR PAUMGARTTEN

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATA CILIAR DOMINADA POR PASTAGEM NO
NORDESTE DO PARÁ, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Gustavo Schwartz

Coorientadora: Dra. Sônia Maria Schaefer Jordão

BELÉM

2018

Paumgarten, Arllen Élide Aguiar
Restauração ecológica de mata ciliar dominada por pastagem no
Nordeste do Pará, Brasil / Arllen Élide Aguiar Paumgarten. – Belém,
2018.

48 f.

Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências Florestais) –
Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

Orientador: Dr. Gustavo Schwartz

1. Métodos de restauração 2. Gramíneas exóticas 3. Regeneração
natural 4. Amazônia I. Schwartz, Gustavo (orient.) II. Título

CDD – 577.3

Bibliotecária-Documentalista: Leticia Lima de Sousa – CRB2/1549

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATA CILIAR DOMINADA POR PASTAGEM NO
NORDESTE DO PARÁ, BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Gustavo Schwartz

Coorientadora: Dra. Sônia Maria Schaefer Jordão

Aprovada em: 27 de fevereiro de 2018.

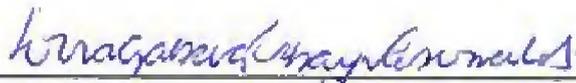
BANCA EXAMINADORA



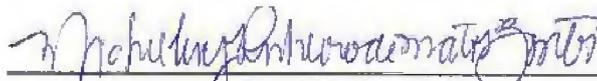
Dr. Gustavo Schwartz – Presidente da banca
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



Dr. Silvio Brienza Júnior – 1º examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL



Dra. Livia Gabrig Turbay Rangel Vasconcelos – 2ª examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Dra. Michelliny Pinheiro de Matos Bentes – 3ª examinadora
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me agraciou com essa jornada, concedeu-me capacidade e força para vencer os desafios e sempre tem superado minhas expectativas com seu imenso amor e poder.

Ao meu amado esposo, Webster, que sempre apoiou minhas decisões profissionais, atuando como meu maior incentivador. Pelo amor, compreensão e por sua capacidade de trazer paz nos momentos difíceis dessa caminhada.

À minha cadelinha, Ayla, fiel companheira nas madrugadas de estudos dessa jornada.

Agradeço aos meus pais e ao meu irmão, que em cada abraço expressavam o amor, o cuidado e o orgulho pelo meu sucesso em cada conquista profissional.

À querida Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade e pelo conhecimento transmitido pelos professores. À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Dr. Gustavo Schwartz, pela oportunidade de aprendizado, por ser solícito, compreensivo e que com toda competência de um bom mestre me orientou ao longo desse trabalho.

À Dra. Sônia Maria Schaefer Jordão, querida coorientadora, que com todo amor, paciência e competência me ensinou muito sobre a Restauração de ecossistemas.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária que possibilitou a execução desse trabalho com o aporte logístico e humano. Especialmente, aos engenheiros florestais Fabrício Ferreira e Márcio Soares que contribuíram incansavelmente em todo experimento, ao Ednaldo Nascimento, que com sua competência identificou todas as espécies estudadas e ao pesquisador Arystides Silva pelas contribuições.

Aos pesquisadores Silvio Brienza, Rafael Salomão e Michelliny Bentes pelas contribuições nesse trabalho durante a presença na banca de qualificação.

Aos amigos: Alberto Brasil Neto, Richard Pinheiro e Mario Lima, que desde a graduação compartilham comigo as alegrias, labutas e conquistas da vida. E pelas contribuições neste trabalho.

Aos colegas e amigos que fiz na pós-graduação, pois juntos compartilhamos a vida acadêmica e pessoal. Especialmente, aos amigos: Ellem Ribeiro, Walmer Bruno, Luiz Fernandes, Larissa Martins, Bruno Bentes e Jéssica Costa, que proporcionaram mais alegria aos meus dias.

À amiga Essia Romão, pela amizade, companheirismo e incentivo desde que ingressei na carreira docente no Instituto Federal do Pará, assim como a minha chefia, que compreensivamente colaborou para o término deste mestrado.

Externo a vocês o meu sentimento de gratidão!

Ao meu esposo, Webster, que partilha comigo
todas as lutas e vitórias desde o início de minha
carreira acadêmica, dedico.

RESUMO

Dentre as tipologias florestais amazônicas atingidas pelo desflorestamento estão as matas ciliares. O mau uso e a conversão dessas florestas em áreas de cultivos agrícolas e pastagens tem gerado a degradação desses ecossistemas, portanto, além da necessidade legal de recomposição é necessário criar condições para que o ecossistema restaure a sua integridade ecológica, sua biodiversidade e atinja a estabilidade a longo prazo. Desta forma, essa dissertação teve por objetivo analisar os benefícios de métodos de restauração florestal, com diferentes níveis de intervenção, no processo inicial de restauração de mata ciliar convertida em pastagem e dominada por gramínea exótica. O experimento foi implantado em uma pastagem estabelecida na década de 1990, no município de Terra Alta, Nordeste do estado do Pará. Foram testados quatro tratamentos (métodos): controle (sem intervenção); estímulo ao banco de sementes do solo (controle inicial de gramínea com herbicida e revolvimento do solo); introdução de espécies arbóreas por sementes (semeadura em covas) e introdução de espécies arbóreas por mudas (plantio em linhas). O período estudado foi de 22 meses após o isolamento da pastagem e implantação dos tratamentos. O estímulo ao banco de sementes do solo diminuiu a dominância de cobertura do solo com gramíneas do gênero *Brachiaria* e acelerou o processo de regeneração natural das espécies nativas, inicialmente com elevada densidade de indivíduos e espécies herbáceas, mas com aumento gradativo do estabelecimento de espécies arbustivo-arbóreas. Aos 22 meses, a densidade de indivíduos e riqueza foram baixas e semelhantes entre os quatro tratamentos, demonstrando que as gramíneas exóticas atuam como filtro ecológico dificultando o estabelecimento das espécies. *Acacia mangium*, *Cecropia palmata* e *Vismia guianensis* são espécies pioneiras regenerantes capazes de competir com as gramíneas e estruturam a mata ciliar, sendo necessário o manejo da espécie exótica *A. mangium*. As espécies introduzidas por sementes apresentaram germinação acima de 85% em cinco de oito espécies. A sobrevivência foi elevada para *Hymenea courbaril* (100%) e *Carapa guianensis* (87,5%). *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* apresentou maior crescimento em altura (175,5 cm) e quatro espécies têm altura inferior a 100 cm. A maioria das espécies introduzidas por mudas apresentaram elevada sobrevivência (acima de 85%). A altura média foi maior nas espécies *Inga edulis* (153,9 cm) e *Virola surinamensis* (107,7 cm), as demais apresentaram altura inferior a 100 cm. Na introdução de espécies por sementes e mudas não houve diferença entre os valores de diâmetro das espécies dentro dos tratamentos. A predominância de espécies de ervas e lianas e os parâmetros avaliados para a vegetação lenhosa (arbustos e árvores) indicam que a mata ciliar sob diferentes níveis de intervenção está no estágio inicial da sucessão secundária, caracterizado por diferentes hábitos de vida heliófilos, baixa riqueza de espécies lenhosas e recuperação da estrutura florestal pouco expressiva. O ingresso e recrutamento de espécies arbóreas regenerantes nos métodos de restauração, evidencia a resiliência da mata ciliar dominada por gramínea exótica.

Palavras-chave: gramíneas exóticas; regeneração natural; métodos de restauração.

ABSTRACT

Among the forest typologies affected by deforestation are the riparian forests. The misuse and conversion of these forests into areas of agricultural crops and pastures has led to the degradation of these ecosystems, so beyond the legal need for recomposition it is necessary to create conditions for the ecosystem to restore its ecological integrity, its biodiversity and achieve long term stability. In this way, this dissertation aimed to analyze the benefits of forest restoration methods, with different levels of intervention, in the initial process of restoration of riparian forest converted to pasture and dominated by exotic grass. The experiment was carried out in a pasture established in the 1990s, in the municipality of Terra Alta, Northeast of the state of Pará. Four treatments were tested: control (without intervention); stimulus to the soil seed bank (initial grass control and soil rotation); introduction of tree species by seed (sowing in pits) and introduction of tree species by planting (planting in rows). The period studied was 22 months after the isolation of the pasture and implantation of the treatments. The stimulus to the soil seed bank decreased the soil cover dominance with *Brachiaria* grasses and accelerated the process of natural regeneration of the native species, initially with high density of individuals and herbaceous species, but with a gradual increase of the establishment of shrub-arboreal species. At 22 months, individuals density and richness were low and similar among the four treatments, demonstrating that exotic grasses act as an ecological filter making it difficult to establish species. *Acacia mangium*, *Cecropia palmata* and *Vismia guianensis* are pioneer regenerating species capable of competing with the grasses and structure the riparian forest, requiring the management of the exotic species *A. mangium*. The species introduced by seeds presented germination above 85% in five of eight species. Survival was high for *Hymenaea courbaril* (100%) and *Carapa guianensis* (87.5%). *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* showed higher growth in height (175.5 cm) and four species have height less than 100 cm. The majority of species introduced by seedlings presented high survival (above 85%). The mean height was higher in the species *Inga edulis* (153.9 cm) and *Virola surinamensis* (107.7 cm), the others presented height less than 100 cm. In the introduction of seedlings by seeds and seedlings there was no difference between the diameter values of the species within the treatments. The predominance of weed and liana species and the parameters evaluated for woody vegetation (shrubs and trees) indicate that the riparian forest under different levels of intervention is in the initial stage of the secondary succession, characterized by different heliophilous living habits, low wealth of woody species and little expressive forest structure recovery. The entrance and recruitment of regenerating tree species in the restoration methods, evidences the resilience of the riparian forest dominated by exotic grass.

Keywords: exotic grasses; natural regeneration; restoration methods

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa do uso e cobertura da terra do campo experimental da Embrapa, no município de Terra Alta, Pará e localização da área experimental. Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa Amazônia Oriental (adaptado).....18
- Figura 2.** Desenho experimental utilizado para testar métodos de restauração ecológica (CT: controle; EBS: estímulo ao banco de sementes do solo; IS: introdução de espécies arbóreas por sementes; IM: introdução de espécies arbóreas por mudas) de mata ciliar com diferentes níveis de intervenção - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.....19
- Figura 3.** Amostragem da regeneração natural (Classe 1) e do recobrimento do solo por gramíneas em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará – março de 2016.....22
- Figura 4.** Amostragem dos indivíduos da Classe 2, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.....22
- Figura 5.** Dominância de gramíneas exóticas que recobriram o solo na área controle (CT) e na área onde houve estímulo ao banco de sementes (EBS), aos 5, 11, 18 e 22 meses em mata ciliar dominada por pastagem, Campo experimental da Embrapa, no município de Terra Alta, Pará.....24
- Figura 6.** Densidade de indivíduos e riqueza de espécies provenientes da regeneração natural com altura inferior a 1 m (Classe 1) nos tratamentos Controle (CT) e Estímulo ao banco de sementes do solo (EBS) em uma área de mata ciliar dominada por pastagem- Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.....25
- Figura 7.** Densidade (ind. m⁻²) da regeneração com altura inferior a 1 m (Classe 1) representada em hábitos de vida, nos tratamentos controle (CT) e estímulo ao banco de sementes (EBS), em mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.....26
- Figura 8.** (A) Regeneração natural de *Vismia guianensis* no tratamento introdução de mudas (IM) e (B) Regeneração natural de *Acacia mangium* em parcela do tratamento estímulo ao banco de sementes do solo (EBS), aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.....31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista das espécies arbóreas introduzidas pela semeadura em covas, em uma área de mata ciliar convertida em pastagem, no campo experimental da Embrapa, Terra Alta, Pará.....	20
Tabela 2. Lista das espécies arbóreas introduzidas por mudas, em uma área de mata ciliar convertida em pastagem, no campo experimental da Embrapa, Terra Alta, Pará.....	21
Tabela 3. Classes de altura para amostragem da vegetação em formação.....	21
Tabela 4. Hábitos de vida (erva, liana, arbusto e árvore), número total de indivíduos e persistência espécies das provenientes da regeneração natural com altura inferior a 1 m (Classe 1), ao longo de 22 meses, em CT e EBS, em uma área de dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará mata ciliar.....	27
Tabela 5. Densidade, riqueza, altura média e área basal, por classe de altura, nos tratamentos Controle (CT), estímulo ao banco de sementes (EBS), introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas (IM), aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.....	29
Tabela 6. Hábito de vida (arbusto- ARB e árvore- ÁRV), densidade, altura média e área basal dos indivíduos provenientes da Classe 2 ($1m \geq \text{altura} < 3 m$) e Classe 3 ($\text{altura} > 3m$) nos tratamentos Controle (CT), estímulo ao banco de sementes (EBS), introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas (IM) aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.....	30
Tabela 7. Estabelecimento em sobrevivência (S), altura média e diâmetro à altura do solo (DAS) das espécies do tratamento Introdução de espécies florestais via sementes (IS), aos 22 meses de semeadura, em mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.....	32
Tabela 8. Estabelecimento em sobrevivência (S), altura média e diâmetro à altura do solo (DAS) das espécies do tratamento Introdução de espécies arbóreas via mudas, 22 meses após o plantio, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 QUESTÃO CIENTÍFICA	12
3 HIPÓTESES	12
4 REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1 SUCESSÃO ECOLÓGICA.....	13
4.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL ATIVA E PASSIVA.....	14
4.3 GRAMÍNEAS EXÓTICAS COMO FILTROS ECOLÓGICOS.....	16
5 OBJETIVOS	17
5.1 OBJETIVO GERAL.....	17
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
6 MATERIAL E MÉTODOS	18
6.1 ÁREA DE ESTUDO.....	18
6.2 DESENHO EXPERIMENTAL.....	19
6.3 COLETA DE DADOS.....	21
6.4 ANÁLISE DE DADOS.....	23
7 RESULTADOS	24
7.1 ESTÍMULO AO BANCO DE SEMENTES DO SOLO PARA CONTROLE DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS.....	24
7.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL SOB MÉTODOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO.....	29
8 DISCUSSÃO	33
8.1 ESTÍMULO AO BANCO DE SEMENTES DO SOLO PARA CONTROLE DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS.....	33
8.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL SOB MÉTODOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO.....	35
9 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

A substituição das florestas tropicais por outros usos da terra já reduziu metade da área originalmente coberta por florestas tropicais em todo o mundo (ASNER et al. 2009). Raisg (2015) estima que entre 2000 e 2013, a Amazônia brasileira perdeu 17,4 milhões de hectares de sua floresta tropical. Somente no ano 2016, 7.893 km² de floresta amazônica foram desmatados (INPE, 2017).

O processo de ocupação e desenvolvimento da Amazônia, mais especificamente na mesorregião do Nordeste do estado do Pará, é caracterizado pela crescente pressão das atividades antrópicas sobre as florestas primárias (BRITO et al., 2009). Uma área considerável das fitofisionomias vegetais originais dessa região foi alterada para implantação de cultivos agrícolas e pastagens, os quais ocupavam 44,5 % da área total (83.316,02 km²) da região em 2012 (CORDEIRO et al., 2017; VALE et al., 2014).

O abandono das áreas exploradas pela agricultura e pecuária formam mosaicos de florestas secundárias em diferentes estágios de sucessão, como as áreas dominadas por gramíneas exóticas com baixa diversidade de espécies arbustiva e arbóreas (CHAZDON, 2012; CAMARGO et al., 2002).

Dentre as tipologias florestais convertidas em áreas de pastagens estão as matas ciliares, também classificadas como Florestas Aluvias (IBGE, 2012). Conceitualmente, as matas ciliares são as formações florestais ocorrentes às margens dos rios, entorno de lagos, represas e nascentes e representam o ambiente de transição entre ecossistemas terrestres e aquáticos (MARCONATO, 2010; MARTINS, 2007).

Essas matas desempenham um papel essencial na manutenção da quantidade e qualidade da água, estabilização de margens de rio, regulação do regime hídrico, filtragem de resíduos e principalmente a redução do assoreamento nas calhas dos rios (EMBRAPA, 2003; CASTRO et al., 2012).

As matas ciliares são importantes por apresentarem um conjunto de funções ecológicas extremamente relevantes para a qualidade de vida, especialmente, das populações humanas locais e da bacia hidrográfica (CASTRO et al., 2012). Na conservação da biodiversidade, desempenham a função de corredores ecológicos, facilitando o deslocamento da fauna e do fluxo gênico entre populações (MARTINS, 2014).

Devido a sua importância na manutenção de serviços ecossistêmicos, as florestas das margens dos cursos d'água compõem a Área de Preservação Permanente – APP de uma propriedade urbana ou rural (BRASIL, 2012). De acordo com a Lei 12.651/12, a APP é a

“área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Mesmo considerando a importância dessas áreas de preservação permanente, as restrições legais ao seu uso frequentemente não são respeitadas. Souza et al., (2012) destacam que bacias hidrográficas da mesorregião do Nordeste do Pará apresentam instabilidades caracterizadas pela falta de planejamento ambiental no uso e ocupação dessas áreas.

O desmatamento para implantação de cultivos agrícolas e pastagens na região tem gerado degradação da vegetação ciliar (VALE et al., 2014), o que vem resultando em escassez de recursos pesqueiros, desaparecimento de espécies florestais e animais silvestres e o assoreamento de alguns rios nessa região (CARMO, 2012).

A recomposição da vegetação de APP é legalmente obrigatória, mas o cumprimento dessa exigência nem sempre alcança a efetiva reconstrução de um ecossistema com funções estruturais e ecológicas reestabelecidas (OLIVEIRA, 2014). Se houve degradação, além da recomposição da vegetação, é necessário criar condições para que o ecossistema seja restaurado (MARTINS, 2014).

A restauração ecológica de um ecossistema degradado objetiva “promover e manejar a recuperação da integridade ecológica desse, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e no funcionamento dos processos ecológicos” (SER, 2004). Deste modo ela visa criar um ecossistema autossustentável e com estrutura mais próxima possível das comunidades naturais (ENGEL e PARROTTA, 2003).

As trajetórias sucessionais da reconstrução do ecossistema são consequências dos tipos e tamanhos dos distúrbios gerados, histórico de uso dos ecossistemas, da disponibilidade de espécies para colonizar a área, das características ecofisiológicas dessas espécies e das interações das espécies colonizadoras (CHAZDON, 2016). Assim, ações de restauração ecológica tornam-se necessárias para iniciar ou acelerar a sucessão (MESQUITA et al., 2001).

Essas ações podem ser norteadas pela restauração passiva e ativa. A restauração passiva é aquela que ocorre com o mínimo de intervenção humana, dependente da resiliência do ecossistema para iniciar a sucessão secundária (HOLL; AIDE, 2011). Enquanto que a restauração ativa ocorre pela intervenção humana de forma deliberada e dirigida, buscando superar limitações no ambiente físico e/ou biótico para acelerar o processo de sucessão secundária e restauração do ecossistema (MENNINGER; PALMER, 2006; CHAZDON, 2012).

Entre as situações que permitem a restauração passiva e aquelas que demandam a restauração ativa, há um amplo gradiente de aspectos ambientais que influenciam a trajetória da restauração. Portanto, o presente estudo busca alternativas, com diferentes níveis de intervenção antrópica (métodos de restauração), para consolidação da restauração de matas ciliares na mesorregião do Nordeste do estado Pará.

2. QUESTÃO CIENTÍFICA

Quais os efeitos dos métodos de restauração a) estímulo ao banco de sementes do solo, b) introdução de espécies arbóreas via sementes e c) introdução de espécies arbóreas via mudas no processo inicial de restauração de uma mata ciliar dominada por pastagem?

3. HIPÓTESES

a) Em área de mata ciliar dominada por pastagem, o estímulo ao banco de sementes do solo diminui a dominância das gramíneas exóticas e acelera o processo de sucessão ecológica na área a ser restaurada.

b) No processo inicial de restauração de mata ciliar dominada por pastagem, os métodos estímulo ao banco de sementes do solo, introdução de espécies arbóreas por sementes e introdução de espécies arbóreas por mudas proporcionam efeitos semelhantes na recuperação da composição de espécies arbóreas e estrutura da floresta.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 SUCESSÃO ECOLÓGICA

A sucessão ecológica é o processo de mudanças que leva a formação ou recuperação natural de uma vegetação onde diferentes comunidades se substituem ou se sucedem em um mesmo lugar ao longo do tempo (BRACALION, GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). A sucessão pode ser primária, a qual forma uma comunidade inicial ou secundária, que ocorre a com a recolonização de uma área que sofreu um distúrbio, como a abertura natural de uma clareira ou desmatamento (MARTINS, 2015).

Os distúrbios são eventos que ocorrem e alteram a estrutura de um ecossistema, comunidade ou população (PICKETT E WHITE, 1985). A ocorrência dos distúrbios encarrega a sucessão de gerar modificações nas características fisionômicas, florísticas, estruturais e edáficas (IGNÁCIO; ATTANASIO, TONIATO, 2007).

Como processo contínuo, a sucessão ecológica apresenta estágios que se distinguem pelas características da vegetação ao longo do tempo. Esses estágios envolvem a substituição gradual das espécies e populações que se estabeleceram nas fases iniciais (herbáceas, lianas, arbustos e árvores heliófilas) por aquelas típicas de estágios avançados (espécies tardias) (CHAZDON, 2016).

Inicialmente, a sucessão caracteriza-se por baixa riqueza de espécies e alta dominância de poucas espécies, com posterior enriquecimento da comunidade pela entrada de novas espécies animais e vegetais, o que depende de fatores internos (competição, predação, facilitação) e externos (fluxos na paisagem e distúrbios) (DURIGAN, 2010).

A regeneração natural é um processo da sucessão secundária, que se dá em nível de comunidade em áreas onde a vegetação original foi removida por algum distúrbio natural ou antrópico (CHAZDON, 2012). A avaliação da regeneração natural, como processo de sucessão secundária, possibilita estabelecer relações entre padrões de composição e diversidade de espécies (FONSECA et al., 2017).

Em áreas antropizadas que precisam ser restauradas, a regeneração natural pode acontecer com maior dificuldade por uma combinação de fatores, como os impactos causados pelas atividades produtivas, incêndios recorrentes e condições microclimáticas desfavoráveis (SOARES, 2012). Em área de floresta convertida em pastagem, o histórico de uso do solo e a dominância das gramíneas exóticas podem dificultar o desencadeamento da regeneração natural. Assim, ações de restauração ecológica tornam-se necessárias para iniciar ou acelerar a sucessão (MESQUITA et al., 2001).

4.2 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA PASSIVA E ATIVA

A restauração ecológica é definida como uma atividade que auxilia na recuperação de um ecossistema danificado ou degradado a uma condição onde as funções, estrutura e processos ecológicos são restabelecidos (ENGEL; PARROTA, 2003). Na restauração, o auxílio pode se dar pela restauração passiva – aquela que ocorre sem intervenção humana, ou pela restauração ativa - onde ações humanas de diferentes intensidades visam acelerar o processo de restauração (HOLL e AIDE, 2011).

O processo de restauração passiva, depende de algumas condições, como a resiliência. A resiliência é definida como a capacidade de um ecossistema de se recuperar de flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos (TIVY, 1993). Logo, a restauração passiva é influenciada pela quantidade, composição e distribuição de espécies nativas já presentes, ou que poderão se estabelecer através da capacidade do banco de sementes e banco de plântulas ativos no solo (BRACALION, GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Na restauração passiva, a natureza fornece os propágulos através do banco de sementes do solo, chuva de sementes, banco de plântulas e rebrota de raízes (CORREIA e MARTINS, 2015). E a sucessão secundária se encarrega pela condução da vegetação por meio de mudanças de estágios sucessionais, onde as diferentes formas de vida vegetal e grupos funcionais dinamizam no tempo. Após o distúrbio, herbáceas, lianas, arbustos e árvores heliófilas dominam as áreas, mas morrem à medida que o dossel da floresta é formado e a disponibilidade de luz é reduzida (CHAZDON, 2008; MARTINS, 2014).

Em situações onde houve perda de resiliência local na área a ser restaurada, a restauração passiva ainda pode acontecer por meio da contribuição da matriz vegetacional que a área está incluída. Se a paisagem apresenta elevada cobertura vegetal, essa cobertura poderá funcionar como fonte de propágulos para a área a ser recuperada (MARTINS, 2014).

O número de indivíduos da regeneração natural é mais elevado quando a área em processo de restauração está próxima a fragmentos florestais (MESQUITA et al., 2001). A distância da área a ser restaurada de fragmentos florestais é um fator essencial para o sucesso da restauração. A densidade de sementes e de mudas nas florestas tropicais é drasticamente reduzida a partir de 25 metros de distância do remanescente florestal (BARNES; CHAPMAN, 2014; MESQUITA et al., 2001).

A restauração passiva é atrativa aos proprietários rurais, pois demanda baixo investimento financeiro, já que a sucessão secundária se encarrega de promover a colonização da área desmatada (CAVA et al., 2016; MARTINS, 2014). No entanto, como a restauração passiva depende da resiliência do ecossistema, se as condições ecológicas locais e da

paisagem não proporcionarem por si só a sucessão ecológica, esse método se torna pouco eficaz (HOLL; AIDE; 2011). Sendo assim, em locais de baixa resiliência, a restauração ativa passa a ser uma necessidade.

A restauração ativa é caracterizada pela intervenção humana de forma deliberada e dirigida que busca acelerar a sucessão secundária em um ecossistema (HOLL; AIDE, 2011). Envolvendo, principalmente, métodos que estimulam e conduzem a regeneração natural e utilizam a introdução de propágulos de espécies arbóreas por meio da semeadura ou plantio de mudas para avançar etapas da sucessão (RODRIGUES e GANDOLFI, 2007).

Dentre os métodos da restauração ativa, o estímulo ao banco de sementes do solo através do uso da grade aradora é um distúrbio que modifica o ambiente local e pode influenciar positivamente a regeneração natural de espécies nativas em pastagem (DIAS-FILHO, 2006). Esse pode ser uma alternativa viável no processo de restauração com baixo custo de execução (MARTINS, 2014).

Em locais onde o banco de sementes de espécies nativas é pobre, a introdução de sementes auxilia no enriquecimento do banco de sementes, aumentando o potencial de auto recuperação das áreas (SANTOS et al., 2012). Esse método é estudado como alternativa de restauração de florestas na Amazônia (CAMARGO et al., 2002; CAMPOS-FILHO, 2013; REZENDE, 2016).

A introdução de sementes tem como vantagem, a operacionalidade em áreas de difícil acesso e o menor custo de implantação se comparada à introdução de mudas (SANTOS et al., 2012). A introdução das sementes pode ser feita a lanço em toda a área de restauração ou por semeadura nas covas em linhas ou em pontos, de forma manual ou mecanizada (CAMPOS-FILHO, 2013; MARTINS, 2015).

Os fatores que limitam a germinação de sementes nas áreas de pastagem podem ser superados pela introdução de mudas de espécies arbóreas por meio de plantio (HOLL e AIDE, 2011). Apesar de mais oneroso, esse método é o mais utilizado no Brasil e recomendado para áreas em que se almeja proteger o solo, os cursos d'água ou proporcionar o recobrimento do solo e a redução da população de gramíneas exóticas, tornando o processo de restauração mais rápido (REZENDE, 2016; CAVALHEIRO et al., 2002).

O recobrimento do solo pela vegetação lenhosa, que proporcione 50% de sombreamento reduz drasticamente a população de gramíneas exóticas invasoras e favorece o recrutamento de espécies de estágios avançados de sucessão pelo fechamento do dossel florestal (MARTINS, 2011; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).

4.3 GRAMÍNEAS EXÓTICAS COMO FILTROS ECOLÓGICOS

Espécies exóticas são aquelas não nativas do ecossistema, que podem ter sido introduzidas com a finalidade de gerar benefícios econômicos, como as gramíneas africanas utilizadas como forrageiras de pastagem no Brasil (COSTA, 2004; ESPÍNDOLA et al., 2005). A invasão e ocupação dessas gramíneas em ambientes florestais, principalmente os alterados, é resultado da capacidade de adaptação e elevado poder competitivo dessas espécies sobre as espécies nativas (MATOS; PIVELLO, 2009).

As espécies de gramíneas exóticas do gênero *Brachiaria* são importantes barreiras ecológicas no processo de restauração de florestas alteradas ou degradadas, atuando como filtros ecológicos (AIDE et al., 2000; MARTINS, 2014). Os filtros ecológicos são componentes abióticos e/ou bióticos do ecossistema que dificultam o estabelecimento das espécies, como solos degradados, predação de sementes e herbivoria e competição com gramíneas exóticas (BRACALION, GANDOLFI, RODRIGUES, 2015).

Para que uma semente depositada em uma área possa germinar, estabelecer, crescer e reproduzir é necessário superar restrições impostas pelos filtros ecológicos. A alta dominância de gramíneas exóticas afeta negativamente a densidade de indivíduos e riqueza de espécies lenhosas da regeneração natural (MARTINS, 2011; NOGUEIRA, 2015; ROCHA et al., 2016). Isso ocorre porque as gramíneas são competidoras agressivas em solos quimicamente empobrecidos, sendo um entrave para o processo sucessional (CHEUNG et al., 2009).

Em pastagens abandonadas, mesmo que espécies arbustivo-arbóreas estejam presentes no banco de sementes do solo ou que cheguem a área via dispersão, as sementes têm dificuldades de fixação no subsolo e ficam mais expostas à desidratação e predação, ao passo que as plântulas geradas sofrem maior competição e encontram dificuldades de enraizamento, absorção de água e nutrientes (CHAZDON, 2012; PEREIRA, 2012; BRACALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Práticas de manejo que incluam a remoção ou redução dos efeitos das gramíneas invasoras são comumente necessárias em projetos de restauração florestal em áreas de pastagens (CHEUNG, 2009). Quando a dominância de gramíneas inviabiliza a regeneração é necessário intervenções para controlar as populações dessas plantas e estimular a regeneração natural das espécies arbustivo-arbóreas (MARTINS, 2014).

Se o manejo possibilitar a regeneração de espécies arbustivo-arbóreas pioneiras, essas podem atuar como facilitadoras do processo de regeneração natural das demais espécies e gradativamente eliminar a gramínea exótica por sombreamento (ROCHA et al., 2016).

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os efeitos de métodos de restauração ecológica, com diferentes níveis de intervenção, no processo inicial de restauração de mata ciliar dominada por gramínea exótica.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar, em área de mata ciliar dominada por gramíneas exóticas, se o estímulo ao banco de sementes do solo diminui a dominância das gramíneas e acelera o processo de sucessão ecológica na área a ser restaurada.
- b) Avaliar os efeitos dos métodos estímulo ao banco de sementes, introdução de espécies arbóreas por sementes e introdução de espécies arbóreas por mudas sobre a restauração da composição de espécies arbóreas e estrutura de uma mata ciliar dominada por gramíneas exóticas
- c) Avaliar o estabelecimento das espécies introduzidas através de sementes e mudas no período de 22 meses, em área de mata ciliar dominada por gramíneas exóticas.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, no município de Terra Alta (1°02'28.8"S 47°89'99.0"W), às margens da Rodovia PA-152, na região do Nordeste do estado do Pará (Figura 1).

A pastagem na área de estudo foi estabelecida na década de 1990, na Área de Preservação Permanente de um curso d'água de largura máxima de 5 m de lâmina d'água que compõe a bacia hidrográfica do Rio Marapanim (Figura 1), onde houve o desmatamento e o preparo do solo para introdução da forrageira *Brachiaria humidicola* (capim quicuío da Amazônia) e outras espécies do gênero *Brachiaria*. Durante 25 anos não houve outro uso da terra e a pastagem era utilizada para bubalinocultura e bovinocultura.

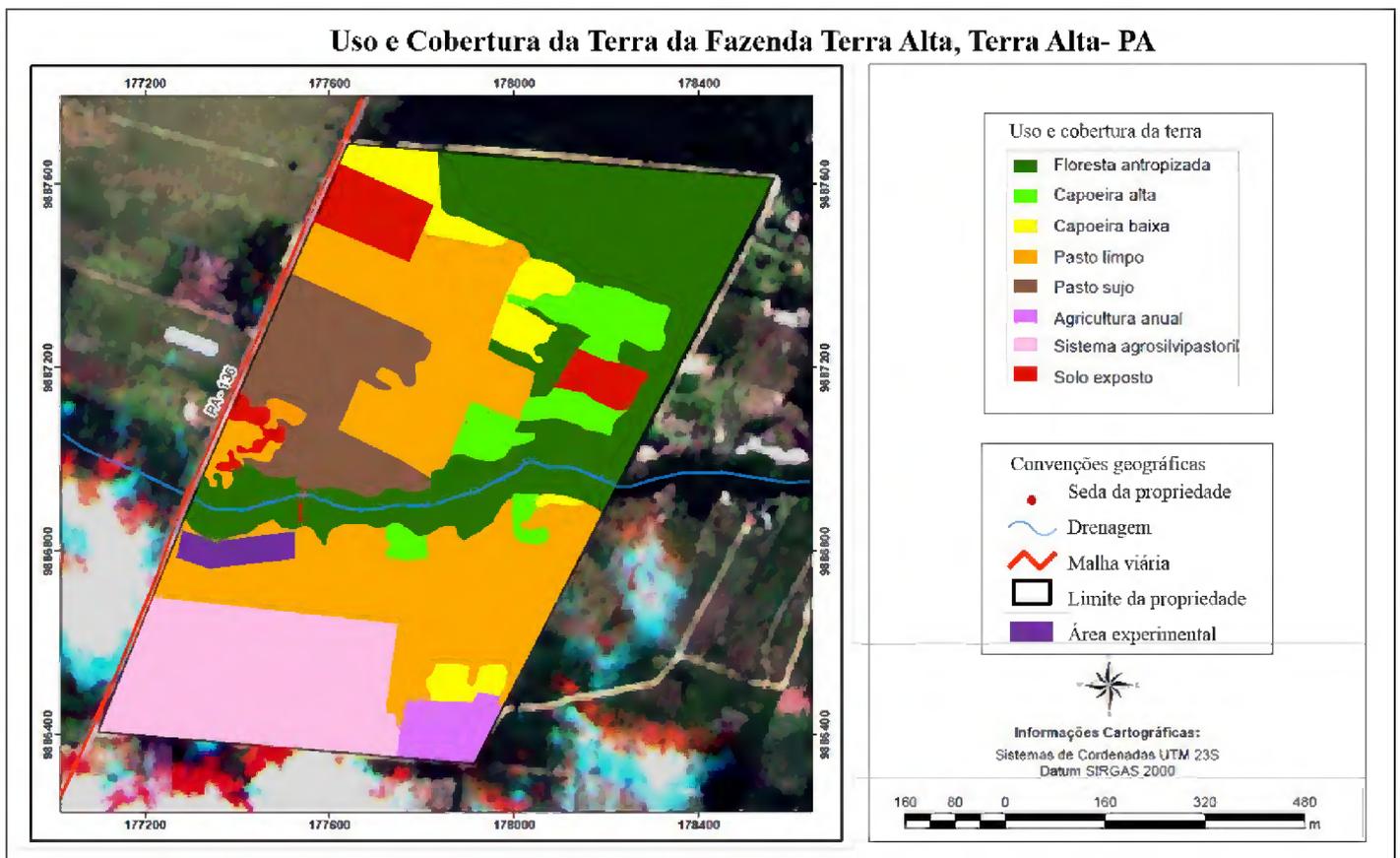


Figura 1. Mapa do uso e cobertura da terra do campo experimental da Embrapa, no município de Terra Alta, Pará e localização da área experimental. Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da Embrapa Amazônia Oriental (adaptado).

A altitude média da área de estudo é de 10 m, o tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo de textura média. O clima é Am segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26.6 °C e pluviosidade média anual de 2538 mm (GAMA et al., 2000; IDESP, 2009). A vegetação original na área de estudo é Floresta Ombrófila Densa. Atualmente as florestas secundárias de diferentes estádios e idades decorrentes do abandono de pastagens e de áreas de cultivos agrícolas dominam a paisagem (CORDEIRO et al., 2017; VALE et al., 2014).

6.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Para iniciar o processo de restauração, uma área de mata ciliar dominada por pastagem, de aproximadamente 2.160 m², foi isolada com cercas de arame para evitar o pastoreio de bovinos e bubalinos.

Para o experimento científico, o delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com parcelas dimensionadas em 9 m x 15 m (135 m²) e 3 repetições. Os tratamentos testados foram quatro métodos de restauração: a) controle (CT); b) estímulo ao banco de sementes do solo (EBS); c) introdução de espécies arbóreas via sementes (IS) e d) introdução de espécies arbóreas via mudas (IM) (Figura 2). Considerou-se o nível de intervenção humana nos métodos na seguinte ordem crescente: CT < EBS < IS < IM.

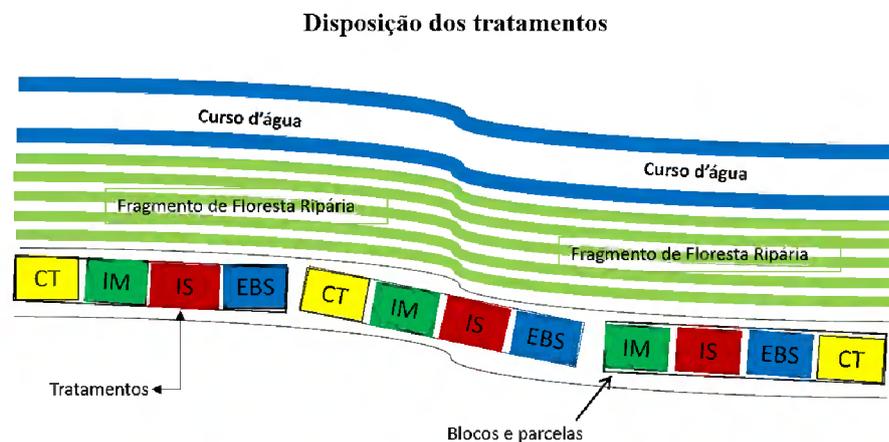


Figura 2. Desenho experimental utilizado para testar métodos de restauração ecológica (CT: controle; EBS: estímulo ao banco de sementes do solo; IS: introdução de espécies arbóreas por sementes; IM: introdução de espécies arbóreas por mudas) de mata ciliar com diferentes níveis de intervenção - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.

a) **Tratamento CT:** refere-se ao controle e consistiu no simples isolamento da área da pastagem com cerca, para se evitar a entrada do gado. Considerou-se esse tratamento como método de restauração passiva, pois a área ficou intocada, submetida ao processo natural de sucessão.

b) **Tratamento EBS:** consistiu no isolamento da área com cerca, controle inicial das gramíneas com aplicação única, em março de 2015, do herbicida Roundup (glifosato), com diluição de 1,25 l /100 l de água e posterior revolvimento superficial do solo com grade aradora de 24 discos.

c) **Tratamento IS:** consistiu na semeadura em covas de sementes de oito espécies arbóreas (Tabela 1). Quinze dias antes da semeadura houve aplicação do herbicida Roundup (1,25 l/100 l de água) em toda a área destinada ao tratamento. As sementes foram escarificadas para quebra de dormência e na abertura de covetas foram aplicados 300 g de esterco de ovino curtido por cova misturado ao solo, de modo que o esterco não estivesse em contato direto com a semente. Foram plantadas 3 sementes/cova na profundidade de 1- 4 cm, sendo 3 covas/espécie/parcela, com espaçamento de 3 m x 3 m.

Tabela 1. Lista das espécies arbóreas utilizadas no tratamento Introdução de espécies arbóreas via sementes (IS) do experimento de restauração de mata ciliar dominada por pastagem, no Campo experimental da Embrapa, Terra Alta, Pará.

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Carapa guianensis</i> Aubl	Meliaceae	Andiroba
<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	Fabaceae	Buiuçu
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth	Fabaceae	Orelha de macaco
<i>Parkia multijuga</i> Benth	Fabaceae	Fava arara
<i>Parkia gigantocarpa</i> Durcke	Fabaceae	Fava atanã
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jatobá
<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Fabaceae	Timborana
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	Fabaceae	Paricá

d) **Tratamento IM:** consistiu no plantio de mudas de oito espécies arbóreas (Tabela 2). Quinze dias antes do plantio houve aplicação do herbicida Roundup (1,25 litro/100 litro água) em toda a área destinada ao tratamento. Na abertura de cova (30 cm x 30 x 30 cm) realizou-se aplicação de 300 g de esterco de ovino curtido misturado ao solo por cova, de modo que o esterco não entrasse em contato direto com as raízes das mudas. Foram plantadas 3 mudas/espécie/parcela, com espaçamento de 3 m x 3 m.

Tabela 2. Lista das espécies arbóreas utilizadas no tratamento Introdução de espécies arbóreas via mudas (IM) do experimento de restauração de mata ciliar dominada por pastagem, no campo experimental da Embrapa, Terra Alta, Pará.

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Carapa guianensis</i> Aubl	Meliaceae	Andiroba
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae	Cumaru
<i>Simarouba amara</i> Aubl	Simaroubaceae	Marupá
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Myristicaceae	Ucuúba
<i>Inga edulis</i> Mart	Fabaceae	Ingá cipó
<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	Oiti
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Taperebá
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae	Fava arara

Nos tratamentos IS e IM não foi realizada adubação de cobertura. O manejo da área foi baseado no coroamento das mudas a cada 6 meses em um raio de 50 cm, a fim de diminuir a mata competição.

6.3 COLETA DE DADOS

Para avaliação da vegetação, os indivíduos foram separados por classes de altura e a amostragem foi realizada conforme a Tabela 3

Tabela 3. Classes de altura para amostragem da vegetação em formação.

Classe	Critério de inclusão	Área amostral
Classe 1	altura < 1 m	(1 m x 1 m) 1 m ²
Classe 2	1 m ≤ altura < 3 m	(3 m x 9 m) 27 m ²
Classe 3	altura ≥ 3 m	(9 m x 15 m) 135 m ²

Para amostragem da Classe 1 foram utilizados gabaritos de 1 m² para instalação de sete subparcelas temporárias no interior de cada parcela experimental de CT e EBS. O número de subparcelas foi definido pela suficiência amostral, a partir da curva de acumulação de espécies. Nessas subparcelas, aos 5, 11, 18 e 22 meses após a implantação do experimento, foram estimadas a porcentagem de cobertura de gramíneas, quantificados e identificados todos os indivíduos provenientes da regeneração natural (Figura 3).



Figura 3. Amostragem da regeneração natural (Classe 1) e do recobrimento do solo por gramíneas em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará – março de 2016. Fonte: Autora

Para amostragem dos indivíduos da Classe 2, levantados em subparcela fixa de 27 m², procedeu-se a identificação botânica das espécies arbustivas e arbóreas e a medição da altura de todos os indivíduos da classe, tomada do solo até a inserção da gema apical, com auxílio de régua graduada.



Figura 4. Amostragem dos indivíduos da Classe 2, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará. Fonte: Autora

Para a amostragem dos indivíduos da Classe 3, levantados na área total da parcela experimental (135 m²), procedeu-se a identificação botânica das espécies arbóreas e a medição do diâmetro à altura do solo (DAS) dos indivíduos da classe.

Todas as espécies identificadas foram agrupadas em suas respectivas famílias botânicas e em hábitos de vida. A identificação botânica foi baseada no sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009) e para a classificação de hábito de vida, utilizou-se a classificação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE 2012), onde as espécies foram agrupadas em: a) ervas, b) lianas, c) arbustos e d) árvores.

Para a avaliação do estabelecimento das espécies introduzidas foram coletadas informações da porcentagem de germinação das sementes nas parcelas do tratamento IS. Tanto os indivíduos germinados quanto os plantados foram acompanhados no período de 22 meses após a instalação do experimento. Dados de sobrevivência e da mensuração das variáveis altura total, com vara graduada e diâmetro a altura do solo (DAS) com paquímetro foram coletados para avaliação de crescimento das plantas oriundas dos tratamentos IS e IM.

6.4 ANÁLISE DE DADOS

O efeito do estímulo ao banco de sementes do solo sobre a dominância das gramíneas e regeneração natural foi avaliado pela: dominância de gramíneas (%); densidade de indivíduos (ind. m^{-2}); riqueza (espécie m^{-2}) e a representação das espécies nos diferentes hábitos de vida (ervas, lianas, arbusto e árvores). Foram considerados os indivíduos com altura < 1 m (Classe 1), levantados no tratamento controle (CT) e estímulo ao banco de sementes do solo (EBS) aos cinco, 11, 18 e 22 meses após a instalação dos experimentos. As análises foram realizadas no programa ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste *t* de Student, a um nível de significância de 5%.

Para avaliar a eficiência dos métodos de restauração (EBS, IS e IM) acerca do número de espécies arbóreas e recuperação da estrutura florestal utilizou-se os dados coletados na amostragem de indivíduos da Classe 2 ($1 \text{ m} \leq \text{altura} < 3 \text{ m}$) para o cálculo das variáveis: densidade de indivíduos (ind./ 81 m^2); riqueza (espécie $81m^{-2}$) e altura média (cm) e os dados dos indivíduos com altura ≥ 3 m (Classe 3) para análise das variáveis: densidade de indivíduos (ind. 405 m^{-2}); densidade de espécie (espécie $405m^{-2}$) e área basal ($m^2 405 \text{ m}^{-2}$) média dos indivíduos. O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Para avaliar o estabelecimento das espécies florestais introduzidas via sementes ou mudas (tratamentos IS e IM), foi calculada a porcentagem de sobrevivência, crescimento médio da espécie em altura (cm) e diâmetro a altura do solo (mm) aos 22 meses após a implantação do experimento. Para essa análise o programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT e as médias dos tratamentos foram comparadas através do teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

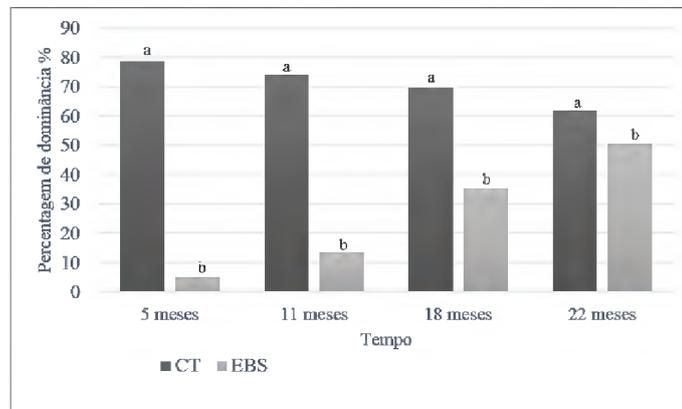
7. RESULTADOS

7.1 ESTÍMULO AO BANCO DE SEMENTES DO SOLO PARA CONTROLE DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS EM MATA CILIAR

Dominância de gramíneas

Foram detectadas duas espécies de gramíneas exóticas, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. e *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf. as quais foram utilizadas como forrageiras na implantação da pastagem na década de 1990. *Brachiaria humidicola* foi predominante na área, acima de 80 %, e é conhecida vulgarmente por quicuiu da Amazônia.

Ao longo dos meses de observação, a dominância dessas duas gramíneas exóticas foi significativamente menor no tratamento EBS (Figura 5). Em CT, a cobertura do solo pelas gramíneas ficou acima de 60% em todo o período de estudo e em EBS não ultrapassou 51% (22 meses). No entanto, o tratamento EBS foi mais efetivo no início do experimento e, com o passar dos meses, a dominância das gramíneas foi aumentando em relação às outras espécies provenientes da regeneração natural.

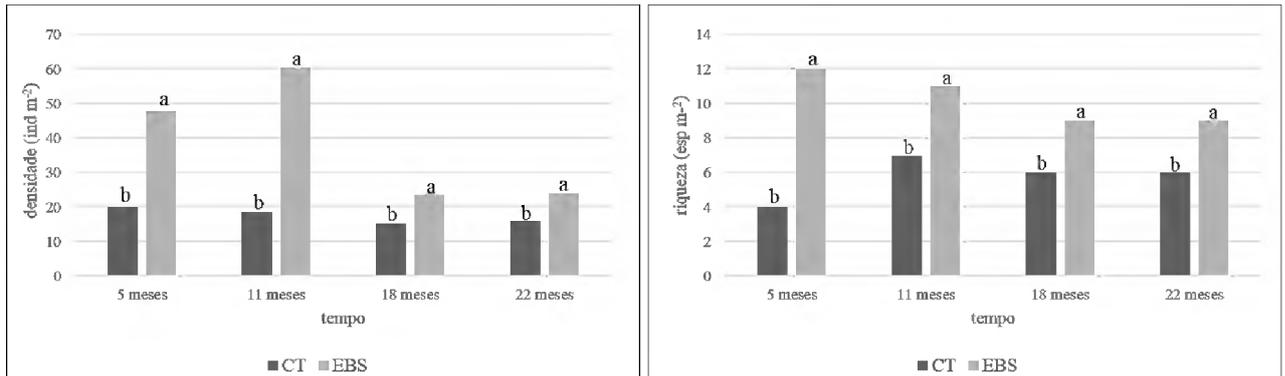


Médias com letras diferentes indicam diferenças estatísticas pelo teste de t de Student (5% de significância).

Figura 5. Dominância de gramíneas exóticas que recobriram o solo na área controle (CT) e na área onde houve estímulo ao banco de sementes (EBS), aos 5, 11, 18 e 22 meses em mata ciliar dominada por pastagem, Campo experimental da Embrapa, no município de Terra Alta, Pará.

Composição florística e estrutura da vegetação em formação

O tratamento EBS apresentou significativamente maior densidade de indivíduos e riqueza em todos os períodos estudados quando comparado ao CT, o que acelerou assim o processo de sucessão secundária (Figura 6). No entanto, houve uma brusca diminuição no



número de indivíduos das espécies regenerantes nativas no tratamento EBS, entre o 11^o e 18^o mês (Figura 6).

Médias com letras diferentes indicam diferenças estatísticas pelo teste de t de Student (5% de significância).

Figura 6. Densidade de indivíduos e riqueza de espécies provenientes da regeneração natural com altura inferior a 1 m (Classe 1) nos tratamentos Controle (CT) e Estímulo ao banco de sementes do solo (EBS) em uma área de mata ciliar dominada por pastagem- Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará

Aos cinco meses, o tratamento EBS apresentou 28 ind. m⁻² a mais que CT e aos 11 meses houve a maior diferença entre tratamentos, quando EBS apresentou 41 ind. m⁻² a mais. Nos períodos posteriores a diferença no número de indivíduos diminuiu, mas o tratamento EBS continua apresentando maior densidade de indivíduos provenientes da regeneração natural, quando comparada ao controle.

A maior diferença encontrada entre EBS e CT para a variável riqueza foi aos cinco meses, onde em EBS observou-se oito espécies a mais que em CT. Nos demais meses a diferença na riqueza entre EBS e CT foi cerca de 34% (Figura 6). Do total de espécies regenerantes, considerando a soma dos dois tratamentos, 47% das espécies corresponderam a ervas, 23,5% a lianas, 18,5% a arbustos e 11% a árvores (Tabela 4).

De todos os hábitos de vida avaliados, as ervas tiveram maior número de indivíduos nos dois tratamentos (Figura 7). A densidade de lianas foi favorecida em CT, ervas e árvores apresentaram mais indivíduos no tratamento EBS. Já os arbustos, foram favorecidos inicialmente pelo tratamento EBS e após os 18 meses houve uma brusca queda no número de indivíduos com esse hábito (Figura 7).

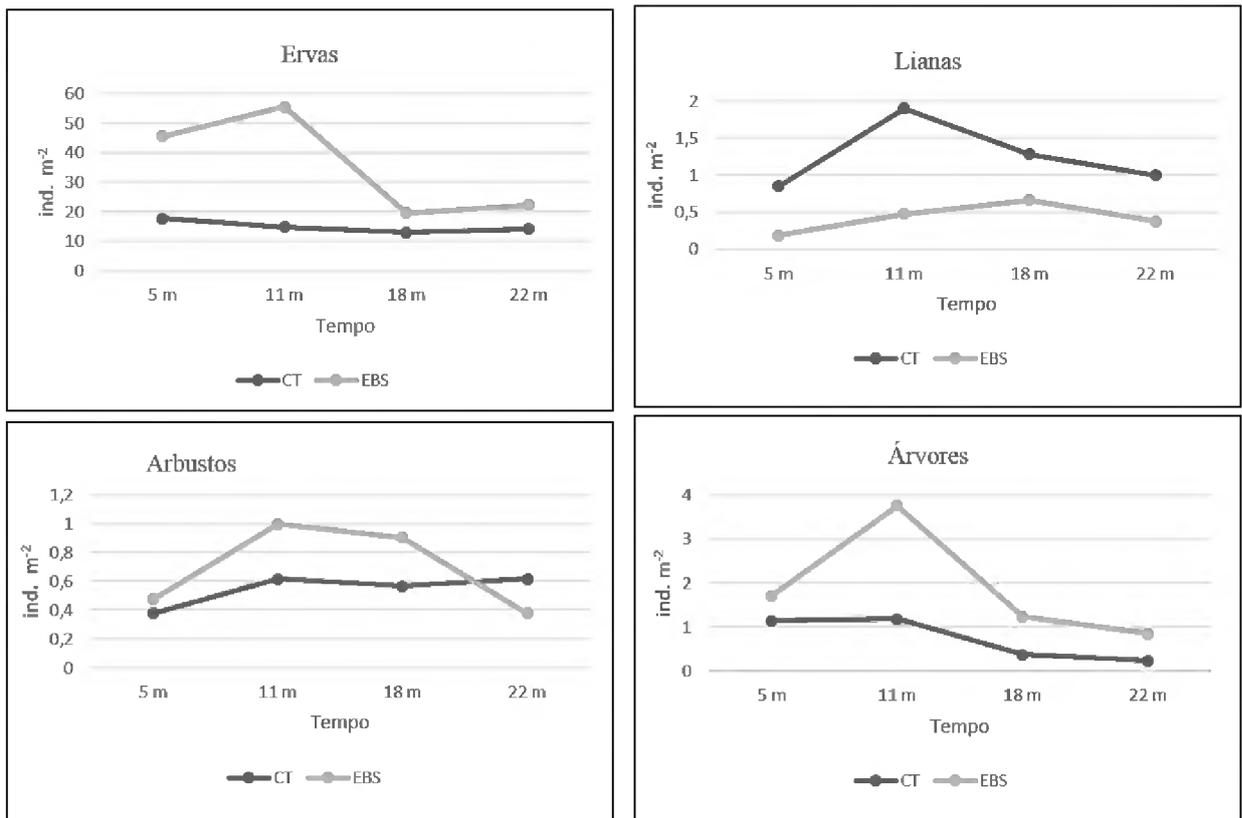


Figura 7. Densidade (ind. m⁻²) da regeneração com altura inferior a 1 m (Classe 1) representada em hábitos de vida, nos tratamentos controle (CT) e estímulo ao banco de sementes (EBS), em mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará.

Há persistência de várias espécies em cada tratamento, ao longo dos meses. Algumas espécies estão presentes exclusivamente em apenas um tratamento, CT ou EBS. Vinte espécies, incluindo todos os hábitos, foram exclusivas da área controle e trinta espécies foram exclusivas do tratamento EBS. Esse resultado confirma que o tratamento EBS estimulou a germinação e o crescimento de maior número de espécies.

Nenhuma das espécies de ervas na área controle persistiu por 22 meses, enquanto que no tratamento EBS quatro espécies estiveram presentes em todas as medições: *Microstachys corniculata*, *Mimosa sensitiva*, *Stylosanthes gracilis*, *Phyllanthus niruri*. Com relação às lianas, o número de espécies exclusivas foi de seis para CT e cinco para EBS, mas somente na área controle houve espécie que persistiu ao longo dos 22 meses: *Adenocalymma magnificum* (Tabela 4).

Tabela 4. Hábitos de vida (erva, liana, arbusto e árvore), número total de indivíduos e persistência espécies das provenientes da regeneração natural com altura inferior a 1 m (Classe 1), ao longo de 22 meses, em CT e EBS, em uma área dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará mata ciliar.

HÁBITO DE VIDA: ERVA		5 meses		11 meses		18 meses		22 meses	
Família	Espécie	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	0	0	0	0	0	0	2	1
APOCYNACEAE	<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	1	1	0	1	0	0	0	7
ASTERACEAE	<i>Cyanthillium cinereum</i> (L.) H.Rob.	0	1	0	0	0	1	0	0
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	16	0	10	0	1	8	1	2
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	0	2	0	9	0	0	0	0
	<i>Orthopappus angustifolius</i> (Sw.) Gleason	1	0	1	0	4	0	0	0
	<i>Rolandra fruticosa</i> (L.) Kuntze	39	1	25	7	39	3	43	6
CYPERACEAE	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	0	4	0	1	0	0	0	0
	<i>Cyperus laxus</i> Lam.	0	6	0	9	2	0	0	5
	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	0	0	21	0	0	0	0	0
	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl	0	0	5	2	0	0	0	0
	<i>Rhynchospora pubera</i> (Vahl) Boeckeler	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	0	24	0	21	0	0	0	0
	<i>Cyperus sphaelatus</i> Rottb.	28	0	6	0	111	12	39	10
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	45	121	9	106	2	6	0	16
	<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	0	0	25	4	0	1	17	2
EUPHORBIACEAE	<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Croton glandulosus</i> L.	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	0	5	0	51	0	3	0	1
FABACEAE	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC	0	1	0	0	0	3	6	0
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	30	35	4	84	5	64	8	52
	<i>Desmodium incanum</i> DC.	0	0	0	0	0	0	3	1
	<i>Mimosa candollei</i> R.Grether	4	2	4	1	0	2	2	1
	<i>Mimosa pudica</i> L.	20	62	34	155	21	56	60	62
	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	0	2	0	1	0	0	0	1
	<i>Stylosanthes gracilis</i> Kunth	0	1	0	3	0	4	0	2
	<i>Zornia latifolia</i> Sm	1	0	2	0	0	0	2	0
GENTIANACEAE	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	2	0	1	0	4	0	1	0
LAMIACEAE	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	48	62	45	164	30	69	56	103
LINDERNIACEAE	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.	2	2	27	0	0	0	0	1
MALVACEAE	<i>Sida linifolia</i> Cav.	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Waltheria indica</i> L.	4	0	5	0	2	0	0	0
	<i>Sida glomerata</i> Cav.	0	0	12	0	0	1	0	0
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	2	0	1	0	3	1	4	0
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	8	0	1	0	6	1	4	0
	<i>Pterolepis trichotoma</i> (Rottb.) Cogn.	2	354	0	0	0	0	0	0
OCHNACEAE	<i>Sauvagesia erecta</i> L.	37	91	29	48	22	82	23	110
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (GDon) Exell	0	6	0	0	0	0	0	0
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	0	1	0	8	0	4	0	2
	<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	1
POACEAE	<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	0	0	0	0	3	1	4	2
	<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	0	5	0	0	0	0	0	0
POLYGALACEAE	<i>Asemeia martiana</i> (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Ab	0	0	0	1	0	1	0	0
RUBIACEAE	<i>Borreria alata</i> (Aubl.) DC.	7	67	11	279	0	25	0	0
	<i>Borreria cerradoana</i> E.L.Cabral, R.M.Salas & J.D.Soto	31	48	0	0	0	0	0	0
	<i>Borreria hyssopifolia</i> (Willd. ex Roem & Schult.)	0	1	0	0	0	0	0	12
	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	16	37	6	165	0	47	3	45
	<i>Sabicea aspera</i> Aubl.	29	9	25	46	19	16	21	23
VERBENACEAE	<i>Stachytapheta cayennensi</i> s (LC. Rich.) Vahl.	0	0	0	0	1	1	0	1

Continuação... Tabela 4

		HÁBITO DE VIDA: LIANA				5 meses		11 meses		18 meses		22 meses	
Família	Espécie	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS		
BIGNONIACEAE	<i>Adenocalymma allamandiflorum</i> (Bureau exK.Schum.)	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2		
	<i>Adenocalymma magnificum</i> Mart. exDC.	1	0	1	0	1	0	2	0	0	0		
	<i>Adenocalymma validum</i> (K. Schum.) L.G. Lohmann	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0		
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	7	0	9	0	3	1	6	0	0	0		
	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
DILLENIAACEAE	<i>Tetracera willdenowiana</i> Steud.	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0		
	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
FABACEAE	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	1	1	1	0	3	3	2	0	0	0		
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	2	0	5	0	10	0	5	1	0	0		
	<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff	2	1	9	4	7	4	4	5	0	0		
	<i>Machaerium froesii</i> Rudd	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0		
	<i>Machaerium quinata</i> (Aubl.) Sandwith	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0		
	<i>Machaerium latifolium</i> Rusby	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0		
LAMIACEAE	<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0		
LYGODIACEAE	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0		
MALPIGHIAACEAE	<i>Mascagnia</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos andromorpha</i> DC.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
RHAMNACEAE	<i>Gouania cornifolia</i> Reissek	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0		
		HÁBITO DE VIDA: ARBUSTO				5 meses		11 meses		18 meses		22 meses	
Família	Espécie	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS		
APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. exRoem. & Schult.	0	3	0	5	0	8	0	0	0	0		
ASTERACEAE	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0		
BORAGINACEAE	<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0		
CONNARACEAE	<i>Rourea ligulata</i> Baker	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		
FABACEAE	<i>Senna chrysoarpa</i> (Desv.) H.S.Irwin & Barneby	8	0	8	0	9	0	12	0	0	0		
	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
LACISTEMATAACEAE	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0		
MALVACEAE	<i>Urena lobata</i> L.	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0		
	<i>Pavonia stellata</i> (Spreng.) Spreng	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		
SALICACEAE	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
SOLANACEAE	<i>Solanum crinitum</i> Lam.	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0		
	<i>Solanum incanum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
	<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	0	2	0	4	0	5	0	1	0	0		
	<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0		
	<i>Solanum caavurana</i> Vell.	0	0	2	3	1	1	1	0	0	0		
		HÁBITO DE VIDA: ÁRVORES				5 meses		11 meses		18 meses		22 meses	
Família	Espécie	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS	CT	EBS		
CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	0	1	0	3	0	0	0	0	0	2		
FABACEAE	<i>Acacia mangium</i> Willd.	0	26	0	60	0	12	0	1	0	0		
	<i>Inga cayennensis</i> Sagot exBenth	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HYPERICACEAE	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	13	5	11	6	6	9	3	3	0	0		
MALPIGHIAACEAE	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	1	0	4	0	0	2	1	3	0	0		
MYRTACEAE	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0		
SALICACEAE	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	4	0	7	3	0	1	1	1	0	0		
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
URTICACEAE	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	0	4	0	7	0	2	0	0	6	0		

Quanto aos arbustos, o número de espécies exclusivas no tratamento EBS (10) foi bem superior ao número de espécies exclusivas no tratamento CT (2). *Senna chrysoarpa* persistiu ao longo dos 22 meses no tratamento CT e *Solanum stramonifolium* no tratamento EBS.

Quanto as árvores, os dois tratamentos apresentaram o mesmo número de espécies exclusivas, três. No tratamento EBS duas espécies exclusivas foram persistentes: *Acacia mangium* e *Cecropia palmata*. *Vismia guianensis* foi levantada nos dois tratamentos com persistência ao longo dos 22 meses (Tabela 4).

Esses resultados demonstram que o tratamento EBS tem acelerado a sucessão secundária, com o maior número de espécies lenhosas e estruturação vertical da floresta. Cabe ressaltar que *Acacia mangium* é uma espécie exótica invasora, e que requer o manejo futuro para que as espécies nativas não sejam prejudicadas.

7.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL SOB MÉTODOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO

A densidade de indivíduos, riqueza de espécies, altura média e área basal aos 22 meses não diferiu estatisticamente entre controle (CT), estímulo ao banco de sementes (EBS), introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas (IM) (Tabela 5). Nessa avaliação foram considerados os arbusto e árvores dentro do critério de inclusão da classe 2 ($1 \text{ m} \leq \text{altura} < 3 \text{ m}$) e classe 3 ($\text{altura} > 3 \text{ m}$).

Tabela 5. Densidade, riqueza, altura média e área basal, por classe de altura, nos tratamentos Controle (CT), estímulo ao banco de sementes (EBS), introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas (IM), aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.

Classe 2 ($1 \text{ m} \leq \text{altura} < 3 \text{ m}$)			
Tratamento	Densidade (ind. 81m^{-2})	Riqueza (esp. 81m^{-2})	Alt média (cm)
CT	5	3	126,7
EBS	118	7	168,3
IS	36	10	163,1
IM	61	9	156,2
Classe 3 ($\text{altura} > 3 \text{ m}$)			
Tratamento	Densidade (ind. 405m^{-2})	Riqueza (esp. 405 m^{-2})	G ($\text{m}^2 405\text{m}^{-2}$)
CT	1	1	0,0004
EBS	238	2	0,0006
IS			
IM	9	2	0,0008

Até os 22 meses, o ingresso e recrutamento da vegetação lenhosa ocorreu de forma semelhante nos quatro métodos, com exceção do tratamento IS, quando considera-se a vegetação com altura superior a 3m.

Observa-se que há espécies de arbusto e árvores na classe 2 e a riqueza apresentada em IS e IM inclui as espécies introduzidas nesses tratamentos e em EBS e CT, a riqueza é exclusivamente proveniente da regeneração dos métodos. Na classe 3, a riqueza é totalmente proveniente da regeneração natural.

Tabela 6. Hábito de vida (arbusto- ARB e árvore- ÁRV), densidade, altura média e área basal dos indivíduos provenientes da Classe 2 ($1\text{m} \leq \text{altura} < 3\text{m}$) e Classe 3 ($\text{altura} > 3\text{m}$) nos tratamentos Controle (CT), estímulo ao banco de sementes (EBS), introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas (IM) aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.

Classe 2 ($1\text{m} \leq \text{altura} < 3\text{m}$)					
Tratam.	Espécie	Família	Hábito	Densidade (ind. 81m^{-2})	Alt média (cm)
CT	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	ÁRV	2	133
	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	ARB	2	144
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Hypericaceae	ÁRV	1	103
EBS	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	ÁRV	111	210,2
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	ÁRV	2	249,9
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae	ÁRV	1	168
	<i>Solanum juripeba</i> Rich.	Solanaceae	ARB	1	136
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	ÁRV	1	157
	<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	Boraginaceae	ARB	1	141
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Hypericaceae	ÁRV	1	116
IS	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	ARB	1	157,0
	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	Malpighiaceae	ÁRV	1	184,0
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	ÁRV	5	153,3
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	ÁRV	5	125,4
	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M King & F	Asteraceae	ARB	1	150,0
	<i>Hymenaea courbaril</i> L. *	Fabaceae	ÁRV	1	161,0
	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	ARB	10	153,2
	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	Fabaceae	ÁRV	1	271,0
	<i>Varronea multispicata</i> (Cham.) Borhidi	Boraginaceae	ARB	1	105,0
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Hypericaceae	ÁRV	10	171,3
	IM	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	ÁRV	1
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. *		Fabaceae	ÁRV	2	108,0
<i>Inga edulis</i> Mart *		Fabaceae	ÁRV	4	214,3
<i>Simarouba amara</i> Aubl *		Simaroubaceae	ÁRV	2	112,5
<i>Solanum caavurana</i> Vell.		Solanaceae	ARB	18	177,6
<i>Spondias mombin</i> L. *		Anacardiaceae	ÁRV	3	127,7
<i>Varronea multispicata</i> (Cham.) Borhidi		Boraginaceae	ARB	1	163,0
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warf		Myristicaceae	ÁRV	1	115,0
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.		Hypericaceae	ÁRV	29	165,0
Classe 3 ($\text{altura} > 3\text{m}$)					
Tratam.	Espécie	Família	Hábito	Densidade (ind. 405m^{-2})	G ($\text{m}^2 405\text{m}^{-2}$)
CT	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Hypericaceae	ÁRV	1	0,0004
EBS	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	ÁRV	233	0,0005
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	ÁRV	5	0,0007
IS					
IM	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	ÁRV	8	0,0012
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC	Melastomataceae	ÁRV	1	0,0004

(*) Espécie introduzida no tratamento

Nas duas classes de altura, as espécies apresentam baixa densidade, com exceção da espécie exótica *Acacia mangium*, que apresentou um número de indivíduos muito superior em relação às outras espécies. Esse fato ocorreu devido ao corte de um indivíduo adulto no momento da instalação do experimento, que ocasionou a germinação do banco de sementes da espécie, com elevada densidade de indivíduos (Figura 8-B).

Entre as espécies nativas, no critério de inclusão da classe 2, a espécie arbórea *Vismia guianensis* obteve elevada densidade em IS e IM (Figura 8-A) e esteve presente em todos os tratamentos e a espécie arbustiva *Solanum caavurana* ocorreu com elevado número de indivíduos exclusivamente em IM, assim como *Lacistema pubescens* em IS.

Para os indivíduos com altura superior a 3 m (Classe 3) aos 22 meses, somando todos os tratamentos, ocorreu apenas quatro espécies. A maior densidade foi de *Acacia mangium*, seguida da nativa *Cecropia palmata*.



Figura 8. (A) Regeneração natural de *Vismia guianensis* no tratamento introdução de mudas (IM) e (B) Regeneração natural de *Acacia mangium* em parcela do tratamento estímulo ao banco de sementes do solo (EBS), aos 22 meses, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental da Embrapa, município de Terra Alta, Pará. Fonte: Autor

Quanto à formação da estrutura da floresta, as espécies da regeneração natural têm contribuído mais do que as espécies introduzidas até os 22 meses. *Acacia mangium*, *Cecropia palmata*, *Vismia guianensis* e *Miconia minutiflora* apresentaram indivíduos com altura superior a 3 m e com grau de ocupação do solo mensurável (Tabela 6).

Considerando os indivíduos com altura inferior a 3 m, as espécies introduzidas *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, *Inga edulis*, *Hymenaea courbaril* e as regenerantes *Acacia mangium*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* têm maior contribuição na altura média dos tratamentos.

Com relação às espécies florestais usadas no tratamento IS, cinco meses após semeadura, a percentagem de germinação foi 100% para *Parkia multijuga* (fava arara), *Hymenaea courbaril* (jatobá) e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), 89% para *Carapa guianensis* (andiroba) e *Parkia gigantocarpa* (fava atanã) e 44% para *Enterolobium schomburgkii* (orelha de macaco). *Ormosia coutinhoi* (buiúçu) apresentou 11% de germinação e *Pseudopiptadenia psilostachya* (timborana) não germinou.

Aos 22 meses, período de estabelecimento das mudas, houve 100% de mortalidade de *Ormosia coutinhoi* e entre as outras espécies, houve diferença significativa na sobrevivência, onde *Hymenaea courbaril* e *Carapa guianensis* apresentaram as melhores taxas de sobrevivência dentro do método IS (Tabela 7).

Quanto ao crescimento em altura *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, se destacou das demais e 50 % das espécies apresentam altura inferior a 100 cm. Até o momento, o diâmetro a altura do solo foi semelhante entre as espécies e os valores são pouco expressivos (Tabela 7).

Tabela 7. Estabelecimento em sobrevivência (S), altura média e diâmetro à altura do solo (DAS) das espécies do tratamento Introdução de espécies arbóreas via sementes (IS), aos 22 meses de semeadura, em mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.

Espécie introduzidas por sementes	S (%)	Alt. média (cm)	DAS (mm)
<i>Carapa guianensis</i> Aubl	87,5 ab	65,7 b	14,5 a
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth	50 b	106,5 b	18,2 a
<i>Parkia multijuga</i> Benth	67 b	59,5 b	22,8 a
<i>Parkia gigantocarpa</i> Durcke	50 b	41,8 b	16,2 a
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	100 a	103,6 b	14,2 a
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke)	67 b	175,8 a	25,0 a

Médias seguidas com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5% de significância)

As espécies introduzidas via mudas apresentaram diferença significativa para sobrevivência aos 22 meses. A maioria das espécies apresentaram elevada sobrevivência, acima de 85 % (Tabela 8). A altura média foi maior nas espécies *Inga edulis* (153,9 cm) e *Virola surinamensis* (107,7cm), as demais apresentaram altura inferior a 100 cm. Como observação, foi registrado florescimento em dois indivíduos de *Inga edulis* aos 18 meses.

Aos 22 meses, o diâmetro foi semelhante entre as espécies, e observa-se que as espécies com maior crescimento em altura apresentam os diâmetros mais expressivos dentro do tratamento (Tabela 8).

Tabela 8. Estabelecimento em sobrevivência (S), altura média e diâmetro à altura do solo (DAS) das espécies do tratamento Introdução de espécies arbóreas via mudas, 22 meses após o plantio, em uma área de mata ciliar dominada por pastagem - Campo experimental de Terra Alta, município de Terra Alta, Pará.

Espécie introduzidas por mudas	S (%)	Alt. média (cm)	DAS (mm)
<i>Carapa guianensis</i> Aubl	89 a	84,1 b	14,25 a
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	67 b	72 b	9,48 a
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	67 b	61,2 b	18,55 a
<i>Inga edulis</i> Mart	100 a	153,9 a	27,55 a
<i>Simarouba amara</i> Aubl	89 a	85,1 b	14,88 a
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	89 a	81,5 b	16,24 a
<i>Spondias mombin</i> L.	89 a	99,7 b	21,55 a
<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	78 ab	107,7 ab	27,47 a

Médias seguidas com letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5% de significância)

8. DISCUSSÃO

8.1 ESTÍMULO AO BANCO DE SEMENTES DO SOLO PARA CONTROLE DE GRAMÍNEAS EXÓTICAS EM MATA CILIAR

Dominância de gramíneas

As espécies do gênero *Brachiaria* estão entre as forrageiras mais utilizadas no Brasil, as 16 espécies presentes no país ocupam cerca de 85 % da área de pastagens do território (LUCENA, 2010). A espécie *Brachiaria humidicola*, predominante na área de estudo, foi propagada na Amazônia a partir da década de 1970 por ser mais tolerante que a *B. decumbes* aos ataques de cigarrinhas de pastagens (COSTA, 2004).

A dominância das gramíneas exóticas foi significativamente menor no tratamento EBS (Figura 5) devido a germinação de outras espécies presentes no banco de sementes do solo a partir da remoção temporária da forrageira com o uso do herbicida e revolvimento do solo realizado nesse tratamento.

Dias-Filho (2006) cita uma série de fatores que contribuem para explicar a germinação do banco de sementes do solo em pastagens, entre eles, a redução da cobertura vegetal da forrageira e distúrbios no solo provocados pela gradagem, que causam movimentação vertical das sementes, expondo essas as condições ambientais mais favoráveis para a quebra de dormência, como as variações dos níveis diários de temperatura, luz e umidade.

O aumento da dominância das gramíneas encontrado a partir dos onze meses em EBS pode ser explicado pelo reestabelecendo agressivo das gramíneas sobre as outras espécies regenerantes. A gramínea predominante possui banco de sementes persistente no solo, o qual também foi estimulado pelo tratamento, aliado ao seu crescimento vigoroso, dispersão de sementes pela inflorescência numerosa no ano de reestabelecimento e altas taxas de colonização do solo devido ao seu hábito estolonífero (COSTA, 2004).

Ocorrerá a redução máxima e eliminação da dominância das gramíneas exóticas na área de mata ciliar, quando a regeneração nos tratamentos for predominantemente composta por indivíduos de espécies perenes arbustiva-arbóreas com elevada altura, os quais competem com as forrageiras por luz, água e espaço, impossibilitando a recuperação da pastagem (MASCARENHAS et al., 1999; DIAS-FILHO, 2006; ZIMMER et al., 2012).

Composição florística e estrutura da vegetação em formação

Como esperado, a sucessão ecológica foi acelerada com o tratamento EBS, pois a regeneração natural de espécies nativas, avaliada pela densidade de indivíduos com altura inferior a 1 m e riqueza nesse tratamento foi superior do que encontrado em CT (Figura 6). Com a variação de temperatura, luz e umidade provocado pelo distúrbio no tratamento EBS, as sementes em estado de dormência no solo germinaram e iniciaram o processo de ocupação da área (VÁLIO e SCARPA, 2001).

A tendência de diminuição da densidade de indivíduos e riqueza observados em CT e EBS entre o 11º e 18º mês pode ser explicado pela menor eficiência competitiva das espécies que compõe a regeneração natural frente ao aumento da dominância das gramíneas forrageiras observado nesse período (Figura 5) (DIAS-FILHO, 2006).

A composição florística encontrada nesse estágio da sucessão tem predomínio de espécies herbáceas nativas com elevada densidade (Tabela 4 e Figura 7), o que era esperado, visto que o banco de sementes do solo em pastagem abandonada, durante muitos anos há predomínio de espécies desse hábito de vida (CORREIA e MARTINS, 2015; REZENDE, 2016; ROCHA et al., 2016).

A menor eficiência competitiva das ervas sobre as forrageiras ocorre por que algumas espécies são pouco persistentes, têm o ciclo vital anual, liberando espaço para colonização das gramíneas. Espécies pouco persistentes foram observadas em maior número em CT (Tabela 4). Outro fator, é que as ervas perenes não ultrapassam a altura de recobrimento da *Brachiaria*, que alcança até um metro de altura (MASCARENHAS et al., 1999; COSTA, 2004).

A predominância de espécies herbáceas é comum no estágio inicial de sucessão secundária e em área de floresta convertida em pastagem a substituição dessas espécies por outras pode ser lenta, como observado por Cheung et al., (2009) em pastagens com 96 meses de abandono e por Vieira e Pessoa (2001), onde a regeneração natural em uma pastagem abandonada a 20 anos na Amazônia revelou predomínio de herbáceas (46%), sobre as arbóreas (23%), arbustivas (21%) e lianas (10%).

Na área em estudo, o estímulo ao banco de sementes tem acelerado a sucessão com espécies arbustiva-arbóreas, através do maior ingresso e recrutamento de indivíduos (altura < 1 m) do que em CT. É possível observar que a persistência da espécie *Vismia guianensis* com elevada densidade nos dois tratamentos ao longo dos 22 meses indica o potencial dessa espécie pioneira em colonizar ambientes com alta dominância de gramíneas e recursos limitados (NOGUEIRA, 2015).

8.2 RESTAURAÇÃO FLORESTAL SOB MÉTODOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE INTERVENÇÃO

Os métodos com diferentes níveis de intervenção humana, representados pelos tratamentos, contribuíram de maneira semelhante na restauração da vegetação lenhosa (arbustos e árvores) ingressa ou recrutada na classe de altura 2 ($1 \text{ m} \leq \text{altura} < 3 \text{ m}$) e classe 3 (altura > 3m) até os 22 meses, contrariando a expectativa de que os métodos introdução de espécies arbóreas por sementes (IS) e introdução de espécies arbóreas por mudas resultaria em densidade e riqueza da comunidade mais elevada.

Dois fatores influenciaram esse resultado, o curto tempo para que os métodos de introdução de espécies arbóreas beneficiassem o processo de restauração florestal e a expressividade da regeneração natural espontânea nos métodos de restauração passiva (CT) e ativa (EBS, IS e IM).

A lenta acumulação de espécies arbustiva-arbóreas é relacionada a ação das gramíneas exóticas como filtros ecológicos na mata ciliar estudada. As sementes têm dificuldades de fixação no subsolo devida a densa camada de biomassa formada pela gramínea (VIEIRA e PESSOA, 2001) e as plântulas que superam essa barreira encontram dificuldades de enraizamento e absorção de água, luz e nutrientes (CHAZDON, 2012; PEREIRA, 2012; BRACALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Portanto, até 22º mês, a baixa densidade e riqueza demonstra que não houve superação desse filtro biótico nos diferentes métodos de intervenção. As espécies que se estabeleceram

(regenerantes e introduzidas) não possuem capacidade competitiva frente as características agressivas das gramíneas exóticas (DIAS-FILHO, 2006). Outros estudos observaram a influência negativa da dominância de gramíneas exóticas do gênero *Brachiaria* no estabelecimento e desenvolvimento da vegetação lenhosa (CHEUNG et al., 2009; REZENDE, 2016; ROCHA et al., 2016).

No estudo de Rezende (2016), a densidade de indivíduos foi semelhante nos métodos de restauração em área de pastagem na Amazônia após 12 meses, e a riqueza foi maior no plantio de mudas, os indivíduos do plantio e da semeadura proporcionaram 50% de recobrimento do solo. Os bons resultados encontrados, foram relacionados pelo autor ao manejo periódico das gramíneas com herbicida em todos os métodos, o que não ocorreu nesse estudo, pois foi utilizado o mínimo de insumos nos tratamentos.

No estudo de CAVA et al., (2016), a riqueza da vegetação do Cerrado em área de pastagem, no período de 22 meses, foi igual nos métodos de restauração passiva e ativa (regeneração natural assistida, semeadura direta em linhas ou a lanço e plantio de mudas) e a densidade foi superior na semeadura direta em linhas, no entanto com elevada dominância de uma espécie.

Considerando a predominância de espécies de ervas e lianas observados no estudo do estímulo ao banco de sementes de solo (item 7.1) e a densidade e riqueza de arbustos e árvores (Tabela 5), pode-se afirmar que a mata ciliar está no estágio inicial da sucessão secundária, caracterizado por diferentes hábitos de vida heliófilos e baixa riqueza de espécies lenhosas (DURIGAN, 2010; CHAZDON, 2016).

A riqueza de espécies na classe de altura 2 tem elevado número de espécies pioneiras regenerantes, mesmo nos tratamentos de introdução de espécies arbóreas (IS e IM). Esse também ocorreu na classe de indivíduos com altura superior a 3 m, exceto no tratamento IS, que não apresentou recrutamento nessa classe. O número de espécies regenerantes evidenciou que a área de estudo apresenta elevada resiliência, considerando as fontes de propágulos (chuva de sementes, banco de sementes e rebrota) (CORREIA e MARTINS, 2015).

Foi observada baixa densidade de indivíduos das espécies regenerantes, com exceção da espécie exótica *Acacia mangium* devido a germinação do banco de sementes persistente no solo (CORREIA e MARTINS, 2015) após o corte de um indivíduo adulto. Essa espécie fora introduzida no Brasil com objetivos econômicos e ambientais pelo eficiente aproveitamento de recursos hídricos e de nutrientes, de rápido crescimento inicial, acúmulo de biomassa e serapilheira, uso múltiplo e capacidade sombreamento de espécies competidoras (ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013).

Esses benefícios podem ser percebidos na área de estudo, principalmente em EBS. No entanto, essas mesmas características indicam o potencial invasor da espécie em colonizar diversos ecossistemas e alterar propriedades locais, como a inibição da regeneração natural nativa (RICHARDSON et al. 2011). Portanto, na área de estudo o manejo é imprescindível, pois a partir de dois anos a dispersão de sementes é intensa, gerando riscos de invasão dessa espécie em toda a área de restauração e entorno (ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013).

Acacia mangium e as espécies nativas *Cecropia palmata* e *Vismia guianensis* apresentaram indivíduos distribuídos em todas as classes de tamanho avaliadas nesse estudo. Os gêneros *Vismia* e *Cecropia* têm sido os mais abundantes em estudos de sucessão secundária na Amazônia (LIMA et al., 2007; ARAUJO et al., 2009; MASSOCA et al., 2012; REZENDE, 2014; NOGUEIRA, 2015; ROCHA et al., 2016).

A literatura sugere que a colonização de espécies do gênero *Cecropia* ocorrem após o corte raso ou em área com pouco uso de “corte e queima”, e as espécies de *Vismia* ocorrem em pastagens com histórico de intenso uso da roçagem e queima (Mesquita et al., 2001; Williamson et al., 2012). Nesse estudo, a densidade de *Vismia guianensis* foi alta e a área de pastagem, estabelecida a mais de 25 anos, está localizada as margens da Rodovia PA-152, elevando o risco de incêndios acidentais no período de estiagem.

Essas espécies estão presentes em áreas desflorestadas e degradadas pela capacidade de uso eficiente dos recursos como luz, água e nutrientes, (Silva et al., 2008). Em longo prazo, atuam como facilitadoras do processo de regeneração natural, pela eliminação gradativa das gramíneas exóticas por sombreamento e recrutamento de espécies dos estágios avançados da sucessão, tolerantes a sombra (ROCHA et al., 2016).

Os benefícios dos métodos de restauração (CT, EBS, IS e IM) quanto a restauração da estrutura florestal foram semelhantes, *Acacia mangium*, *Cecropia palmata*, *Vismia guianensis* e *Miconia minutiflora* têm contribuído mais do que as espécies introduzidas até os 22 meses, pois essas espécies regenerantes apresentaram altura superior a 3 m e com grau de ocupação do solo mensurável.

DIAS-FILHO (2006), ressalta que as espécies lenhosas colonizadoras típicas de pastagem têm capacidade de crescimento rápido em altura, tornando-as altamente competitivas com as gramíneas forrageiras, que geralmente não ultrapassam 1 m de altura (COSTA, 2004). No estudo de Rezende (2016), aos 30 meses, a área basal das espécies regenerantes foi superior a observada nas espécies introduzidas e no 42º mês, o conjunto de espécies reduziu para 26% o recobrimento do solo com gramíneas exóticas.

Com relação às oito espécies florestais semeadas no tratamento IS, a germinação foi elevada para a maioria das espécies, inferior a 50% em duas espécies e uma (*Pseudopiptadenia psilostachya*) não germinou. A variação de germinação de espécies em áreas de pastagens tem sido associada às condições desfavoráveis determinadas pela competição com gramíneas exóticas, impedido a germinação (DOUST et al. 2006).

Bradford e Nonogaki (2007) relacionam a taxa de germinação com a disponibilidade dos fatores exógenos: luz, água, temperatura e oxigênio, no entanto, esses recursos são limitados em pastagem com gramíneas exóticas (VIEIRA e PESSOA, 2001). A germinação também é influenciada pelas características das sementes, como a qualidade e o tamanho (PEREIRA, 2012).

Então, sob as mesmas condições de ambiente, a dificuldade no estabelecimento inicial (germinação e sobrevivência) de *Pseudopiptadenia psilostachya*, *Ormosia coutinhoi*, *Enterolobium schomburgkii* e *Parkia gigantocarpa* pode ser atribuída a vários fatores intrínsecos às espécies, tais como o tamanho e vigor das sementes, que em geral garante o desenvolvimento inicial das plântulas (FERREIRA et al., 2009; PEREIRA, 2012).

No tratamento IS, entre as seis espécies que permaneceram até os 22 meses, *Hymenaea courbaril* (jatobá) teve 100% de germinação e 100 % de sobrevivência, valores superiores aos encontrados por Ferreira et al., (2007), onde a germinação foi 64% e sobrevivência de 94 %. Nogueira et al., (2016) observaram sobrevivência de 100% dos indivíduos de jatobá plantados, com 10 meses de idade, em área degradada.

Quanto ao crescimento das espécies em IS, jatobá não apresentou os melhores valores, a altura aos 22 meses foi semelhante à dos indivíduos plantados (18 meses) no estudo de Rezende (2016) e o crescimento em altura e diâmetro foi duas vezes menor do que o observado por Ferreira et al., (2007) para os indivíduos semeados a 30 meses.

Nesse tratamento, o crescimento em altura de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) foi superior ao das demais espécies. Paricá é citado como espécie pioneira de rápido crescimento inicial, capaz de se estabelecer naturalmente em áreas degradadas (Meli et al., 2013). O crescimento em altura (175,8 cm) e diâmetro (25 mm) do paricá, aos 22 meses, foi inferior ao apresentado no estudo de Silva (2015), 258 cm de altura e 38,6 mm de diâmetro, aos 18 meses, em condições ambientais semelhantes.

Carapa guianensis (andiroba) e *Parkia multijuga* (fava arara), introduzidas nos dois tratamentos (IS e IM), apresentaram sobrevivência e crescimento semelhantes, com altura média inferior a 100 cm e diâmetro abaixo de 20 mm. O crescimento de fava arara foi menor

do que o observado (150 cm) no plantio de restauração de mata ciliar na Amazônia com 18 meses (REZENDE, 2016).

Cinco de um total de oito espécies introduzidas via mudas apresentou elevada sobrevivência aos 22 meses (acima de 85%), resultados favoráveis nas condições ambientais presentes. Nesse tratamento, as espécies com melhor crescimento em altura foram *Inga edulis* (153,9 cm) e *Virola surinamensis* (107,7 cm). *Inga edulis* é utilizada no Brasil em projetos de restauração pelo rápido crescimento em altura, deposição de matéria orgânica no solo, atração a fauna e expansão de copa, que possibilita o sombreamento de gramíneas exóticas (SCHAFFER, 2011). Na mata ciliar em restauração, foi notado o florescimento dessa espécie aos 18 meses, em REZENDE (2016), aos 42 meses, indivíduos apresentaram frutos.

A porcentagem de sobrevivência expressa o potencial de estabelecimento das espécies florestais em condições de campo (MACEDO et al., 2002), com isso pode-se afirmar que as espécies introduzidas (IS e IM) apresentam boa capacidade de adaptação na área dominada por gramínea. Piña-Rodrigues et al., (1992) indicam que 80% de sobrevivência é exitoso durante o estabelecimento inicial das mudas.

No entanto, o crescimento em altura de 50% das espécies é inferior a 100 cm e todas têm diâmetro inferior a 30 mm. Esses resultados demonstram que as espécies introduzidas têm dificuldade de estabelecimento na mata ciliar dominada por pastagem. As gramíneas ocupam o solo pela forma de crescimento e propagação horizontal no espaço (CHEUNG et al., 2009) e o crescimento das árvores é influenciado negativamente pela competição por água, luz e nutrientes (CHAZDON, 2012; PEREIRA, 2012; BRACALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

As árvores pioneiras com altura superior a 100 cm ultrapassam a altura de recobrimento do solo por *Brachiaria* e se tornam potencialmente competidoras pelos recursos do ambiente sobre as gramíneas (MASCARENHAS et al., 1999; DIAS-FILHO, 2006; ZIMMER et al., 2012). Por esse motivo, em área de estágio inicial de sucessão, o parâmetro cobertura do solo é recomendado e possibilita maior inferência sobre a trajetória de sucessão (SUGANUMA e DURIGAN, 2015).

Espera-se que a longo do tempo, o recobrimento do solo pela vegetação lenhosa pioneira (introduzidas e regenerantes), proporcione 50% de sombreamento do solo, reduzindo drasticamente a população de gramíneas exóticas invasoras e favorecendo o recrutamento de espécies de estágios avançados da sucessão pelo fechamento do dossel florestal (MARTINS, 2011; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).

9. CONCLUSÕES

Em área de mata ciliar dominada por pastagem, o estímulo ao banco de sementes do solo através da remoção temporária da forrageira com o uso do herbicida e revolvimento do solo diminuiu a dominância de gramíneas exóticas do gênero *Brachiria* ao longo de 22 meses de estudo. O estímulo ao banco de sementes acelerou o processo de regeneração natural das espécies nativas, inicialmente com elevada densidade de indivíduos de espécies herbáceas, mas com aumento gradativo do estabelecimento de espécies arbustivo-arbóreas.

Aos vinte e dois meses, os métodos estímulo ao banco de sementes, introdução de espécies arbóreas por sementes e introdução de espécies arbóreas por mudas contribuíram de maneira semelhante no recrutamento e ingresso de arbustos e árvores, com altura superior a um metro, na mata ciliar dominada por pastagem.

A regeneração natural de espécies lenhosas tem o mesmo papel que as espécies introduzidas e está presente nos quatro métodos de restauração, contribuindo com a riqueza, densidade e restauração da estrutura florestal. *Acacia mangium*, *Vismia guianensis* e *Cecropia palmata* provenientes da regeneração são importantes na formação da floresta e já apresentam indivíduos com altura superior a três metros.

A maioria das espécies arbóreas introduzidas por sementes apresentam elevada germinação. As espécies arbóreas introduzidas por sementes e por mudas apresentam sobrevivência acima de 80%, em maioria. O crescimento em altura e diâmetro foi limitado pela competição com as gramíneas exóticas. Poucas espécies ultrapassam a altura do recobrimento das gramíneas (um metro).

Os parâmetros avaliados indicam que a mata ciliar, até os vinte e dois meses, se encontra no estágio inicial da sucessão secundária e as gramíneas exóticas atuam como filtros ecológicos, limitando o estabelecimento das espécies. Espera-se que a longo do tempo, o recobrimento do solo pela vegetação lenhosa pioneira favorecendo o recrutamento de espécies de estágios avançados da sucessão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDE, T. M. Clues for tropical forest restoration. **Restoration Ecology** 8:327. 2000.
- 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
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161:105-121. 2009.
- ASNER PG, RUDEL KT, AIDE TM, DE FRIES R, EMERSON R. A contemporary assessment of change in humid tropical forests. **Conservation Biology** 23: 1386-1395. 2009.
- ATTIAS, N.; SIQUEIRA, M. F.; BERGALHO, Australianas no Brasil: Histórico, Formas de Uso e Potencial de Invasão. Instituto Chico Mendes da Conservação. 2013.
- BARNES, A. D.; CHAPMAN, H. M. Dispersal traits determine passive restoration trajectory of a Nigerian montane forest. **Acta Oecologica**. 56. 33-40. 2014.
- BRACALION, P. H. S.; GANDOLFI, S; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina do Texto. 2015. 428 p.
- BRASIL. Lei Federal n.º 12.651 de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em 24 de outubro de 2015.
- BRITO, R.N.R de; ASP, N.E; BEASLEY, C.R; SANTOS, H.S.S dos. Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Revista Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, 2009.
- BRADFORD K. J.; H. NONOGAKI. Seed development, dormancy and germination. Blackwell publishing, **Oxford**. 2007.
- CAMPOS-FILHO, E.M., DA COSTA, J.N.M.N., DE SOUSA, O.L., JUNQUEIRA, R.G.P. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**. 32, 702–727. 2013.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. A. (Organizadores.) **Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017. 328 p.
- CARMO, S. R. S. do. Degradação e Recuperação de Matas Ciliares na Amazônia Oriental Paraense. (Bacia Hidrográfica do Rio Irituia no Município de Irituia – Pará). **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.3, N.4, p. 803- 813, 2012.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P; POESTER, G. C. **Práticas para restauração da mata ciliar**. Catarse Coletivo de Comunicação. Porto Alegre: 2012. 60 p.

CAVA, M. G. B.; ISERNHAGEN, I.; MENDONÇA, A. H.; DURIGAN, G. Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. **Hoehnea** 43(2): 301-315, 2016.

CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D.; FADELLI, L. **Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas**. 2002.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science** 320 1458-1460. 2008.

CHAZDON, R. L. **Regeneração de florestas tropicais**. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. v. 7 Belém. 2012. p 195.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina do Texto. 2016.

CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta Botanica Basilea**, v.23, n.4, p.1048-1056, 2009.

CORREIA, G. G. S.; MARTINS, S. V. Banco de Sementes do Solo de Floresta Restaurada, Reserva Natural Vale, ES. **Floresta e Ambiente** 22(1):79-87. 2015

COSTA, N. L. (Ed.) **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004, 219 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Competição e sucessão vegetal em pastagens**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006, 38 p

DOUST, S.J.; ERSKINE, P.D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rain forest species: microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. **Forest Ecology and Management**, v.234, p.333-343, 2006.

DURIGAN, G. ENGERL, V L.; TOREZAN, J. M.; MELO, A. C. G.; MARQUES, M. C.M; MARTINS, S. V.; REIS, A.; SCARANO, F. R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais para dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, n 3, p. 471-485, Viçosa: 2010.

EMBRAPA. **Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas**. MDA. Rio Branco: 2003, 32p.

ESPÍNDOLA, M.B.; BECHARA, F.C.;BAZZO, M.S.; REIS,A.Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. **Biotemas**, Florianópolis, v.18, n.1, p.27-38, 2005.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a Restauração Ecológica: Tendências e Perspectivas Mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.;

ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Eds). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M. S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**. Lavras: 2007.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, O. L.; ARAGAO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS NETO, E. M.; REZENDE, A. M. S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Sci. For., Piracicaba**, v. 37, n. 81, p. 037-046, mar. 2009.

FONSECA, D. A.; BACKES, A. R.; ROSENFELD, M. F.; OVERBECK, G. E.; MULLER, S. C. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 521-534, 2017.

GAMA, J.R.N.F.; RODRIGUES, T.E.; CARDOSO JÚNIOR, E.Q. **Levantamento dos solos e uso atual do Campo Experimental de Terra Alta, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 30p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 45).

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V. Theoretical bases of the forest ecological restoration. In: RODRIGUES, R.R. (Ed.). High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil. New York: **Nova Science Publishers**, p. 27-60, 2007.

HOLL, K. D.; T. M. AIDE. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**: 1558-1563. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Manuais Técnicos em Geociências, n 1. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2012.

IDESP (Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará). Estatística Municipal de Peixe-Boi. Belém: **IDESP**, 2009. Disponível em: <http://www.sie.pa.gov.br/sie/paginas/Estatistica_Municipal/pdf/PeixeBoi.pdf> Acesso em: 21 de março de 2017.

IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João, Mineiros do Tietê, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 137-148, dez. 2007.

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. 2017. Disponível em: <www.obt.inpe.br/prodes> Acesso em 10/12/2017.

LIMA, A. J. N. 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.

Lucena, M. A. C. Características agronômicas e estruturais de *Brachiaria* spp submetidas a doses e fontes de nitrogênio em solo de cerrado. Dissertação (mestrado). Nova Odessa - SP, 2010.

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; GOMES, J. E.; OLIVEIRA, T. K. Dinâmica de estabelecimento de *Tectona grandis* L.f. (Teca) introduzida em cafezal na região de Lavras – Minas Gerais. **O Brasil Florestal**, Brasília, n. 73, p. 31-38, 2002.

MARCONATO, G, M. **Avaliação de quatro métodos de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no Município de Mineiros do Tietê – SP**. 2010. 139 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Aprenda Fácil. Viçosa, MG: 2007. 255p.

MARTINS, A. F. Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2011. 112 p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. ed. 2. Aprenda Fácil. Viçosa, MG: 2014. 220 p.

MARTINS, S. V. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Degradados**. 2ª. Edição. UFV, Viçosa, MG: 2015.

MASCARENHAS, R. E. B; MODESTO JUNIOR, M. S.; DUTRA, S. SOUZA FILHO, A. P. S.; TEIXEIRA NETO, J. F. Plantas daninhas de uma pastagem cultivada de baixa produtividade no Nordeste paraense. **Planta Daninha**, v. 17, n. 3, 1999.

MASSOCA, P. E. S., JACOVAK, A. C. C., BENTOS, T. V., WILLIAMSON, G. B. & MESQUITA, R. C. G. Dynamics and trajectories of secondary succession in Central amazonia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 7: 235–250. 2012

MATOS, D.M.S.; PIVELLO, V.R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres: alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 61,n. 1, 2009.

MELI, P. MARTINEZ-RAMOS, M.; REY-BANAYAS, J. M. Selecting Species for Passive and Active Riparian Restoration in Southern Mexico. **Society for Ecological Restoration**. 2013.

MESQUITA, R. C.G.; ICKES, K.; GANADE, G.; WILLIAMSON, G. B. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 89, p. 528–537, 2001.

MENNINGER, H. L.; PALMER, M. A. Restoring ecological communities: from theory to practice. In: FALK, D. A.; PALMER, M. A.; ZEDLER, J. B. **Foundations of restoration ecology**. Washington, D. C.: Island Press, 2006. 88-112.

NOGUEIRA, W. L. P.; FERREIRA, M. J.; MARTINS, N. O. A. Estabelecimento inicial de espécies florestais em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas. **Revista Ciências Agrárias**., v. 58, n. 4, p. 365-371. 2015

NOGUEIRA, W. L. P. Métodos para regeneração de áreas alteradas na Fazenda Experimental da Universidade Federal Do Amazonas – Amazônia Central. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal do Amazonas. Manaus: 2015. 54 f.

OLIVEIRA, E. B. **Técnicas de recuperação de áreas ciliares em tributários do Rio Cruangi na Zona da Mata Norte de Pernambuco**. 2014. 91f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando, FL, 472 pp. 1985.

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.

RAISG. **Deforestación en la Amazonía (1970-2013)**. 2015. 48 p. Disponível em: www.raisg.socioambiental.org. Acesso em 28 de agosto de 2016.

REZENDE, G. M. Restauração florestal no sul da Amazônia: métodos para romper barreiras à regeneração natural. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília. 70 f. Brasília, 2016.

RICHARDSON, D.M.; CARRUTHERS, J.; HUI, C.; IMPSON, F.A.C.; MILLER, J.T.; ROBERTSON, M.P.; ROUGET, M.; LE ROUX, J.J. & WILSON, J.R.U. Human mediated introduction of Australian acacia - a global experiment in biogeography. **Diversity and Distributions**, 17: 771-787. 2011.

ROCHA, G.P.E., VIEIRA, D.L.M., SIMON, M.F. Fast natural regeneration in abandoned pastures in southern Amazonia. **Forest Ecology and Management**. v. 370 (93–101). 2016.

SANTOS, P. L., FERREIRA L.A., ARAGÃO, A. G., AMARAL, L. A., OLIVEIRA, A.S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para a recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore** 36: 237-245. 2012.

SER- SOCIETY OF ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. Society for Ecological Restoration International, Tucson, AZ. 2004.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522. 2016.

SILVA, A. C. S. Regeneração artificial de duas espécies florestais nativas da Amazônia na recuperação de matas ciliares degradadas. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso. Alta Floresta-MT, 2015. 71 f.

SCHAFFER, L. H. Comportamento de seis espécies arbóreas na recuperação de áreas degradadas por pastagens em relevo de planície no litoral do Paraná, Brasil. Universidade Federal do Paraná. 2011.

SOARES, A. A. V. Modelos de implantação de matas ciliares em margem de reservatório. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras: 2012. 84 p.

SOUZA, S. R.; MACIEL, M. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; JESUÍNO, S. A. Caracterização do Conflito de Uso e Ocupação do Solo nas Áreas de Preservação Permanente do Rio Apeú, Nordeste do Pará. **Floresta**. Curitiba, v. 42, p. 701, 2012.

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. **Restoration Ecology**, Tucson, v. 23, n. 3, p. 238-251, 2015.

TIVY, F. Ecosystem stability and disturbance. In: Biogeography: a study of plants in the ecosphere. Essex: **Longman Scientific @Technical**. p 293-320. 1993.

VALE, I. do; COSTA, L. G. S.; MIRANDA, I. S. Espécies indicadas para a recomposição da floresta ciliar da sub-bacia do Rio Peixe-boi, Pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, jul.-set., p. 573-582, 2014.

VÁLIO, I.F.M.; SCARPA, F.M. Germination of seeds of tropical pioneer species under controlled and natural conditions. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 79-84, 2001

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. V. A. Estrutura e composição florística do estrato herbáceo subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia** 52 (80): 17-30. 2001.

WILLIAMSON, G.B., BENTOS, T. V., LONGWORTH, J.B., MESQUITA, R.C.G. Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. **Plant Ecol. Divers.** 7, 341–348. doi:10.1080/17550874.2012.735714. 2016