



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL: Influência da densidade nos indicadores ambientais do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel

TAINAH SILVA NARDUCCI

Orientador: SILVIO BRIENZA JÚNIOR

**BELÉM
Pará- Brasil
2014**

TAINAH SILVA NARDUCCI

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL: Influência da densidade nos indicadores ambientais do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e Embrapa Amazônia Oriental como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e dinâmica sócio-ambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas amazônicos e dinâmicas sócio-ambientais.

Orientador: Silvio Brienza Júnior

BELÉM
Pará – Brasil
2014

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
(Biblioteca do Instituto de Geociências/UFPA)

Narducci, Tainah Silva, 1983-

Recuperação de áreas de reserva legal: influência da densidade nos indicadores ambientais do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel / Tainah Silva Narducci. – 2014.

77 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Silvio Brienza Júnior

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2014.

1. Degradação ambiental. 2. Florestas. 3. Indicadores ambientais. I. Título.

CDD 22. ed. 363.7

TAINAH SILVA NARDUCCI

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE RESERVA LEGAL: Influência da densidade nos indicadores ambientais do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e Embrapa Amazônia Oriental como parte das exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Data da Aprovação: 30/06/2014

Conceito:

Banca Examinadora:

Prof. Silvio Brienza Júnior - Orientador
Doutor em Agricultura Tropical
Embrapa Amazônia Oriental

Prof. Jorge Alberto Gazel Yared - Membro
Doutor em Ciência Florestal
Embrapa Amapá

Prof. Joaquim C. Barbosa Queiroz - Membro
Doutor em Geociências e Meio Ambiente
Universidade Federal do Pará

Prof. Steel Silva Vasconcelos - Membro
Doutor em Recursos e Conservação Florestais
Embrapa Amazônia Oriental

Aos meus pais, Luiz Sergio
Duarte Narducci (*in memoriam*),
Solange Silva Narducci, pelos
estudos e momentos difíceis,
Ao meu irmão Bruno Silva
Narducci

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me concedido o dom do conhecimento, e ter me dado à paz de espírito necessária para superar obstáculos.

Aos meus pais, Luiz Sergio (*in memoriam*) e Solange, por sempre terem me incentivado durante todos os estudos.

Ao meu namorado Filipe Santos pela paciência e incentivo.

À Universidade Federal do Pará e ao Programa de Pós – graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade oferecida.

Ao Prof. Silvio Brienza Junior pela orientação, confiança e contribuições para minha formação profissional.

Ao Prof. Jorge Alberto Gazel Yared pela dedicação, confiança, ensinamentos e ajuda acadêmica.

À Embrapa Amazônia Oriental pela infraestrutura e ao Projeto Restauração e Produção de Florestas Sustentáveis para o Estado do Pará pela contribuição financeira para realizar as atividades.

Ao proprietário da Fazenda Gênesis por permitir a realização deste trabalho na área.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários do laboratório de botânica da Embrapa João Carlos e Seu Manoel pela identificação botânica da regeneração natural e do banco de sementes.

Aos funcionários Francisco Cunha (Pita), Seu Edem e Edilson Brasil, pela colaboração e apoio.

À Vanessa Sousa pelo auxílio nas coletas de campo e atenção recebida e a todas as estagiárias Dayanne, Veronica, Julie, Fernanda, Yuki e Carol pela ajuda na coleta de dados.

À minha grande amiga que tive a oportunidade de conhecer no mestrado, Luiza Vieira, pelos momentos de descontração, pela ajuda de campo, por me manter calma nos momentos difíceis e pelo companheirismo.

Ao meu amigo Hugo Castro pela paciência, pelas parcerias nos trabalhos, pela companhia nas viagens e diversões.

Ao Rodrigo Rafael por tem me ajudado com os mapas e ao Maurício Moura pela ajuda da obtenção dos dados meteorológicos.

À Suzane Cerveira pela ajuda da coleta dos dados e por me fazer rir.

A todos os amigos e amigas que fiz ao longo do curso.

RESUMO

A Reserva Legal é uma área localizada no interior das propriedades rurais, prevista no Código Florestal brasileiro, que deve ser protegida e apresentar coberta por vegetação natural, necessária à conservação, à proteção da fauna e flora e reabilitação dos processos ecológicos, além de servir como corredores ecológicos para o fluxo gênico das espécies. Muitas propriedades possuem estas áreas desmatadas, alteradas e em estágios avançados de degradação, tornando-se importante estudar o comportamento de plantios de espécies arbóreas de rápido crescimento com a finalidade de acelerar o processo de recomposição da vegetação natural e propor técnicas mais eficazes para recuperação destas áreas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade do plantio homogêneo da *Sclerolobium paniculatum* Vogel, aos sete anos e meio de idade, como efeito catalizador do processo de regeneração. O experimento localiza-se na Fazenda Gênese, Dom Eliseu, Pará. Avaliou-se o crescimento e verificou se a precipitação interfere no incremento diamétrico das árvores. Foram instaladas em blocos parcelas aleatórias com quatro repetições em cada tratamento. Para caracterização da composição florística, riqueza, diversidade e a similaridade da regeneração natural sob o plantio foram instaladas em cada tratamento (espaçamento), parcelas com oito repetições para três classes de avaliação da regeneração. E para caracterização da composição florística, riqueza, diversidade e similaridade do banco de sementes do solo foram instaladas aleatoriamente oito pontos de coleta do solo, com quatro repetições em cada tratamento, foram coletados quatro amostras compostas de oito e levadas para a casa de vegetação da Embrapa – CPATU onde foram dispostas em bandejas plásticas e regadas diariamente. Este experimento teve um período de quatro meses e a cada trinta dias as plântulas germinadas eram contadas e identificadas por um parabolânico. As árvores apresentaram maior altura no espaçamento 4m x 2m, maior diâmetro no espaçamento 4m x 3m, maior sobrevivência no espaçamento 4m x 4m. A regeneração natural apresentou maior similaridade na composição florística entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m. Os valores da diversidade do índice de Shannon foram altos, não diferindo estatisticamente entre os espaçamentos. O banco de sementes mostrou maior riqueza de plântulas no espaçamento 4m x 3m, maior similaridade na composição entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m. A diversidade das espécies em nível de 5% de significância não apresentou diferença entre os espaçamentos. Os resultados permitiram constatar que as áreas vêm sendo recuperadas e que

algumas técnicas poderão ser aplicadas buscando reduzir custos e através de um manejo adequado poderá acelerar os processos ecológicos da regeneração natural.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Plantações florestais. Indicadores ambientais.

ABSTRACT

The legal reserve is an area located within farm, provided the Brazilian Forest Code, which must be protected and present covered by natural vegetation, necessary for the conservation, protection of fauna and flora and rehabilitation of ecological processes, and serve as for ecological corridors for the gene flow species. Many properties have these deforested areas, altered and in advanced stages of degradation, making it important to study the behavior of plantations of fast-growing species in order to accelerate the restoration of natural vegetation and propose more effective techniques to recover these areas. This study aimed to evaluate the influence of homogeneous density planting *Sclerolobium paniculatum* Vogel, at seven and a half years old, as a catalyst effect of the regeneration process. The experiment is located in Genesis Farm, Dom Eliseu, Pará. Avaluated the growth and investigate that precipitation interferes with the diametric growth of the trees, it was installed in blocks, random plots with four replicates per treatment. To characterize the floristic composition, richness, diversity and similarity of natural regeneration under plantation were installed in each treatment (spacing), plots with eight repetitions for three classes of evaluation of regeneration. And to characterize the floristic composition, richness, diversity and similarity of the soil seed bank were installed randomly eight points of the soil collect with four replications for each treatment, were collect four composite samples from eight and taken to the greenhouse at Embrapa - CPATU which were placed in plastic trays and watered daily, this experiment was a period of four months and every thirty days the germinated seedlings were counted and identified by a botanical. The trees were higher in the 4m x 2m spacing, larger diameter in the spacing 4m x 3m, greater survival in 4m x 4m spacing. Natural regeneration showed a greater similarity in floristic composition between spacings 4m x 2m and 4m x 3m, the values of Shannon diversity index were high and did not differ statistically between the spacings. The seed bank showed greater richness of seedlings in the spacing 4m x 3m, greater similarity in composition between spacings 4m x 2m and 4m x 4m. The species diversity at level 5% of significance did not differ between the spacings. The results demonstrated that the areas have been recovered and that some techniques may be applied seeking to reduce costs and through appropriate management will can accelerate the ecological processes of natural regeneration.

Keyword: Environmental degradation. Forest plantations. Environmental indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área experimental na Fazenda Gênese, município de Dom Eliseu (PA).	25
Figura 2 – Croqui com duas repetições de parcelas no bloco I, espaçamento 4m x 3m.	29
Figura 3 – Medição das árvores. Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).....	30
Figura 4 – Altura de <i>Sclerolobium paniculatum</i> de cada período de medição nos diferentes espaçamentos.	36
Figura 5 – Diâmetro de <i>Sclerolobium paniculatum</i> de cada período de medição nos diferentes espaçamentos.	36
Figura 6 – Precipitação pluviométrica mensal de Dom Eliseu (PA).....	38
Figura 7 – Correlação entre a precipitação pluviométrica e o ICP em diâmetro nos três espaçamentos.	39
Figura 8 - Croqui de quatro repetições de parcelas sub-subdivididas no bloco I, espaçamento 4m x 4m.	43
Figura 9 - Presença de regeneração natural em plantio de <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel. Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).	44
Figura 10 - Croqui com duas repetições de parcelas no bloco I, espaçamento 4m x 4m. Fonte: Da autora.....	57
Figura 11 - Etapas da metodologia do banco de sementes. A) Coleta da amostra de solo; B) Materiais utilizados para coleta; C) Mistura do solo na lona e D) Identificação das espécies.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição do solo da área experimental, Fazenda Gênese, Dom Eliseu, Pará.....	26
Tabela 2 - Análise química do solo da área experimental, Fazenda Gênese, Dom Eliseu, Pará.	26
Tabela 3 - Média final de altura, DAP, sobrevivência e incremento médio anual da altura e DAP para cada tratamento de tachi-branco com sete anos e meio de idade, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).	32
Tabela 4 - Análise de variância da variável altura para todos os períodos de medição.	33
Tabela 5 - Teste de Tukey para altura de tachi-branco dos três espaçamentos para todos os períodos de medição.	33
Tabela 6 - Análise de variância da variável altura para o último período de medição.....	34
Tabela 7 - Análise de variância da variável DAP para todos os períodos de medição.	34
Tabela 8 - Teste de Tukey para o DAP de tachi-branco dos três espaçamentos para todos os períodos de medição.	35
Tabela 9 - Análise de variância da variável DAP para o último período de medição.....	35
Tabela 10 - Análise de variância da variável sobrevivência do tachi-branco com sete anos e meio de idade.....	37
Tabela 11 - Comparação da variável sobrevivência do tachi-branco com sete anos e meio de idade entre os espaçamentos.....	37
Tabela 12 – Correlação de Pearson entre a precipitação e o ICP em diâmetro nos três espaçamentos.	39
Tabela 13 - Relação das espécies amostradas na regeneração natural no sub-bosque de <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel plantados em diferentes espaçamentos, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).	46
Tabela 14 - Índice de similaridade de Sørensen da regeneração natural entre os tratamentos.	54
Tabela 15 - Análise de variância para o Índice de diversidade de Shannon da regeneração natural entre os tratamentos.....	54
Tabela 16 - Índice de diversidade de Shannon da regeneração natural para cada tratamento.	54

Tabela 17 - Relação das espécies germinadas do banco de sementes do solo de <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel plantados em diferentes espaçamentos, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).	59
Tabela 18 - Índice de Similaridade de Sørensen do banco de sementes do solo entre os espaçamentos.	64
Tabela 19 - Índice de Similaridade de Sørensen entre o banco de sementes do solo com a regeneração natural.	64
Tabela 20 - Índice de diversidade de Shannon do banco de sementes para cada tratamento...	65
Tabela 21 - Análise de variância para o Índice de diversidade de Shannon do banco de sementes entre os tratamentos.	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 HIPÓTESE.....	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo geral.....	17
3.2 Objetivos específicos.....	17
4 ELEMENTOS TEÓRICOS.....	18
4.1 Degradação ambiental.....	18
4.2 Recuperação de áreas degradadas	19
4.3 Plantações florestais	21
4.4 Indicadores ambientais	22
4.5 Precipitação e crescimento das árvores	22
4.6 Característica da espécie <i>Sclerolobium paniculatum</i> vogel.....	22
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	25
6 CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS	28
6.1 Introdução	28
6.2 Material e métodos	29
6.3 Análise estatística.....	30
6.4 Resultados e discussão.....	32
6.5 Conclusão	41
7 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA REGENERAÇÃO NATURAL NO SUB-BOSQUE DE <i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel PLANTADO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.	42
7.1. Introdução	42
7.2. Material e métodos	43

7.3. Análise estatística.....	44
7.4. Resultados e discussão.....	46
7.5 Conclusões	55
8 CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREAS DE PLANTIO DE <i>Sclerobium paniculatum</i> Vogel EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.	56
8.1 Introdução	56
8.2 Material e métodos	57
8.3 Análise estatística.....	58
8.4 Resultados e discussão.....	59
8.5 Conclusões	66
9 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS.	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE	77
APÊNDICE A – DADOS DAS ANÁLISES ESTATÍSTICA	77

1 INTRODUÇÃO GERAL

O modelo de desenvolvimento brasileiro gerou um aumento no desmatamento, perdas de mata ciliar e de reserva legal nas propriedades, poluição de águas e outros fatores que ocasionam enchentes rurais e urbanas, desabamento de encostas, perda de biodiversidade e aumento do efeito estufa (MEDRADO et al., 2011). Torna-se importante o uso racional das terras agricultáveis, para que as atividades agropecuárias possam ser desenvolvidas em harmonia com a proteção do meio ambiente (PACCAGNELLA; SENÔ, 2003).

Nas últimas décadas, a exploração florestal e atividades agropecuárias se intensificaram na Amazônia, exaurindo grande parte dos recursos naturais. Esta exploração intensiva modifica a estrutura dos ecossistemas e a composição da biodiversidade alterando a condição e capacidade produtiva das florestas transformando a paisagem florestal em imensas áreas degradadas, que se concentram ao redor de centros agropecuários.

A complexidade dos processos de degradação ambiental resulta em perdas econômicas, sociais e ambientais. A degradação implica perdas da integridade estrutural e funcional do ecossistema pois modifica a interação entre a floresta e a atmosfera, reduzindo o fluxo de água, a assimilação e armazenamento de carbono, e a quantidade de energia radiante convertida em calor latente (NEPSTAD et al., 1992). Portanto, há a necessidade da recuperação do ambiente degradado, especialmente a de passivo ambiental nas propriedades rurais, pois proporciona o restabelecimento ambiental de equilíbrio e sustentabilidade existente anteriormente na área e ao mesmo tempo permite melhores condições de vida à sociedade.

A lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) tem como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente com vista ao desenvolvimento sustentável e promovendo uma boa qualidade de vida. Um de seus princípios é a recuperação de áreas degradadas, pois a função de estabelecer uma cobertura vegetal é de fundamental importância para manutenção do equilíbrio ecológico.

A reserva legal consiste em uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada das áreas de preservação permanente, que representa 80% (oitenta por cento) da propriedade situado em áreas de florestas na Amazônia Legal, definidos pela Lei Nº 12.651/12 que dispõe o novo Código Florestal (BRASIL, 2012), necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas. Para se adequarem à lei,

diversos proprietários rurais buscam adotar alternativas para recuperação das áreas degradadas em reservas legais.

A restauração florestal em áreas de reserva legal torna – se importante, pois, de acordo com Vieira et al. (2009, p.16), “combina a recuperação ambiental com a capacidade produtiva, garantindo a recomposição das funções dos ecossistemas originais além de propiciar retorno econômico aos produtores, em sistemas cujo componente arbóreo é predominante”. Através de uma maneira sustentável, estas áreas podem ser exploradas pelo proprietário rural para obtenção de benefícios diretos (CARPANEZZI, 2005; SKORUPA, 2012a).

Um dos meios viáveis para auxiliar na recuperação de áreas degradadas é a adoção de plantios florestais, que pode funcionar como efeito catalizador no processo de recomposição da vegetação natural. Estes plantios podem melhorar a regeneração do sub-bosque nos povoamentos florestais, ampliando as possibilidades de manutenção da biodiversidade e recuperação de recursos hídricos, de forma a aumentar a eficiência do processo ecológico.

Sclerolobium paniculatum Vogel (Tachi - branco) é uma leguminosa arbórea micotrófica comum no Brasil, que apresenta bom potencial de crescimento na região da Amazônia e vem sendo recomendada para reflorestamentos em áreas degradadas (LORENZI, 1992). Esta espécie também apresenta boa qualidade de madeira com fins energéticos (carvão vegetal e lenha), podendo ser explorada por diversos produtores rurais e assim, gerar emprego e renda, além de atender a demanda do setor florestal. Entretanto, há uma lacuna de conhecimentos sobre o processo de regeneração natural sob povoamentos de tachi-branco.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos espaçamentos de plantios de *Sclerolobium paniculatum* Vogel no processo de recomposição da vegetação natural e sua aplicação na recuperação de áreas de reserva legal nas propriedades rurais.

2 HIPÓTESE

A regeneração natural, o banco de sementes do solo e os aspectos da produção florestal são variáveis influenciadas por diferentes densidades de plantios de tachi - branco, e a precipitação influencia o incremento diamétrico das árvores, sendo possível selecionar espaçamentos de plantio para obter características silviculturais desejadas e capazes de tutorar a regeneração espontânea, maximizando a diversidade de espécies através da vegetação nativa.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito catalizador do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, em função de diferentes espaçamentos, nos aspectos silviculturais e no processo de recomposição da vegetação natural visando à recuperação de áreas de reserva legal.

3.2 Objetivos específicos

1. Avaliar o crescimento e a sobrevivência do tachi-branco plantado em diferentes espaçamentos e a influência da precipitação no incremento diamétrico das árvores;
2. Caracterizar a composição florística, a riqueza e a diversidade de espécies da regeneração natural no sub-bosque do plantio de tachi-branco em três espaçamentos e comparar a composição florística entre os diferentes espaçamentos;
3. Caracterizar o banco de sementes do solo em áreas de plantio de tachi-branco em três espaçamentos e comparar as espécies germinadas entre os diferentes espaçamentos.

4 ELEMENTOS TEÓRICOS

4.1 Degradação ambiental

A Amazônia Legal foi criada pelo governo brasileiro e corresponde à totalidade dos sete estados da região norte incluindo também extensas áreas dos Estados do Maranhão e Mato Grosso. Possui área de cinco milhões de quilômetros quadrados aproximadamente equivalendo a 60% do território nacional e seus principais ecossistemas são floresta densa, matas de igapó, várzeas e cerrado (BRASIL, 2001).

O processo de desmatamento é impulsionado por um conjunto complexo de forças demográficas e diversos fatores como extração de madeira, construção de estradas, expansão da agricultura e a pecuária, levando a um processo destrutivo de perdas ambientais, econômicas e sociais (SÁNCHEZ et al., 1995; MARGULIS, 2003). O crescimento das atividades antrópicas implicam na destruição desmensura das florestas tropicais úmidas que tem seus efeitos negativos sobre o balanço hídrico, emissões de gases do efeito estufa e a redução da diversidade de plantas e animais (FEARNSSIDE, 2001; SÁNCHEZ et al., 1995; MONTEIRO NETO, 2001).

Um estudo recente mostra que a mudança do uso da terra pela pecuária e agricultura em larga escala degradam os ecossistemas, esta degradação é decorrente pela expansão destas duas atividades que são as principais causa do desmatamento na Amazônia atualmente. Neste mesmo estudo avaliou-se 12 bacias hidrográficas do Xingu, Mato Grosso, e observou-se que até 2010, as áreas das bacias ocupadas com plantação de soja e com pastagem tiveram um aumento de temperatura significativamente maior do que nas bacias hidrográficas florestadas (MACEDO et al., 2013).

Vieira et al. (1993) assim como Dias et al. (1995a) citam dois contextos de degradação causados por alterações na floresta Amazônica por diversas atividades: A degradação agrícola que corresponde à perda da capacidade produtiva de área agrícola, pecuária ou florestal e a degradação ambiental a qual se refere aos danos das espécies nativas animais e/ou vegetais e as perdas das funções críticas de ecossistemas perturbados, modificando a quantidade de carbono armazenado e de água transpirada pela vegetação e retenção de nutrientes. Vieira et al. (1993) complementam que a degradação agrícola e ambiental são interligadas, pois os fatores que causam a diminuição da produtividade agrícola também influenciam na perda da biodiversidade e mudanças na função dos ecossistemas.

A degradação ambiental ocasionada pelo caráter predatório associado ao desmatamento promove o surgimento de erosão, inundação, exaustão do lençol freático e o assoreamento que leva ao processo de empobrecimento e diminuição da capacidade produtiva do solo e a subsistência em áreas rurais, diminuindo a renda, as oportunidades de emprego e a disponibilidade de alimentos (SÁNCHEZ et al., 1995). Frequentemente há relatos de desmatamento nas florestas ripárias e de áreas de reserva legal (RL) nas propriedades rurais, poluição das águas devido ao uso de sistemas de produção ambientalmente inadequados e exploração ilimitada e irracional das florestas nacionais (MEDRADO et al., 2011).

Estes ambientes degradados perdem sua resiliência (capacidade de recuperação) após perturbações, pois reduz a biodiversidade, afeta o banco de sementes no solo, os cursos d'água pela contaminação e assoreamento, a capacidade de rebrota das espécies e da fertilidade do solo devido à falta de disponibilidade de nutrientes (MARTINS, 2013). Além da elevada perda de carbono orgânico do solo para atmosfera, contribuindo assim, com o aumento do efeito estufa (LAL, 2004).

4.2 Recuperação de áreas degradadas

Existem vários termos que podem definir a reestruturação dos processos ecológicos em áreas degradadas que variam do mínimo até o mais próximo do original (IEF, 2012). Estas nomenclaturas incluem recuperação, reabilitação, restauração, dentre outras (SER, 2004; VIEIRA et al., 2009; IEF, 2012). Independentemente do termo empregado, o mais importante é que o processo seja realizado (DIAS; GRIFFITH 1998).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei n° 9.985 (BRASIL, 2000), em seu artigo 2º, inciso VIII estabelece a recuperação, como a "restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original". No inciso XIV do mesmo artigo, define a restauração como sendo a "restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível de sua condição original". Portanto, esta última ação torna-se necessária quando o ambiente apresenta elevado nível de degradação que não consegue recuperar sozinho o seu estado de equilíbrio, ou quando os processos do ecossistema são lentos e pretende-se apenas acelerar o processo de regeneração (CURY; CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Com relação ao termo reabilitação, consiste em restabelecer as principais características da área, conduzindo-a a uma condição alternativa e estável através de intervenção antrópica, atribuindo funções adequadas ao uso humano (MARTINS, 2013).

A recuperação de áreas degradadas é um processo de técnicas executadas por especialistas interdisciplinares com o objetivo de restabelecer as condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um ecossistema (DIAS; GRIFFITH, 1998). A atividade de recuperação necessita de um suporte de pesquisa pura e aplicada para aprovar as operações de campo, correspondente à acomodação dos materiais; à proteção da natureza, à adequação de possíveis passivos ambientais; e ao destino que será dado às áreas recuperadas (PILLON; MIURA; ALBA, 2010).

O plantio com espécies florestais adequadas ajuda a melhorar as condições físico-químicas do solo e os aspectos biológicos, sendo assim, recomendadas para a recuperação de áreas degradadas (DUBOIS et al., 1996; CARVALHO, 2000; AQUINO, 2012) A recuperação dessas áreas através da revegetação e adoção de práticas de conservação do solo e da água apresenta grande potencial para aumentar o sequestro de carbono e incorporação de energia (SIQUEIRA et al., 2007). O significado de “sequestro de carbono no solo” ocorre através da remoção do CO₂ atmosférico pelas plantas e o armazenamento do carbono fixado como matéria orgânica do solo (LAL, 2004).

Quanto à estratégia para recuperar solos degradados, alguns autores propõem tecnologias que promovam o plantio com espécies arbóreas leguminosas fixadoras de nitrogênio atmosférico, com rápido crescimento e suficientemente adaptadas a situações críticas e capazes de melhorar o solo através da deposição de matéria orgânica e da reciclagem de nutrientes, pois apresentam grande viabilidade econômica e biológica (DIAS et al., 1995b; CAMPELLO, 1998).

Um ecossistema pode ser considerado recuperado e restaurado quando apresenta recursos bióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento e sustentar independentemente sua capacidade estrutural e funcional. O ambiente mostrará resiliência às faixas normais de variação de estresse ambiental e perturbação, assim, como interagir com ecossistemas adjacentes por meio de fluxos bióticos, abióticos e culturais (SER, 2004).

4.3 Plantações florestais

As florestas plantadas podem servir para restauração e manutenção de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal, podem viabilizar a recuperação de áreas alteradas prestando serviços ambientais, além de reincorporar um processo produtivo na propriedade rural proporcionando uma fonte de renda a mais ao proprietário (FERREIRA; GALVÃO, 2000; BRIENZA JÚNIOR et al., 2008; MEDRADO, 2011).

É necessário selecionar plantios florestais que sejam economicamente viáveis e adequados à legislação ambiental (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008). A definição das espécies a serem utilizadas é um dos primeiros aspectos a ser considerado na recuperação de área degradada. A seleção de espécies deve proporcionar condições para o estabelecimento da sucessão natural, ou para o crescimento de outras espécies de interesse econômico-conservacionista (COSTA; PINA-RODRIGUES, 1996).

Na Amazônia, através de iniciativas privadas de reflorestamento, duas espécies nativas têm sido plantadas, o paricá (*Schizolobium amazonicum*) e a castanheira (*Bertholletia excelsa*). Entre as espécies exóticas se destacam os plantios de teca (*Tectona grandis*), híbridos de *Eucalyptus* spp. e *Acacia mangium* (LIMA, 2004).

A escolha do espaçamento depende dos objetivos do plantio relacionados à produção e a fertilidade do solo (SOUZA et al., 2004). Os espaçamentos mais amplos entre as árvores fazem com que a área apresente uma densidade baixa, gerando indivíduos com grandes diâmetros, copas amplas e com muitas ramificações. Quando o adensamento das árvores é maior, obtém-se uma maior densidade na área, o que leva os indivíduos competirem mais por água, luz e nutrientes, podendo ocasionar uma paralisação inicial no crescimento prejudicando o plantio (PAULESKI, 2010).

O reflorestamento em pequenas e médias propriedades rurais desempenha um papel importante na conservação ambiental (FERREIRA; GALVÃO, 2000). A cobertura vegetal é um importante elemento na resiliência de um agroecossistema. No aspecto físico, protege os recursos naturais e as áreas agrícolas, pois promove a estabilidade do solo, evita a erosão, a compactação do solo e o assoreamento de rios. Em termos biológicos, a biodiversidade atua nos mecanismos ecológicos internos controlando o equilíbrio de um ecossistema. (SKORUPA, 2012b). Assim, os benefícios da vegetação proporcionam uma melhor qualidade de vida humana que está relacionada à qualidade ambiental ao seu redor (CARPANEZZI, 2000).

4.4 Indicadores ambientais

Os indicadores ambientais são parâmetros utilizados para avaliar o andamento dos processos de uma atividade. O conjunto destes indicadores gera informações úteis sobre as condições e das pressões sobre o meio ambiente, sendo importante para que a sociedade encontre respostas para amenizar os problemas (FIRJAN, 2008).

A recuperação de área degradada deve ser analisada por indicadores de avaliação e monitoramento como o crescimento e sobrevivência de mudas plantadas, a regeneração natural, a chuva e o banco de sementes e a produção de serapilheira. Através dos indicadores, é importante considerar a função das metas e dos objetivos para que o projeto de recuperação seja sustentável e bem sucedido (MATRINS, 2013).

4.5 Precipitação e crescimento das árvores

Acreditava-se que as árvores das regiões tropicais cresciam continuamente durante todo seu período de vida devido ao clima destes ambientes ser mais constante do que das regiões temperadas. Todavia, investigações mostram que as mudanças climáticas ou os fatores endógenos de cada espécie podem influenciar no crescimento descontínuo das árvores (BOTOSO; VETTER, 1991).

A dendroclimatologia apresenta métodos de avaliação da relação entre os fatores climáticos com o crescimento das árvores. As técnicas aplicadas nas análises do crescimento das árvores em relação ao clima são importantes para as ciências naturais por fornecer conhecimentos aos pesquisadores quanto aos impactos das mudanças climáticas sobre as florestas assim como melhorar as técnicas silviculturais (NUTTO; WATZLAWICK, 2002).

4.6 Característica da espécie *sclerolobium paniculatum vogel*

A espécie *Sclerolobium paniculatum* apresenta as seguintes características botânicas: Divisão: Magnoliophyta (Angiospermae); Classe: Magnoliopsida (Dicotyledonae); Ordem: Fabales; Família: Caesalpinaceae (Leguminosae: Caesalpinioideae); Espécie: *Sclerolobium paniculatum* Vogel; e nomes comuns no Estado do Pará: taxi-branco-da-terra-firme, carvão-de-ferreiro, Tachí-do-campo, taxi-branco-do-flanco, taxi-pitomba e taxizeiro (CARVALHO, 2005).

É uma espécie heliófila de vida longa. Geralmente esta espécie inicia a sucessão secundária em áreas abertas se agrupando de maneira moderadamente densa. As sementes do taxi-branco assemelham-se às da canafístula (*Peltophorum dubium*) e apresentam dormência, para acelerar a germinação é indicado o método de mergulhar as sementes em água quente até que esta fique a temperatura ambiente (CARPANEZZI et al., 1983).

O *Sclerolobium paniculatum*, dentre outras leguminosas arbóreas apresenta bom potencial de crescimento, elevada produção de serapilheira e possui a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico através da sua associação simbiótica com bactérias diazotróficas, principalmente do gênero *Rhizobium* que formam nódulos nas raízes, estas características atribuem à espécie um excelente potencial para a recuperação de áreas degradadas (DIAS et al., 1995a; FRANCO et al., 1996; CAMPELLO, 1998; MOCHIUTTI et al., 2006).

As mudas podem ser plantadas tanto em condições de pleno sol, quanto para 50% de sombreamento. O aumento da intensidade de luz contribui a um maior desenvolvimento, podendo ser mais um fator relevante para a espécie ser indicada para o uso em projetos de recuperação de áreas (FREITAS et al., 2012).

A espécie tem adaptação ambiental em solos ácidos, de baixa fertilidade química (CAMPELLO, 1998), com textura arenosa a muito argilosos e bem drenados. Possui crescimento anual da ordem de 2,5 m de altura e 3,4 cm de diâmetro, sendo recomendado para plantio em pleno sol, em plantios puros e densos (CARVALHO, 2005). Em um trabalho realizado no Cerrado Amapaense, foi à única espécie que apresentou adaptação às condições ecológicas do local do experimento, as árvores tiveram desempenho de crescimento ótimas, em boa forma e excelente vigor, com sobrevivência de 90%, incremento médio anual em altura de 2,2m/ano e em diâmetro a altura do peito de 2,9 cm/ano e de 9,143 m³/ha/ano de volume (CASTRO et al., 1990).

Tomaselli et al. (1983) concluiu em uma de suas pesquisas que não ocorreu diferença significativa entre a madeira de *Sclerolobium paniculatum* proveniente da mata nativa e do plantio experimental. A densidade básica do plantio foi de 0,633 g/cm³, e da mata nativa foi de 0,602g/cm³. O poder calorífico (a 12% de umidade) da madeira da mata nativa (4580 Kcal/Kg) e do plantio (4390 Kcal/Kg) não foi significativo estatisticamente.

Um importante aspecto que confere a espécie é seu elevado potencial para fins energéticos (CARPANEZZI et al., 1983; TOMASSELLI et al., 1983; DIAS et al., 1995a;

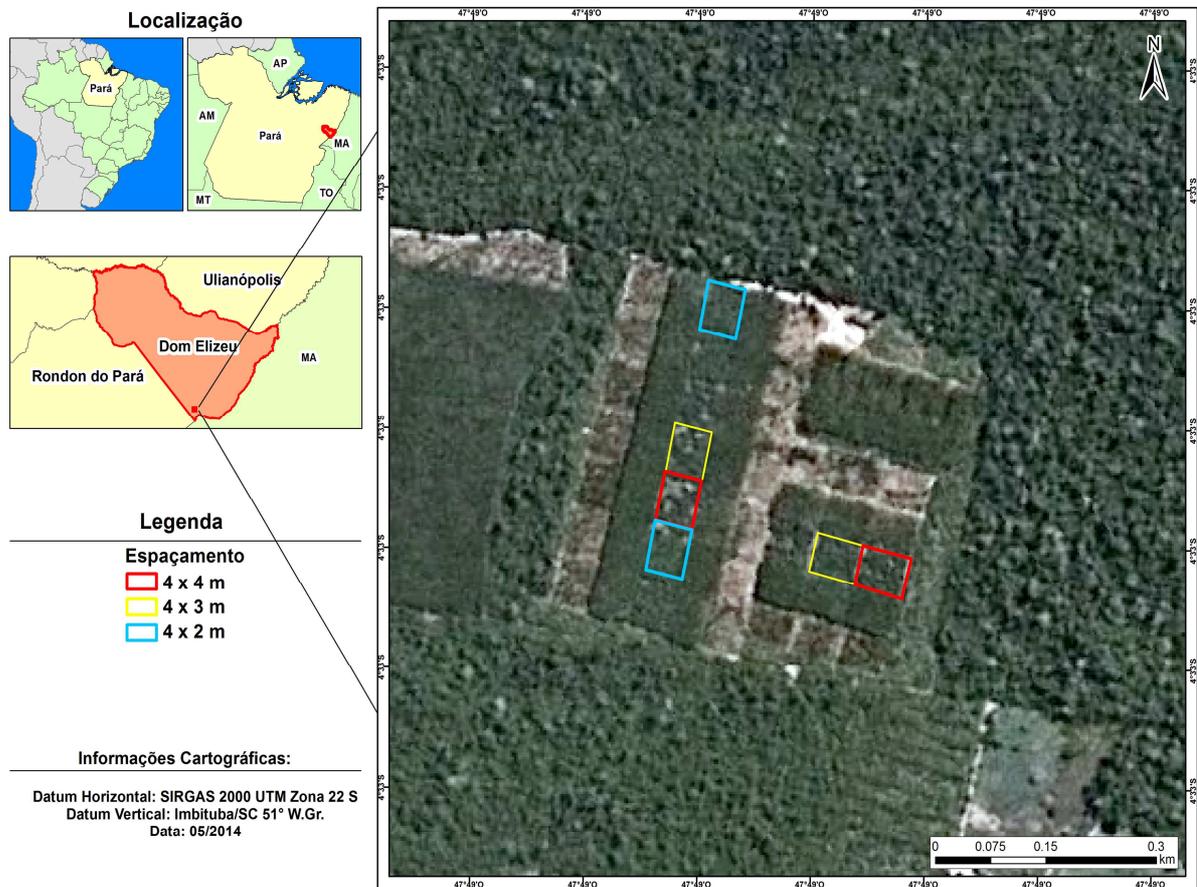
LIMA, 2004). A madeira pode ser utilizada principalmente para produção de lenha e carvão por apresentar alto poder calorífico, além de ser empregadas na fabricação de embalagens (CAMPELLO, 1998).

As plantas de taxi-branco têm 20 a 30 m de altura total e 70 a 100 cm de diâmetro na altura do peito. Apresentam outras características ecológicas como, espécie pioneira, agressiva, aparecendo em ampla faixa de condições climáticas e edáficas, e em terras marginais, sendo que estes fatores reforçam aptidão da espécie para os plantios (CARPANEZZI, 1983).

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado em plantios homogêneos de *Sclerolobium paniculatum* Vogel com sete anos e meio de idade, em uma antiga área experimental do Projeto Florestar "Testes com espécies florestais em plantios homogêneos e em sistemas consorciados para uso madeireiro, energético e de mercado de créditos de carbono", na Fazenda Gênese, situada no município de Dom Eliseu, Pará, km 49, BR-222, em latitude 04° 33' 10" S, longitude 47° 49' 0" W e altitude de 180 m (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área experimental na Fazenda Gênese, município de Dom Eliseu (PA).



Fonte: Da autora.

O clima do município é caracterizado como mesotérmico úmido, com temperatura média anual de aproximadamente 25° C. A precipitação anual é regular, variando entre 2.250 mm e 2.500 mm, porém não se distribui igualmente durante o ano. A maior concentração de precipitação, aproximadamente 80%, ocorre entre os meses de janeiro a junho, atingindo o nível de máxima cheia nos rios. A umidade relativa do ar é cerca de 85% (PARÁ, 2013).

Segundo Sousa (2011) a vegetação da área experimental antes do plantio era caracterizada por Floresta Tropical Úmida, a qual foi cortada para o uso da madeira em outubro de 2005.

O solo da área foi identificado como Latossolo Amarelo Distrófico A, textura moderada muito argilosa (Tabela 1). A Tabela 2 descreve a composição química do solo (SOUSA, 2011).

Tabela 1 - Descrição do solo da área experimental, Fazenda Gênese, Dom Eliseu, Pará.

Horizonte	Descrição
0 - liteira (0 - 2 cm)	Constituído de folhas e galhos decompostos e em decomposição
A (0 - 9 cm)	Cinza brunado claro (10 YR 6/2, úmido); argila pesada; moderada, pequena e média subangular e pequena granular; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
AB (9 - 22 cm)	Bruno muito pálido (10YR 7/4, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e granular; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
BA (22 - 40 cm)	Amarelo brunado (10YR 6/6, úmido); argila pesada; fraca a moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w1} (40 - 70 cm)	Amarelo (10 YR 7/6, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w2} (70 - 110 cm)	Amarelo (10 YR 7/8, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w3} (110 - 160 cm +)	Amarelo (10 YR 7/8, úmido); argila pesada; maciça porosa desfazendo-se em fraca, pequena e média subangular; muito friável, muito plástico e muito pegajoso

Fonte: Sousa (2011).

Tabela 2 - Análise química do solo da área experimental, Fazenda Gênese, Dom Eliseu, Pará.

SIS	pH água	N (%)	MO (g/kg)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Na (mg/dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)	Ca+Mg (cmol _c /dm ³)	Al (cmol _c /dm ³)	H+Al (cmol _c /dm ³)
H-BI	5,9	0,2	35,1	6,0	70,3	19,3	4,1	5,8	0,2	3,2
H-BII	6,1	0,2	37,3	4,7	58,3	15,3	5,1	6,5	0,2	4,3

H: sistema homogêneo; B: bloco.

Fonte: Adaptado Sousa (2011).

O plantio das mudas foi realizado em Fevereiro de 2006. Antes do plantio foram aplicados nas covas 200g de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK) na proporção 10:28:20. Após o plantio as adubações de cobertura foram feitas no início (75g de NPK 10:28:20) e no

final (75g de NPK 10:28:20) do período chuvoso. Os tratos culturais (capina, coroamento, roçagem e desbaste) foram realizados duas vezes ao ano, no início e no final do período chuvoso (SOUSA, 2011).

6 CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *Sclerolobium paniculatum* Vogel EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

6.1 Introdução

O plantio de espécies florestais de rápido crescimento gera diversos benefícios nas propriedades rurais. A silvicultura é uma atividade econômica que além de proporcionar renda à propriedade, pode ocupar e recuperar os solos não agricultáveis, assim como proteger as nascentes e os cursos d'água evitando o assoreamento dos rios (JANKOWSKY; GALVÃO, 2000).

Para recuperar uma área é necessário escolher técnicas que sejam produtivas e adequadas ao ambiente degradado. Na realidade, as técnicas escolhidas são baseadas meramente com o intuito de amenizar rapidamente o aspecto estético do local ou com a finalidade de cumprir as legislações ambientais sem a preocupação de recuperar o equilíbrio do ecossistema (FERREIRA et al., 2007).

É importante a escolha do espaçamento de plantios florestais levando em consideração não apenas o uso final da madeira, como também as características ecológicas e silviculturais da espécie. Deve-se observar também que, dentro de um mesmo espaçamento, espécies diferentes podem não apresentar comportamentos semelhantes (BALLONI; SIMÕES, 1980).

O espaçamento influencia nas taxas de crescimento das plantas, na idade de corte, na qualidade da madeira, nas práticas de exploração e manejo florestal e nos custos de produção, sendo assim, a escolha do espaçamento interfere nos aspectos silviculturais, tecnológicos e econômicos (BALLONI; SIMÕES, 1980; CASTRO et al., 1998; CHIES, 2005). Portanto, torna-se importante selecionar espécies apropriadas e o espaçamento mais adequado para recuperar áreas degradadas.

Sclerolobium paniculatum Vogel é uma espécie que apresenta bom potencial para recuperação de solos degradados, produz uma elevada deposição de liteira e possibilita uma maior diversidade à área através do estabelecimento de outras espécies. Os plantios puros desta espécie devem ser realizados em áreas que apresentam algum distúrbio ocasionado por agricultura e pecuária ou em capoeiras (SOUZA, 2004).

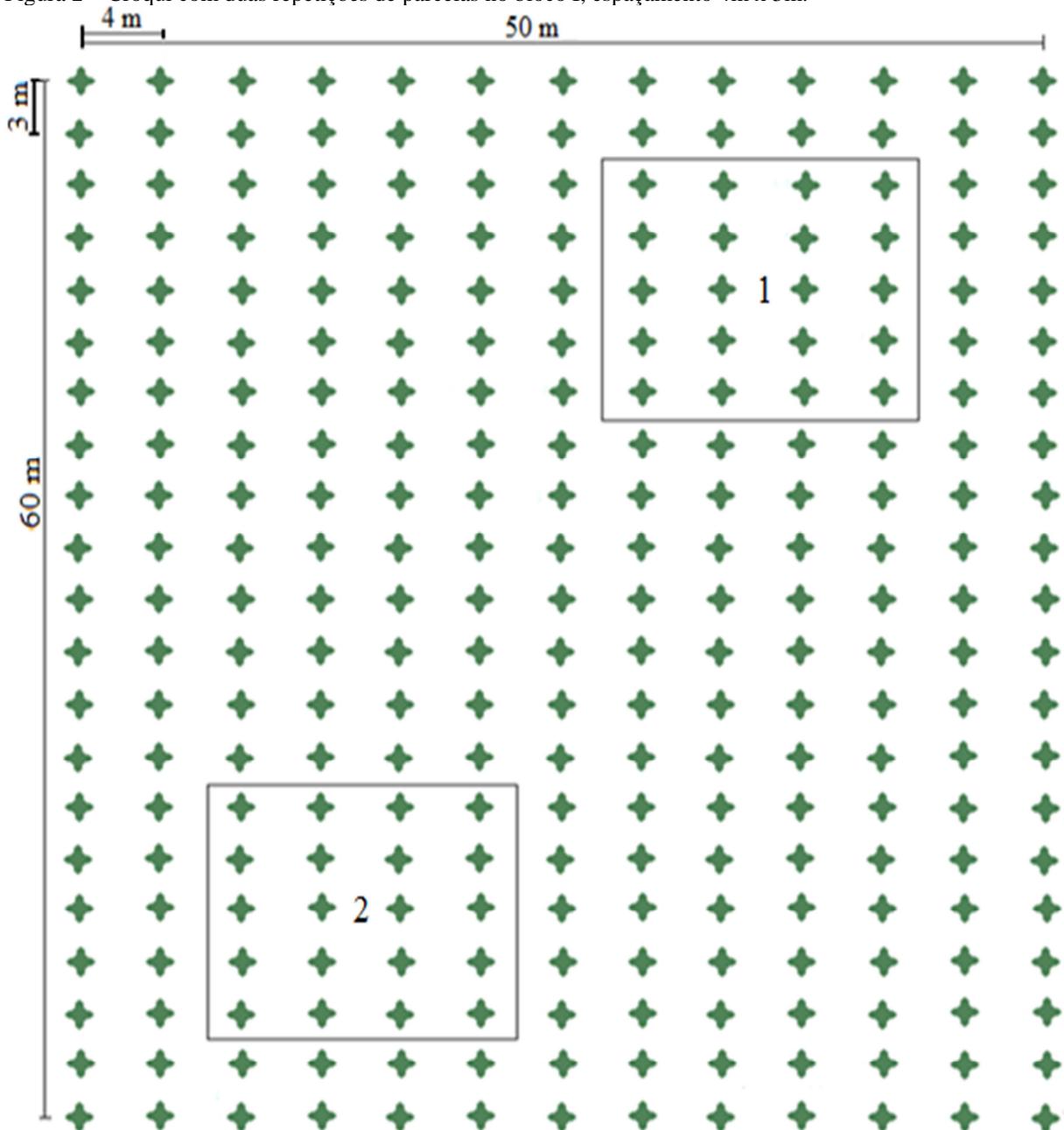
O objetivo deste trabalho foi pesquisar a influência dos espaçamentos no crescimento em altura e diâmetro e na sobrevivência do plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel e averiguar a influência da precipitação no incremento corrente periódico em diâmetro das árvores em três espaçamentos, com a finalidade de obter maiores conhecimentos silviculturais,

podendo assim, escolher o plantio mais adequado para recuperar áreas de reserva legal degradadas nas propriedades rurais.

6.2 Material e métodos

O plantio de *Sclerolobium paniculatum* foi realizado em fevereiro de 2006, período chuvoso. Em dois blocos de 50m x 60m (3000 m²) foram instaladas parcelas (12m x 12m cada) ao acaso com quatro repetições para cada espaçamento (4m x 2m, 4m x 3m e 4m x 4m) (Figura 2).

Figura 2 – Croqui com duas repetições de parcelas no bloco I, espaçamento 4m x 3m.



Fonte: Da autora.

As variáveis altura (H) e diâmetro a altura do peito (DAP) foram avaliados nos períodos de novembro de 2007, abril e outubro de 2008, maio de 2009, outubro de 2010 e de 2012 e agosto de 2013. Os dados de precipitação foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A altura foi medida com hipsômetro Vertex IV e o diâmetro com uma fita diamétrica (Figura 3).

Figura 3 – Medição das árvores. Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).



Fonte: Da autora.

6.3 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no aplicativo Excel 2010, SAS 9.0 e Statistica 8.0. A comparação das médias dos períodos mensurados da altura e DAP entre os tratamentos foram obtidos através da análise de variância e quando significativa pelo teste de Tukey (5%). A relação da precipitação com o incremento cumulativo periódico (ICP) em diâmetro dos indivíduos para os três tratamentos foi analisada pelo teste de correlação de Pearson.

O incremento médio anual (IMA) e o incremento corrente periódico (ICP) foram calculados utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{IMA} = \frac{\text{dimensão da variável do ano considerado}}{\text{Idade}}$$

$$\text{ICP} = \text{dimensão da variável do ano considerado} - \text{dimensão da variável semestre anterior}$$

As análises da altura e do DAP para todos os anos de medição foram feitas através da comparação das amostras considerando as datas de realização das coletas e os três diferentes espaçamentos, utilizando o seguinte modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{onde} \quad \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Onde: y_{ij} é a variável em análise (altura ou DAP), μ é a média geral, τ_i é o efeito do i -ésimo fator (data), β_j é o efeito do j -ésimo fator (espaçamento) e ε_{ijk} é o termo de erro aleatório NID(0, σ^2). Consequentemente, os efeitos dos fatores são considerados como desvios da média geral, de modo que:

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0 \quad , \quad \sum_{j=1}^b \beta_j = 0$$

Para as análises do último ano de medição, agosto/13, foram feitas a comparação das amostras considerando a data de realização da coleta e os três diferentes espaçamentos, através do modelo:

$$y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i \quad \text{onde} \quad \{i = 1, 2, \dots, a\}$$

Onde:

y_{ij} é a variável em análise (altura ou DAP), μ é a média geral, τ_i é o efeito do i -ésimo fator (espaçamento) e ε_i é o termo de erro aleatório NID(0, σ^2). Os fatores são considerados fixos. Consequentemente, os efeitos dos fatores são considerados como desvios da média geral, de modo que:

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0$$

Para a avaliação do número de indivíduos sobreviventes em relação aos espaçamentos foi utilizado um modelo de dados categorizados. Esses métodos são adequados quando se deseja ajustar um modelo linear em função de respostas representadas por frequências.

Os dados são apresentados em tabelas de contingência em que, as linhas da tabela correspondem às populações formadas sob a consideração que as variáveis são independentes. As colunas da tabela correspondem às respostas observadas.

Quando se deseja testar a hipótese de que as probabilidades de respostas são as mesmas para todas as populações (espaçamentos) o teste é conhecido como teste de homogeneidade. Esta hipótese (chamada de homogeneidade) pode ser testada usando-se as estatística de qui-quadrado ou razão de máxima verossimilhança.

A avaliação do espaçamento em relação ao número de indivíduos sobreviventes e mortas foi feita utilizando-se o modelo linear $F(p) = X\beta$, onde $F(p)$ são funções das probabilidades de resposta, X é uma matriz pré-estabelecida, chamada de matriz de planejamento de elementos conhecidos, β é um vetor de parâmetros.

Em cada período de tempo realizou-se a correlação entre as médias do incremento corrente periódico (ICP) em diâmetro dos indivíduos de cada tratamento através do coeficiente de Pearson com a precipitação pluviométrica acumulada, para este parâmetro investigou-se a correlação com o período imediatamente antecessor.

O coeficiente de correlação de Pearson (1982) é um coeficiente de correlação que verifica o grau de relação entre duas variáveis ou mais ligado por uma relação estatística. Calcula-se segundo a seguinte fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

Onde: x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

são as médias aritméticas.

A análise de correlação indica a relação linear entre 2 variáveis e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação. Assim, 0.70 para mais ou para menos indica uma forte correlação, 0.30 a 0.70 positivo ou negativo indica correlação moderada e 0 a 0.30 indica uma fraca correlação.

6.4 Resultados e discussão

Os valores da média final da altura e DAP, a sobrevivência e os incrementos médios anuais da altura e DAP das árvores nos três espaçamentos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Média final de altura, DAP, sobrevivência e incremento médio anual da altura e DAP para cada tratamento de tachi-branco com sete anos e meio de idade, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).

Tratamento	Espaçamento (m x m)	Média H (m)	Média DAP (cm)	Sobrevivência (%)	IMA H (m/ano)	IMA DAP (cm/ano)
1	4 x 2	19,68	14,39	51,8	2,62	1,92
2	4 x 3	18,99	15,44	62,5	2,53	2,06
3	4 x 4	18,94	15,39	78,3	2,53	2,05

Fonte: Da autora.

a) Análise da variável altura (H) para todos os períodos de medição:

Na Tabela 4 pode-se observar que há regressão ($F = 1725.49$, $p < 0.0001$), ou seja, a variável resposta (Altura) depende das variáveis explicativas (data e/ou espaçamento). A altura depende da data ($F = 2299.27$, $p < 0.0001$) e dos espaçamentos ($F = 4.14$, $p < 0.0161$).

O teste de Tukey mostrou que houve diferença significativa na altura entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m ($p < 0.0229$). Para um nível de significância de 10%, houve diferença na altura entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m ($p < 0.0968$). Entre os espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m a altura não apresentou diferença significativa ($p < 0.7649$) (Tabela 5 e Apêndice A – Tabela 1A).

Tabela 4 - Análise de variância da variável altura para todos os períodos de medição.

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	p > F
Modelo	8	54474.76687	6809.34586	1725.49	0.0001
Erro	1252	4940.80980	3.94633		
Correção total	1260	59415.57667			
Data	6	54442.06583	9073.67764	2299.27	0.0001
Espaçamento	2	32.70104	16.35052	4.14	0.0161

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

O valor médio da altura para todos os períodos de medição (Tabela 5) apresentou maior no espaçamento 4m x 2m e menor no espaçamento 4m x 4m, porém, ambos os espaçamentos não se diferenciando significativamente em nível de 5% com o espaçamento 4m x 3m.

Tabela 5 - Teste de Tukey para altura de tachi-branco dos três espaçamentos para todos os períodos de medição.

Espaçamentos (m x m)	Média H (m)
4 x 2	10.14 a
4 x 3	9.87 ab
4 x 4	9.76 b

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 5%.

Fonte: Da autora.

A altura média final das árvores (Tabela 3) e altura média avaliada ao longo do período (Tabela 5) apresentaram valores crescentes com a diminuição do espaçamento. Resultados opostos foram encontrados por Sousa (2011) ao avaliar o crescimento em altura de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby aos 40 meses de idade na mesma área experimental deste trabalho, o autor obteve altura média final maior nos espaçamentos 4m x 3m e 4m x 3,5m, estes dois espaçamentos apresentaram diferença significativa em relação aos espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m.

b) Análise da variável altura (H) para o último período de medição, Agosto 2013:

A análise de variância para média final da altura não foi significativa em nível de 5% de significância, ou seja, não houve regressão ($F = 1.16$, $p < 0.3169$), a variável resposta (altura) independe da variável explicativa (espaçamento) (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância da variável altura para o último período de medição.

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	p > F
Modelo	2	18.541949	9.270974	1.16	0.3169
Erro	152	1216.855729	8.005630		
Correção total	154	1235.397677			

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

Castro et al. (1998) também não detectaram efeito significativo da média final em altura de plantio de *Sclerolobium paniculatum* aos sete anos de idade, apontando que com esta idade a influência da concorrência por luz e/ou nutrientes, não foi alcançada nos diferentes espaçamentos. Contudo, os autores observaram que os maiores valores de altura ocorreram em espaçamentos maiores, resultado oposto ao deste trabalho. A ocorrência de maior altura em plantios menos densos no estudo dos autores pode ser pelo fato do experimento ter sido no Cerrado amapaense, bioma com características diferentes da Amazônia.

c) Análise da variável diâmetro a altura do peito (DAP) para todos os períodos de medição:

Na Tabela 7 pode-se observar que há regressão ($F = 343.87$, $p < 0.0001$), ou seja, a variável resposta (DAP) depende das variáveis explicativas (data e/ou espaçamento). O DAP depende da data ($F = 457.28$, $p < 0.0001$) e dos espaçamentos ($F = 3.64$, $p < 0.0266$).

O teste de Tukey mostrou que houve diferença significativa nos diâmetros entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m ($p < 0.0489$). Para um nível de significância de 10%, houve diferença entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m ($p < 0.0783$). Não houve diferença significativa entre os espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m ($p < 0.9997$) (Tabela 8 – Apêndice A – Tabela 2A).

Tabela 7 - Análise de variância da variável DAP para todos os períodos de medição.

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	p > F
Modelo	8	23120.07418	2890.00927	343.87	0.0001
Erro	1141	9589.50359	8.40447		
Correção total	1149	32709.57777			
Data	6	23058.93457	3843.15576	457.28	0.0001
Espaçamento	2	61.13961	30.56980	3.64	0.0266

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

Nos espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m observou-se maior crescimento em diâmetro (Tabela 8), corroborando com os resultados de Castro et al. (1998), Sousa (2011) e Leite et al. (1997). Estes autores também notaram que nos maiores espaçamentos entre as árvores o diâmetro tendeu a ser maior.

Tabela 8 - Teste de Tukey para o DAP de tachi-branco dos três espaçamentos para todos os períodos de medição.

Espaçamentos (m x m)	Média DAP (cm)
4 x 2	7.949 a
4 x 3	8.421 b
4 x 4	8.416 ab

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 5%.

Fonte: Da autora.

Os valores do DAP (Tabela 3 e Tabela 8) apresentaram-se maiores nos espaçamentos menos adensados.

Os resultados deste trabalho assemelham-se com a avaliação realizada por Chies (2005) estudando a influência do espaçamento sobre as variáveis altura e diâmetro a altura do peito (DAP) da espécie *Pinus taeda* L. O autor concluiu que nos menores espaçamentos, o crescimento em diâmetro foi menor, provavelmente por uma maior competição por água, luz e nutrientes, resultando em um maior crescimento em altura.

Souza et al. (2004) recomendam o espaçamento 3m x 2m no plantio inicial de *Sclerolobium paniculatum* Vogel com a finalidade de produção de madeira nas condições de baixa fertilidade da Amazônia, e após dois anos realizar desbaste para permitir o crescimento em diâmetro das árvores.

d) Análise da variável diâmetro a altura do peito (DAP) para o último período de medição, Agosto 2013:

A análise de variância para média final de DAP não foi significativa em nível de 5% de probabilidade, ou seja, não há regressão ($F = 0.86$, $p < 0.4253$), a variável resposta (DAP) independe da variável explicativa (espaçamento) (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise de variância da variável DAP para o último período de medição.

Fonte	GL	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	p > F
Modelo	2	38.025243	19.012621	0.86	0.4253
Erro	152	3361.532177	22.115343		
Correção total	154	3399.557419			

Nível de significância a 5%.

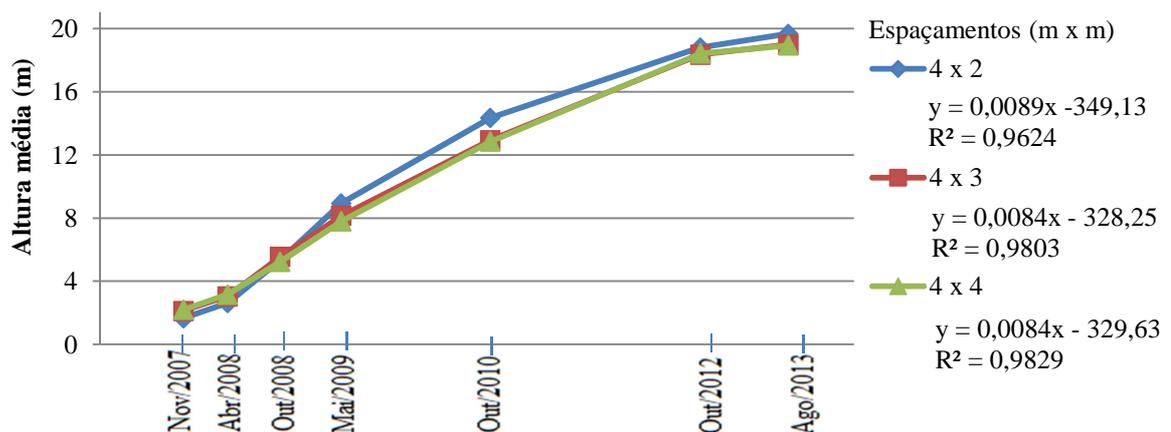
Fonte: Da autora.

Estatisticamente houve diferença significativa no DAP entre os espaçamentos apenas quando avaliados ao longo do período de medição. Sendo que com o passar do tempo de plantação, as diferenças no crescimento das árvores em diferentes espaçamentos devem diminuir (LEITE et al., 1997).

Na Figura 4 e 5 podemos observar o crescimento das variáveis altura e diâmetro da espécie *Sclerobium paniculatum* nos espaçamentos 4m x 2m, 4m x 3m e 4m x 4m.

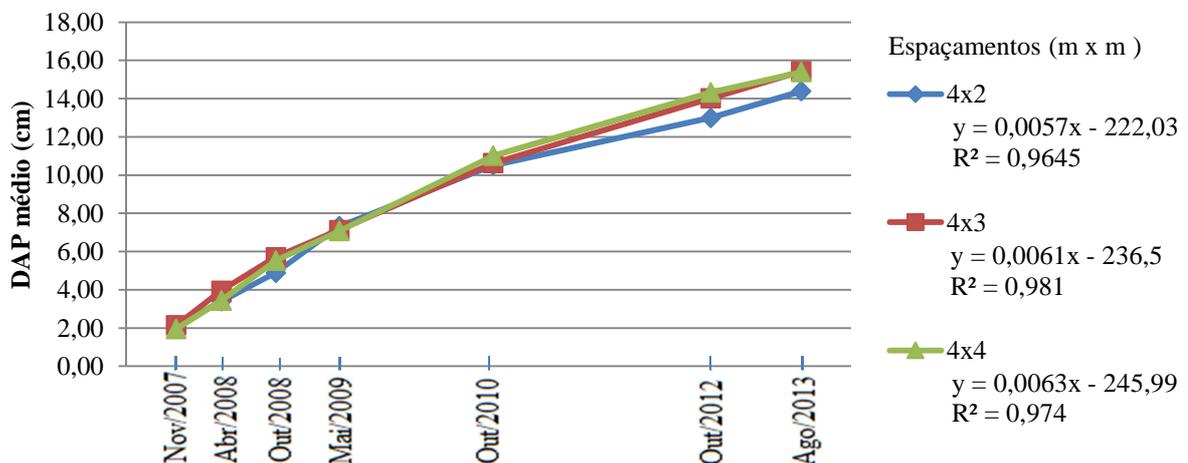
Como o R^2 menor entre as variáveis independente (tempo) e dependente (altura média) foi 0,9624, significa que 96,24% da variável dependente do espaçamento 4m x 2m consegue ser explicado pelos regressores presentes no modelo (Figura 4). Como o modelo R^2 menor entre as variáveis independente (tempo) e dependente (DAP médio) foi de 0,9645, significa que 96,45% da variável dependente do espaçamento 4m x 2m consegue ser explicada pelos seus regressores (Figura 5).

Figura 4 – Altura de *Sclerobium paniculatum* de cada período de medição nos diferentes espaçamentos.



Fonte: Da autora.

Figura 5 – Diâmetro de *Sclerobium paniculatum* de cada período de medição nos diferentes espaçamentos.



Fonte: Da autora.

e) Sobrevivência:

Quanto à relação da sobrevivência das árvores em relação à densidade de plantio, a sobrevivência foi maior no espaçamento menos adensado, 4m x 4m (78,3%) e menor no espaçamento mais adensado, 4m x 2m (51,8%). O espaçamento 4m x 3m apresentou 62,5% de sobrevivência (Apêndice A – Tabela 3A).

Houve diferenças significativas nas probabilidades de resposta entre os espaçamentos ($\chi^2 = 13.96$, $p < 0.0009$) (Tabela 10).

As comparações da variável sobrevivência entre os espaçamentos são realizadas com a utilização de contrastes, apresentados na Tabela 11. Nota-se, que há diferença da sobrevivência entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m ($\chi^2 = 13.93$, $p < 0.0002$) e entre os espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m ($\chi^2 = 4.35$, $p < 0.0369$), o que não ocorreu entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m, entre estes dois não houve diferença significativa.

Tabela 10 - Análise de variância da variável sobrevivência do tachi-branco com sete anos e meio de idade.

Fonte	GL	Qui-quadrado	p > qui-quadrado
Interceptar	1	464.49	0.0001
Espaçamento	2	13.96	0.0009
Resíduo	0		

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

Tabela 11 - Comparação da variável sobrevivência do tachi-branco com sete anos e meio de idade entre os espaçamentos.

Contraste	Análise de contrastes		
	GL	Qui-quadrado	p > Qui-quadrado
4m x 2m & 4m x 3m	1	2.23	0.1358
4m x 2m & 4m x 4m	1	13.93	0.0002
4m x 3m & 4m x 4m	1	4.35	0.0369

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

Em um estudo com a mesma espécie, *Sclerolobium paniculatum* Vogel, e praticamente com a mesma idade de plantio deste trabalho, 7 anos de idade, Castro et al. (1998) verificaram que a sobrevivência do Tachi-branco não apresentou diferença estatística significativa, com resultado de 94% de sobrevivência no maior espaçamento (3m x 2,5m) e no menor (2m x 1m), o maior valor de sobrevivência foi verificado no espaçamento 2m x 2m com 97%, enquanto que nos espaçamentos 2,5m x 2m e 1,5m x 1,5m observaram menor sobrevivência com 93%.

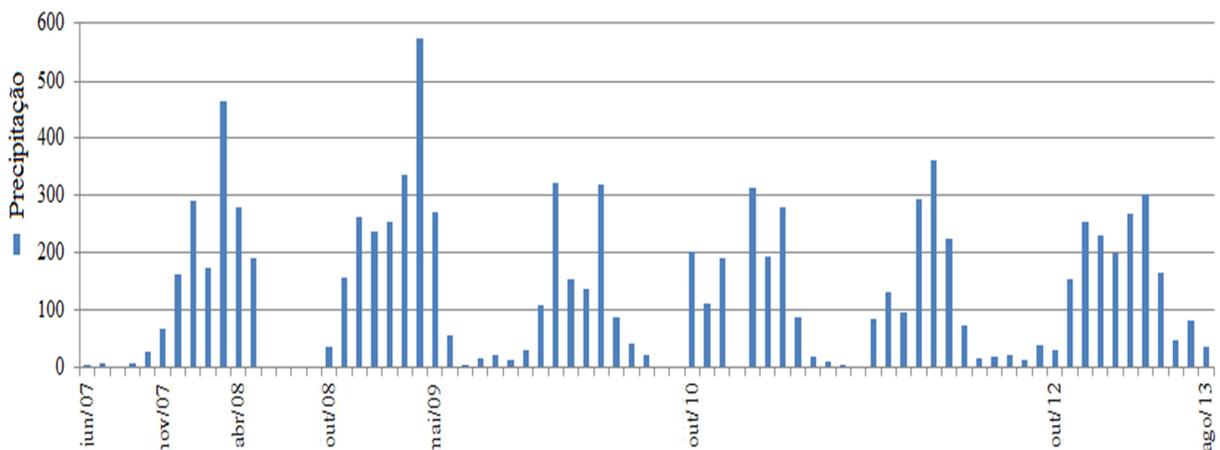
O *Sclerolobium paniculatum* foi uma das espécies com maior taxa de sobrevivência no trabalho de Yared et al. (1988), constatando que em um plantio com quinze espécies testadas em Belterra – PA, com cinco anos e meio de idade, as espécies apresentaram os seguintes resultados: *Laetia procera* (Poepp.) Eichler com 96,7% de sobrevivência, *Sclerolobium paniculatum* Vogel com 94,7% e *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. com 93,2%.

Sousa (2011) encontrou resultados semelhantes ao deste trabalho, ao analisar a sobrevivência de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby aos 40 meses de idade em diferentes espaçamentos, o autor verificou que as plantas nos espaçamentos mais adensados, 4m x 2m e 4m x 2,5m, apresentaram menor taxa de sobrevivência com 82,2% e 73,8%, enquanto que no espaçamento 4m x 4m, menos adensado, apresentou maior sobrevivência com 91,4%. O autor justifica que os indivíduos quando plantados mais próximos um dos outros, competem mais por espaço, água e nutrientes, podendo ocasionar maior mortalidade de árvores.

f) Relação entre a precipitação e o crescimento em diâmetro das árvores nos espaçamentos:

Os meses com maior índice de precipitação no município de Dom Eliseu estão entre janeiro a junho como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Precipitação pluviométrica mensal de Dom Eliseu (PA).



Fonte: Da autora.

Analisando a Tabela 12 e a Figura 7, pode-se observar que a precipitação e o ICP em diâmetro apresentaram uma correlação forte entre a precipitação e o espaçamento 4m x 3m com $R = 0,802$ e entre o espaçamento 4m x 4m com $R = 0,767$, enquanto a correlação entre a precipitação e o ICP em diâmetro do espaçamento 4m x 2m foi moderada, com $R = 0,562$.

Não houve significância entre a precipitação e o ICP em diâmetro em nível de 5%, ou seja, a variável resposta (ICP) independe da variável explicativa (precipitação) (Tabela 12).

Tabela 12 – Correlação de Pearson entre a precipitação e o ICP em diâmetro nos três espaçamentos.

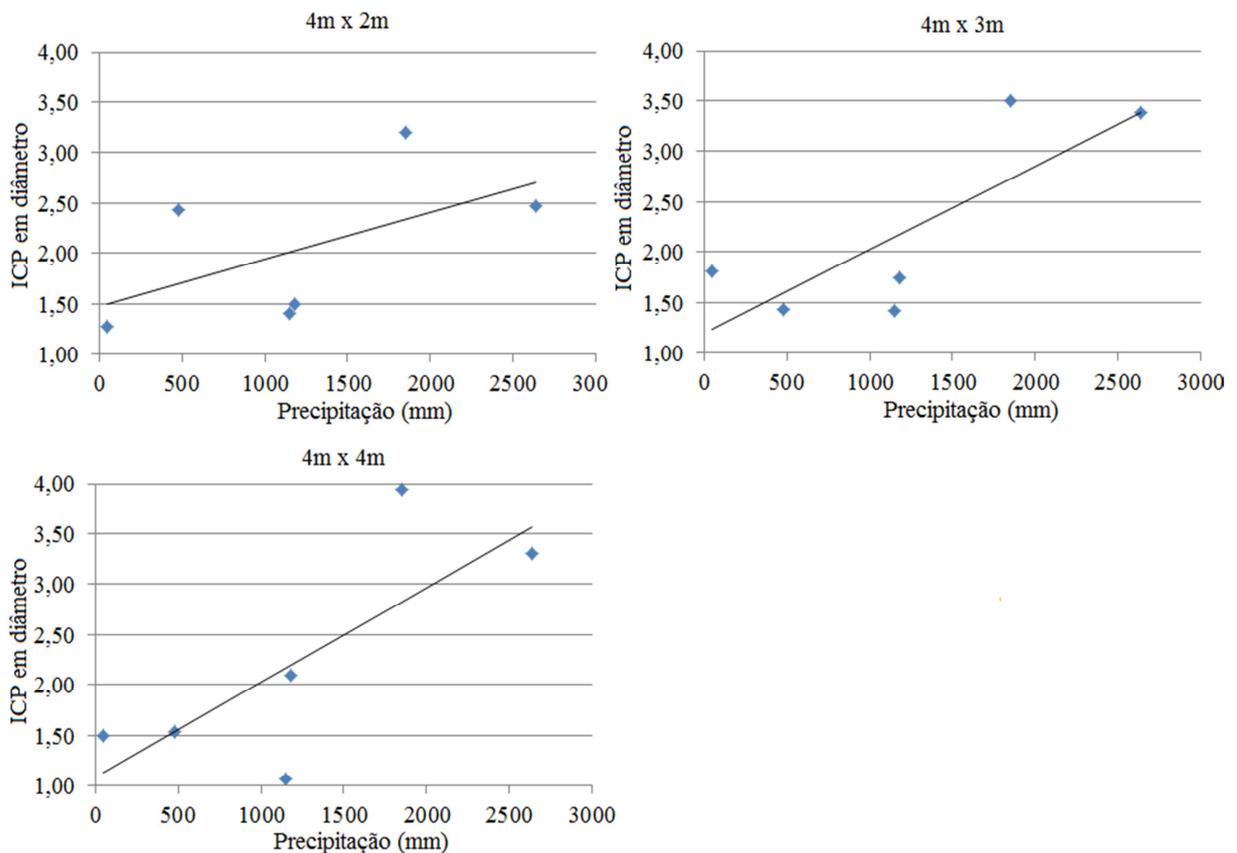
	4m x 2m	4m x 3m	4m x 4m
Precipitação pluviométrica	0,562	0,802	0,767
R ²	32%	64%	59%
p < 0.05	.245	.055	.075

Nível de 5% de significância.

Fonte: Da autora.

A análise da tabela 12 e figura 7 demonstra que o crescimento das árvores em diâmetro em cada espaçamento é influenciado pela precipitação de 32% no espaçamento mais adensado chegando a 64% no espaçamento 4m x 3m.

Figura 7 – Correlação entre a precipitação pluviométrica e o ICP em diâmetro nos três espaçamentos.



Fonte: Da autora.

As árvores dos espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m sofreram maior influência da precipitação em seus crescimentos do que no espaçamento 4m x 2m. O crescimento em diâmetro dos indivíduos também pode ser influenciado por outros fatores meteorológicos (BOTOSO; VETTER, 1991), não considerados neste estudo, como, umidade relativa, temperaturas máximas e mínimas e a radiação.

As diferentes densidades de plantios também influenciam no crescimento das árvores. Os maiores espaçamentos apresentaram uma forte correlação com a precipitação, resultados semelhantes foram averiguados em um estudo sobre densidade populacional de *Eucalyptus grandis* onde Leite et al. (1997) observaram que no período com mais disponibilidade de água no solo, as árvores nos plantios menos adensados obtiveram um maior crescimento quando comparadas com os plantios mais adensados. Isto pode ocorrer devido a uma menor competição entre os indivíduos por água (PAULESKI, 2010).

Resultados similares ao deste trabalho foram encontrados em um estudo semelhante feito por Montagner e Yared (1983), em que o incremento em DAP de *Cordia goeldiana* Huber apresentou correlação positiva altamente significativa com $R = 0,70$.

Dias (2009) avaliou o incremento médio mensal (IMM) em diâmetro de árvores em função da precipitação numa floresta primária de terra-firme na Amazônia central e constatou que a variação no incremento tem relação com a taxa de precipitação, sendo que os maiores valores de IMM ocorreram nos meses com alta taxa de precipitação, enquanto que os incrementos menores foram nos meses menos chuvosos. As mesmas relações foram observadas por Botoso e Vetter (1991), em um estudo sobre a taxa de crescimento em oito espécies arbóreas na Amazônia, os resultados apresentaram baixo ou às vezes nenhum incremento em circunferência nos períodos com baixos índices de precipitação pluviométrica.

A relação entre a precipitação e o incremento médio em diâmetro de outras espécies florestais apresentou resultados opostos deste estudo, com valores baixos variando de $R = -0,21$ e $0,485$ de significância com a espécie regional *Blepharocalyx salicifolius* Kunth e $R = 0,257$ com $0,396$ de significância com a exótica invasora *Hovenia dulcis* Thunb.. Estes valores foram observados por Kanieski et al. (2012) em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Paraná.

Machado et al. (2014) também encontraram baixa correlação da precipitação no incremento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze com valor de $0,15$ e correlação moderada no incremento de *Pinus taeda* L. com $R = 0,32$, ambas as espécies em fase inicial. Com este resultado, os autores revelam que o incremento diamétrico da *A. angustifolia* é pouco sensível às variações climáticas, sendo mais influenciados pelas reservas energéticas e atividades metabólicas, fatores que se relacionam com uma etapa de adaptação da espécie a área.

6.5 Conclusão

De acordo com os resultados encontrados pode-se concluir que:

Para a variável altura não foram observadas diferenças entre as densidades, podendo ser usado qualquer um dos espaçamentos para o plantio. Assim a escolha do espaçamento dependerá de outros fatores como o objetivo e condições financeiras disponíveis.

Os espaçamentos menos adensados apresentaram maior crescimento diamétrico, podendo estes ser uma opção de plantio para o proprietário, visto que requer menor quantidade de mudas tornando-o mais viável financeiramente.

A taxa de sobrevivência cresceu com o aumento do espaçamento, sendo a maior taxa de sobrevivência apresentada no espaçamento menos adensado, o que pode ser devido a uma menor competição entre as árvores por recursos naturais.

A correlação entre a precipitação e o incremento diamétrico apresentou-se de maneira forte a moderada. O espaçamento mais adensado obteve uma correlação moderada com a precipitação. Diversos fatores também podem influenciar no crescimento dos indivíduos, além da precipitação pluviométrica.

7 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DA REGENERAÇÃO NATURAL NO SUB-BOSQUE DE *Sclerolobium paniculatum* Vogel PLANTADO EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.

7.1. Introdução

O plantio com leguminosas arbóreas deve conceituar as vantagens que cada espécie de leguminosa pode conduzir, como um rápido estabelecimento da cobertura vegetal, a oferta contínua de nitrogênio, o aumento da população microbiana, a elevada deposição e a rápida decomposição da matéria orgânica, além de mudanças microambientais que estimula e regularizam os recursos e assim, promovem o aparecimento de espécies que necessitam de ambientes mais saudáveis (CAMPELLO, 1998). A proteção do local interligado com o estabelecimento inicial da regeneração natural consiste em tática propícia para recuperação de ecossistemas degradados nas propriedades rurais (CARPANEZZI, 2005).

Martins (2013) recomenda plantios mais homogêneos em áreas degradadas quando não há disponível mudas com uma diversidade de espécies e quando estas áreas encontram-se próximas a remanescente de florestas nativas. Estes remanescentes proporcionam um aumento natural de diversidade na área recuperada, porém este processo é lento, sendo necessário um enriquecimento posterior no plantio.

Na avaliação da regeneração natural em um sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith., com o objetivo de recuperar áreas degradadas em uma floresta ombrófila densa, na Reserva Biológica de Saltinho, PE, Alencar et al. (2011) concluíram que o eucalipto propiciou a regeneração de espécies nativas, porém, para que haja diversidade na composição florística destes plantios, estas áreas devem estar próximas de fontes de propágulos.

Muitos estudos realizados no Brasil permitem conhecer a composição florística, a dinâmica da sucessão secundária e a estrutura das comunidades de plantas que se estabeleceram espontaneamente em áreas com diferentes níveis de perturbação. Estas informações são fundamentais na escolha de técnicas para restauração florestal em áreas degradadas (MARTINS, 2013). As avaliações sobre a dinâmica da regeneração natural são fundamentais para o meio científico, pois são indispensáveis para aperfeiçoar as técnicas dos planos de manejo e tratamentos silviculturais, podendo assim, explorar de forma racional e permanente os recursos florestais (RAYOL; SILVA; ALVINO, 2006).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a composição florística, a riqueza e a diversidade de espécies no sub-bosque de plantios de *Sclerolobium paniculatum* Vogel em

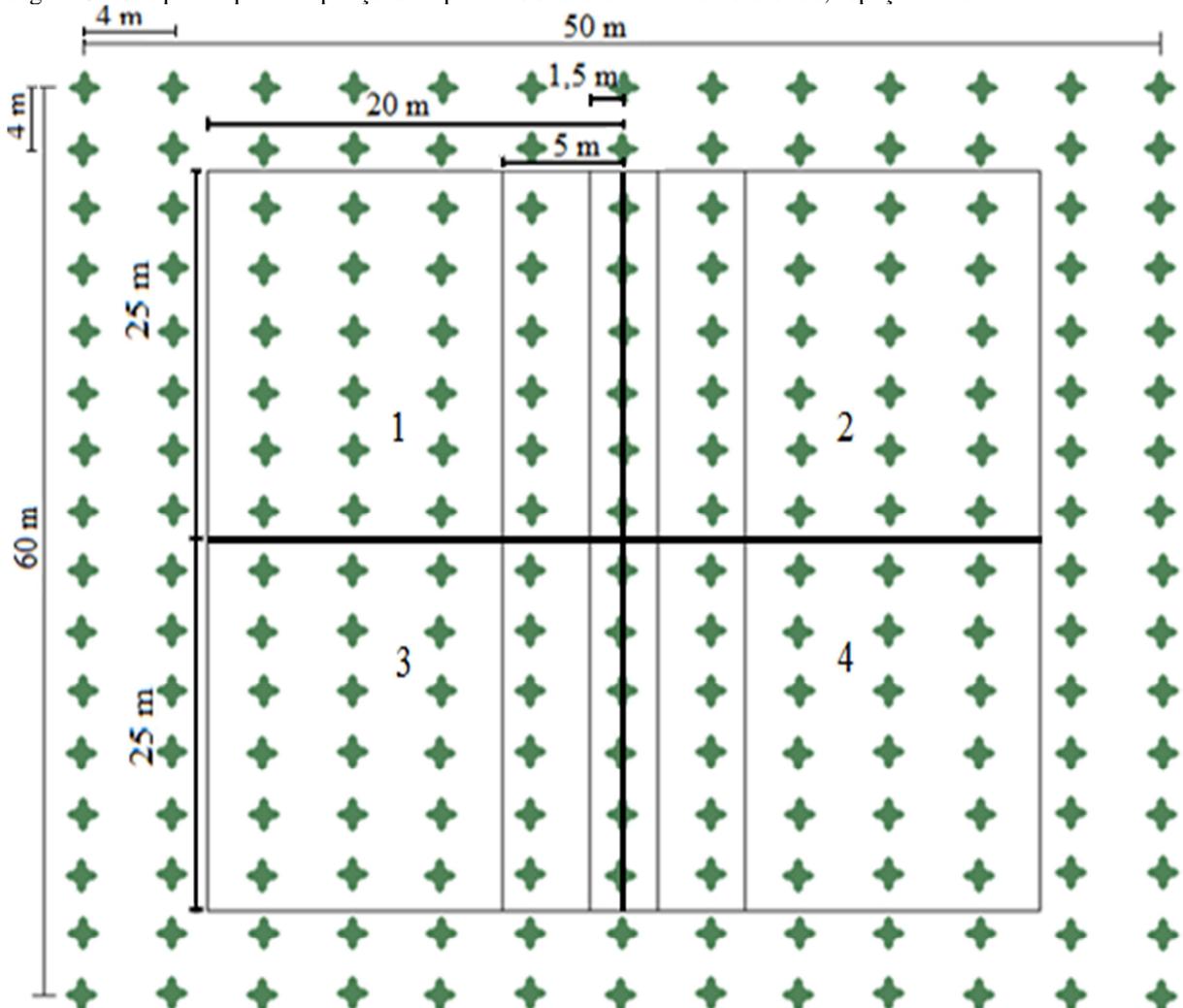
diferentes espaçamentos, com intuito de definir o espaçamento mais apropriado para recuperar áreas de reserva legal nas propriedades rurais.

7.2. Material e métodos

Na área de estudo, o experimento foi realizado em blocos de 50m x 60m (3000 m²), onde foram dispostas parcelas sub-subdivididas com oito repetições para cada espaçamento (tratamento), 4m x 2m, 4m x 3m e 4m x 4m.

Na classe I os indivíduos com altura menor que 0,30cm foram contados e identificados em sub-subparcelas de 1,5m x 25m; na classe II os indivíduos com altura entre 0,30cm até 1,5m foram contados e identificados em subparcelas de 5m x 25m; e na classe III os indivíduos com altura acima de 1,5m foram contados, identificados e medidos (altura e diâmetro a altura do peito) em parcelas de 20m x 25m (Figura 8).

Figura 8 - Croqui de quatro repetições de parcelas sub-subdivididas no bloco I, espaçamento 4m x 4m.



Fonte: Da autora.

A composição florística foi identificada em campo por um parabolânico da EMBRAPA-CPATU. O experimento foi instalado em fevereiro de 2006, a última limpeza na área do plantio foi realizada no início de 2010 e a coleta dos dados da regeneração natural realizada em agosto de 2013 (Figura 9).

Figura 9 - Presença de regeneração natural em plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel. Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).



Fonte: Da autora.

7.3. Análise estatística

Para a análise da estrutura horizontal da regeneração natural utilizaram as variáveis: densidade, frequência, dominância e índice de valor de importância.

A densidade (abundância) absoluta (DA) é o número de indivíduos da espécie por unidade de área considerada e a densidade relativa (DR) é a relação percentual do número de indivíduos de uma espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados (MARTINS, 1991). Este parâmetro refere-se ao número de indivíduos de uma espécie na comunidade vegetal de uma área amostrada (LAMPRECHT, 1964).

A frequência absoluta (FA) é a porcentagem de unidades de amostragem com ocorrência da espécie, em relação ao número total de unidades de amostragem. Frequência relativa (FR) é a proporção da frequência absoluta de uma espécie em relação à soma das frequências absolutas de todas as espécies, em porcentagem (MARTINS, 1991). Este parâmetro indica a distribuição de cada espécie sobre a área, ou seja, a porcentagem de

ocorrência de uma espécie em um número de áreas com mesmo tamanhos (LAMPRECHT, 1964).

A dominância expressa à proporção de tamanho, de volume ou de cobertura de cada espécie, em relação ao espaço ou volume da fitocenose. A dominância Absoluta (DoA (m²/ha)) consiste na soma das áreas basal total por espécie por unidade de área amostrada em m²/ha. A dominância relativa (DoR) é a relação percentual entre a área basal total de cada espécie e a área basal total de todas as espécies por área amostrada (MARTINS, 1991).

O Índice de Valor de Importância (IVI) da espécie proposto por (CURTIS; McINTOSH, 1951), permite obter os resultados do somatório dos três parâmetros e caracterizar a estrutura da vegetação na seguinte expressão:

$$IVI = DR\% + FR\% + DoR\%$$

A diversidade foi calculada através do índice de Shannon-Weaver (H'), este índice mede o grau de incerteza em prever a qual espécie pertence um indivíduo escolhido aleatoriamente de uma amostra (LAMPRECHT, 1990). Quanto menor o valor de H' maior é o grau de certeza, sendo baixa a diversidade da amostra. A diversidade tende a ser alta quanto maior o valor do índice. Os valores variam entre 1,5 e 3,5, em casos excepcionais, excedem 4,5 (PIELOU, 1969).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Onde:

p_i é a abundância relativa da espécie i na amostra; n_i é o número de indivíduos da espécie i ; N é o Número total de indivíduos amostrados; e S é o número total de espécies na comunidade.

A similaridade de espécies entre os espaçamentos foi realizada através do Índice de Sørensen (ISS) que possibilita avaliar o nível de espécies comuns da composição florística entre as áreas amostradas (BROWER; ZAR, 1984). A fórmula utilizada é:

$$ISS = \frac{2c}{S_1 + S_2}$$

Onde:

c é o número de espécies comuns nas duas comunidades; S_1 é o número de espécies da comunidade A; e S_2 é o número de espécies da comunidade B.

Este índice varia de zero a um, quando mais próximo de zero significa que existe poucas espécies em comum entre as áreas comparadas, os valores acima de 0,5 indicam alta similaridade (FONSECA; SILVA-JUNIOR, 2004).

7.4. Resultados e discussão

A Tabela 13 apresenta a relação das espécies encontradas, em ordem alfabética por família. No levantamento da regeneração natural nas parcelas implantadas no plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel em diferentes espaçamentos, foram encontrados 1665 indivíduos dos quais estão distribuídos nas classes I, II e III, nos espaçamentos 4m x 2m (115, 216 e 263 indivíduos), 4m x 3m (25, 292 e 187 indivíduos) e 4m x 4m (14, 335 e 218 indivíduos).

Tabela 13 - Relação das espécies amostradas na regeneração natural no sub-bosque de *Sclerolobium paniculatum* Vogel plantados em diferentes espaçamentos, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).

FAMÍLIA/Espécie	Espaçamento (m x m)		
	4 x 2	4 x 3	4 x 4
ACHARIACEAE			
<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhl.	X		
AMARANTHACEAE			
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	X		
ANACARDIACEAE			
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X		X
ANNONACEAE			
<i>Annona exsucca</i> DC. ex Dunal	X		X
<i>Annona montana</i> Macfad.	X	X	X
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	X	X	
APOCYNACEAE			
<i>Aspidosperma</i> sp. Mart. & Zucc.	X	X	X
<i>Geissospermum sericeum</i> Miers	X	X	X
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	X		
<i>Tabernaemontana angulata</i> Mart. ex Müll. Arg.	X		
<i>Tabernaemontana</i> sp. L.			X
ARALIACEAE			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin			X
ARECACEAE			
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	X	X	
<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	X		

Continua

Tabela 13 – continuação

FAMÍLIA/Espécie	Espaçamento (m x m)		
	4 x 2	4 x 3	4 x 4
<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.		X	
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	X		
ASTERACEAE			
<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski		X	
<i>Vernonia sp.</i> Schreb.	X		
BIGNONIACEAE			
<i>Adenocalymma magnificum</i> Mart. ex DC.	X	X	X
<i>Adenocalymma neoflavidum</i> L.G. Lohmann	X	X	X
<i>Adenocalymma sp.</i> Mart. ex Meisn.	X		
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	X	X	X
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	X	X	X
BORAGINACEAE			
<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	X		
<i>Cordia exaltata</i> Lam.	X	X	X
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	X	X	X
<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi			X
BURSERACEAE			
<i>Protium altsonii</i> Sandwith	X	X	X
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	X		
<i>Protium sagotianum</i> Marchand	X		
<i>Protium sp.</i> Burm. F.	X		X
CAESALPINIACEAE			
<i>Zollema paraensis</i> Huber	X		
CARYOCARACEAE			
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.			X
CHRYSOBALANACEAE			
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	X	X	X
<i>Licania Kunthiana</i> Hook. F.	X	X	
COMBRETACEAE			
<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel.) Exell	X	X	
<i>Terminalia sp.</i> L.			X
ERYTHROXYLACEAE			
<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.		X	
FABACEAE			
<i>Acacia mangium</i> Willd.			X
<i>Amphiodon effusus</i> Huber	X	X	X
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.		X	X
<i>Bauhinia acreana</i> Harms	X	X	X
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.			X
<i>Chamaecrista sp.</i> Moench	X		

Continua

Tabela 13 – continuação

FAMÍLIA/Espécie	Espaçamento (m x m)		
	4 x 2	4 x 3	4 x 4
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	X		X
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.			X
<i>Inga capitata</i> Desv.		X	X
<i>Inga edulis</i> var. <i>edulis</i> Mart.		X	X
<i>Inga heterophylla</i> Willd.		X	
<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	X		
<i>Inga</i> sp. Mill.	X	X	X
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	X	X	
<i>Machaerium latifolium</i> Rusby	X	X	
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	X	X	
<i>Phanera splendens</i> (Kunth) Vaz	X		
<i>Platymiscium</i> sp. Vogel	X		
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	X	X	
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	X	X	X
<i>Senna latifolia</i> (G. Mey.) H.S. Irwin & Barneby	X		
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby			X
<i>Swartzia brachyrachis</i> Harms	X		X
HELICONIACEAE			
<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.		X	
HYPERICACEAE			
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	x	X	X
LACISTEMATAACEAE			
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby		X	
LAMIACEAE			
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.		X	X
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.		X	
<i>Vitex</i> sp. L.			X
LAURACEAE			
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	X		
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	X		
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	X		
<i>Ocotea</i> sp. Aubl.	X		
LECYTHIDACEAE			
<i>Couratari guianenses</i> Aubl.	X		X
<i>Couratari stellata</i> A.C. Sm.			X
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori			X
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	X	X	X
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.		X	
MALVACEAE			

Continua

Tabela 13 – continuação

FAMÍLIA/Espécie	Espaçamento (m x m)		
	4 x 2	4 x 3	4 x 4
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	X		
<i>Sterculia excelsa</i> Mart.	X		
MELASTOMATACEAE			
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	X	X	X
<i>Miconia sp</i> Ruiz & Pav.	X	X	X
MORACEAE			
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	X	X	X
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	X	X	X
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	X		
<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	X	X	X
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	X	X	X
MYRTACEAE			
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl.	X	X	
<i>Eugenia sp.</i> L.	X		
<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.			X
<i>Myrcia cuprea</i> (O. Berg) Kiaersk.	X		
<i>Myrcia sp.</i> DC.	X		
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	x	X	X
OCHNACEAE			
<i>Ouratea aquatica</i> (Kunth) Wngl.		X	
OPIACEAE			
<i>Agonandra sp.</i> Miers ex Benth. & Hook . F.	X		
PENAEAECEAE			
<i>Olinia sp.</i> Thunb.		X	
PHYLLANTHACEAE			
<i>Phyllanthus nobilis</i> (L. f.) Müll. Arg.	X	X	X
<i>Richeria grandis var. grandis</i> Vahl.		X	
PIPERACEAE			
<i>Piper peltatum</i> L.	X		
POACEAE			
<i>Panicum pilosum</i> SW.	X	X	
<i>Pariana gracilis</i> Döll	X		
RUBIACEAE			
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K.Schum.	X	X	
<i>Uncaria guianensis</i> (Aubl.) J.F. Gmel.	X		
RUTACEAE			
<i>Galipea trifoliata</i> Aubl.	X	X	X
<i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain	X		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	X	X	X
<i>Zanthoxylum sp.</i> L.	X		

Continua

Tabela 13 – conclusão

FAMÍLIA/Espécie	Espaçamento (m x m)		
	4 x 2	4 x 3	4 x 4
SALICACEAE			
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	X	X	X
<i>Casearia aculeata</i> Jacq.			X
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	X	X	X
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	X	X	
SAPINDACEAE			
<i>Cupania</i> sp. L.	X	X	X
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	X		X
<i>Talisia macrophylla</i> (Mart.) Radlk.	X		
SAPOTACEAE			
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.		X	
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	X	X	X
<i>Pouteria</i> sp. Aubl.	X	X	
SIPARUNACEAE			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		X	
SOLANACEAE			
<i>Solanum rugosum</i> Dunal	X		
<i>Solanum</i> sp. L.	X		
<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	X		
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	X		
URTICACEAE			
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul		X	
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	X	X	X
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.			X
VERBENACEAE			
<i>Lantana camara</i> L.		X	
VIOLACEAE			
<i>Payparola</i> sp. Aubl.	X	X	X
<i>Rinorea neglecta</i> Sandwith	X	X	X

Fonte: Da autora.

No total foram amostradas 43 famílias, 91 gêneros e 125 espécies. O espaçamento 4m x 2m apresentou 33 famílias, 69 gêneros e 92 espécies, no espaçamento 4m x 3m foram encontradas 32 famílias, 56 gêneros e 66 espécies e o espaçamento 4m x 4m apresentou 24 famílias, 50 gêneros e 60 espécies.

Vieira (2004) investigando a regeneração natural sob as espécies, *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. (Fabaceae), *Cordia myxa* L. (Boraginaceae) e *Melia azedarach* L. (Meliaceae) em uma área restaurada em Iracemápolis (SP), encontrou 4.337 indivíduos em 21 famílias e 62 espécies. O autor encontrou mais indivíduos, porém distribuídos em menos

famílias e espécies. Ao se comparar os resultados do estudo do autor com este trabalho, nota-se que houve uma maior riqueza de espécies e famílias nos três diferentes espaçamentos do plantio de *Sclerolobium paniculatum* do que no total de três espécies de início de sucessão.

Em um estudo de Campello (1998) a maior riqueza de espécies nativas foi procedente da regeneração natural nos plantios de leguminosas fixadoras. Este resultado é proveniente de uma avaliação sobre a sucessão em reflorestamento sob parcelas de leguminosas fixadoras de nitrogênio (*Acacia mangium* e *Sclerolobium paniculatum*), de Mirtaceas (*Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus citriodora*) e de Celastraceae (*Gouppia glabra*) em áreas degradadas em Porto de Trombetas (PA).

A família que mais se destacou foi a Fabaceae com 23 espécies (18,4%). A mesma possui mais riqueza de espécies em todos os espaçamentos. Dentre outras que se destacaram foram a Myrtaceae com 6 espécies (4,8%) e as famílias Moraceae, Lecythidaceae, Bignoniaceae e Apocynaceae com 5 espécies (4%) cada.

Fabaceae é uma família com características ecológicas e econômicas importantes, representada por espécies de leguminosas que se associam com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* fixando o nitrogênio da atmosfera e fertilizando os solos, quanto ao seu potencial econômico, destacam-se pela produção de alimentos (MIOTTO, 2011).

As famílias Fabaceae e Myrtaceae também foram encontradas em maior número de espécies em ambas as áreas estudadas por Rayol et al. (2011) ao averiguar a similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária de aproximadamente 30 anos em Bragança (PA). Os autores encontraram 1308 indivíduos, 35 famílias, 74 gêneros e 103 espécies no estrato arbóreo e 1721 indivíduos, 34 famílias e 69 espécies na regeneração natural.

As famílias que se destacaram em maior quantidade de espécies nos trabalhos de Vieira (2004) foram Myrtaceae e Caesalpinaceae, e na avaliação da regeneração natural do plantio da espécie exótica *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* na zona da mata de Pernambuco, o autor Alencar (2009) observou que as famílias que se destacaram foram Moraceae, Sapindaceae, Melastomataceae e Myrtaceae. Estas famílias também foram encontradas neste estudo, porém Myrtaceae e Moraceae com mais espécies do que as outras.

As espécies com maior densidade relativa na área total avaliada foram *Casearia arborea* com 11,1% de indivíduos, *Amphiodon effusus* com 8,2%, *Pouteria macrophylla* com 7,6% e *Adenocalymma neoflavum* com 7%.

Casearia arborea foi a espécie com maior densidade da regeneração natural do sub-bosque do plantio de *Sclerolobium paniculatum*, esta espécie também foi uma das que mais se sobressaiu em densidade no estrato arbóreo de uma floresta secundária avaliada por Rayol et al. (2011).

Na classe I, as espécies com maior densidade e frequência relativa foram:

No espaçamento 4m x 2m as espécies *Panicum pilosum*, *Amaranthus spinosus* e *Borreria latifolia* apresentaram 56,5%, 13,9% e 11,3% de densidade e 26,9%, 7,7% e 11,5% de frequência.

No espaçamento 4m x 3m as espécies *Panicum pilosum*, *Borreria latifolia* e *Inga sp.* apresentaram 52%, 16% e 8% de densidade, apenas *Panicum pilosum* obteve maior frequência com 33,3%, todas as outras espécies tiveram 8,3%.

No espaçamento 4m x 4m as espécies *Rinorea neglecta*, *Galipea trifoliata* e *Casearia arborea* apresentaram a mesma densidade com 21,4% cada e frequência de 27,3%, 18,2% e 9,1%.

Na classe II, as espécies com maior densidade e frequência relativa foram:

No espaçamento 4m x 2m as espécies com maior densidade foram *Adenocalymma neoflavidum* 13,4%, *Amphiodon effusus* 12%, *Hirtella racemosa* e *Brosimum rubescens* 4,6% cada. As espécies com mais frequência foram *Amphiodon effusus* 6,1%, *Casearia arborea* e *Hirtella racemosa* 4,4% cada.

No espaçamento 4m x 3m as espécies com maior densidade foram *Adenocalymma neoflavidum* 20,5%, *Pouteria macrophylla* 10,3% e *Amphiodon effusus* 7,9%. As espécies com mais frequência foram *Adenocalymma neoflavidum* 8,2%, *Brosimum rubescens* e *Casearia arborea* 6,1% cada.

No espaçamento 4m x 4m as espécies com maior densidade foram *Casearia arborea* 21,2%, *Adenocalymma magnificum* 15,8% e *Adenocalymma neoflavidum* 7,5%. As espécies com mais frequência foram *Casearia arborea* 7,7%, *Adenocalymma magnificum*, *Amphiodon effusus* e *Pouteria macrophylla* 5,8% cada.

Na classe III, as espécies com maior densidade, frequência, dominância relativa e índice de valor de importância foram:

No espaçamento 4m x 2m as espécies com maior densidade foram *Jacaranda copaia* 16,7%, *Bauhinia acreana* 11% e *Bellucia grossularioides* 10,3%. As espécies mais frequentes

foram *Amphiodon effusus* 6,7%, *Jacaranda copaia* 5,8%, *Bauhinia acreana*, *Bellucia grossularioides* e *Casearia arborea* 5% cada. As espécies *Jacaranda copaia*, *Cecropia palmata* e *Bauhinia acreana* apresentaram 19%, 18,1% e 12,4% de dominância e 41,6%, 25,3% e 28,4% de valor de importância.

No espaçamento 4m x 3m as espécies com maior densidade foram *Casearia arborea* 18,2%, *Amphiodon effusus* 12,3% e *Pouteria macrophylla* 10,7%. As espécies mais frequentes foram *Bellucia grossularioides* 7,6%, *casearia arborea* 7,6% e *Cecropia palmata* 6,5%. As espécies *Cecropia palmata*, *Pouteria macrophylla* e *Casearia arborea* apresentaram 66,5%, 6,9% e 5,6% de maior dominância e 81,6%, 21,9% e 31,4% de valor de importância.

No espaçamento 4m x 4m as espécies com maior densidade foram *Pouteria macrophylla* 22,5%, *Casearia arborea* 15,6% e *Cecropia palmata* 14,2%. As maiores frequências foram *Amphiodon effusus*, *Casearia arborea* e *Pouteria macrophylla* com 8,9% cada e *Bauhinia acreana* e *Cecropia palmata* 7,6% cada. A maior dominância foram *Cecropia palmata* 86,2%, *Bauhinia acreana* 3,4% e *Pouteria macrophylla* 3,2%. Os maiores índices de valor de importância foram *Cecropia palmata* 108%, *Pouteria macrophylla* 34,6% e *Casearia arborea* 26,2%.

As espécies com maior densidade, frequência, dominância relativa e índice de valor de importância apresentadas em todos os espaçamentos são espécies nativas, exceto *Amaranthus spinosus*, que é naturalizada.

Cecropia palmata foi uma das espécies com maior valor de importância comum nos três espaçamentos. Esta espécie é caracterizada como pioneira, que desempenha trocas peculiares com o solo através de sua rizosfera, possui capacidade de favorecer a fertilidade do solo através do aumento do teor de fósforo, e por atenuar a toxicidade de alumínio. Devido ao acúmulo de fósforo no solo, esta espécie presta serviços ecológicos em áreas com pouca quantidade deste nutriente no Nordeste Paraense. Podendo assim, ser usada para enriquecer vegetações secundárias ou sistemas agroflorestais (OLIVEIRA, 2010), além de poder contribuir com a regeneração natural.

A avaliação da similaridade florística entre os espaçamentos foi realizada pelo Índice de Sørensen (ISS) cujos resultados são mostrados na Tabela 14. Os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m apresentaram maior similaridade entre si.

Tabela 14 - Índice de similaridade de Sørensen da regeneração natural entre os tratamentos.

Espaçamento (m x m)	4 x 3	4 x 4
4 x 2	60,8%	53,9%
4 x 3		60,3%

Fonte: Da autora.

Os valores do índice de Sørensen entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m (60,8%), e entre os espaçamentos 4m x 3m e 4m x 4m (60,3%) foram muito próximos. Apesar do valor entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m ter sido menor, este apresentou mais do que 50%. Estes valores indicam que existe alta similaridade florística, podendo-se então concluir que as espécies comuns são adaptadas aos diferentes espaçamentos.

Esta alta similaridade florística também foi encontrada por Vieira (2004) ao comparar a similaridade da regeneração natural entre *Centrolobium tomentosum*, *Cordia myxa* e *Melia azedarach* em uma área restaurada em Iracemápolis (SP). Tanto os plantios homogêneos com uma destas três espécies avaliada por Vieira (2004) quanto o plantio com *Sclerolobium paniculatum* em um destes três espaçamentos apresentados neste trabalho podem ser implantados para recuperar áreas, pois houve muitas espécies comuns entre os diferentes tratamentos de plantios.

De acordo com a Tabela 15, a análise de variância para os valores do índice de diversidade de Shannon mostrou que não houve regressão ($F = 1,065$, $p < 0,347$), ou seja, não houve diferença nos valores do índice entre os três espaçamentos (Tabela 16).

Tabela 15 - Análise de variância para o Índice de diversidade de Shannon da regeneração natural entre os tratamentos.

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrados médios	F	p > F
Entre grupos	0,006	2	0,003	1,065	0,347
Com grupos	0,639	215	0,003		
Total	0,645	217			

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

Tabela 16 - Índice de diversidade de Shannon da regeneração natural para cada tratamento.

Espaçamentos (m x m)	4 x 2	4 x 3	4 x 4
Índice de diversidade de Shannon (H')	3,75	3,43	3,09

Fonte: Da autora.

Os três tratamentos apresentaram valores de Shannon variando entre 3,75 no espaçamento 4m x 2m (mais adensado) a 3,09 no espaçamento 4m x 4m (menos adensado). A diversidade das espécies na regeneração natural encontrados nestes três espaçamentos do plantio de *Sclerolobium paniculatum* foram altos assemelhando-se com os valores de Rayol et

al. (2011) que obtiveram índices de 3,09 para regeneração natural e 3,62 para o estrato arbóreo numa floresta secundária no Pará.

A regeneração natural do plantio com *Sclerolobium paniculatum* apresentou uma alta diversidade assim como a regeneração natural de uma floresta secundária localizada no mesmo Estado desta pesquisa.

7.5 Conclusões

Em função dos resultados sobre a regeneração natural no sub-bosque de *Sclerolobium paniculatum* Vogel plantados em diferentes espaçamentos, conclui-se que:

A família Fabaceae se destacou em todos os espaçamentos, tendo apresentado no geral 23 espécies. Assim como a *Sclerolobium paniculatum*, as outras espécies pertencentes a esta família são de grande importância para a recuperação de solos degradados, podendo contribuir com a regeneração natural das outras espécies.

A espécie *Cecropia palmata* foi uma das espécies com o maior valor de importância comum nos três espaçamentos.

O espaçamento 4m x 2m apresentou a maior riqueza de espécies. Os três espaçamentos apresentaram alta similaridade, sendo que as espécies mais comuns foi entre os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m.

A diversidade de espécies foi alta nos três espaçamentos. Analisados estatisticamente, os valores do índice de Shannon não apresentaram diferença significativa entre os espaçamentos. Sendo assim, qualquer um destes três espaçamentos pode ser usado para recuperar áreas de reserva legal, por não diferirem qualitativamente e quantitativamente a composição florística.

8 CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM ÁREAS DE PLANTIO DE *Sclerolobium paniculatum* Vogel EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.

8.1 Introdução

A técnica de transposição do banco de sementes do solo de florestas a serem derrubadas é recomendada para a recuperação de áreas degradadas. A serapilheira e a camada superficial do solo transferidos para a área fornecem uma alta densidade e diversidade de espécies nativas, porém, antes da coleta, deve-se avaliar o banco de sementes e tomar conhecimentos da composição para que não seja transferido espécies indesejáveis (MARTINS, 2013).

O banco de sementes é composto pela reserva de sementes viáveis que permanecem sem germinar na superfície ou enterradas no solo (ROBERTS, 1981; LECK et al., 1989; SIMPSON et al., 1989). A profundidade pode influenciar na densidade de sementes no solo, quanto mais profundo, a proporção de sementes viáveis no solo diminui, existindo mais sementes nas camadas mais superficiais, logo, estas germinam com mais facilidade em profundidades de até 10 cm (LEAL, 1992; DALLING et al., 1994).

Em ambientes perturbados, o banco de sementes exerce função importante para a revegetação das florestas, através da composição de grupos ecológicos, a colonização da área inicia-se com as espécies pioneiras que em seguida, estas favorecem o surgimento de uma diversidade de outras espécies (BAIDER et al., 1999).

O banco de sementes do solo pode ser um banco persistente, caracterizado por espécies pioneiras, de sementes viáveis em estado de dormência por um longo período, e um banco transitório, constituído por espécies não pioneiras, com sementes que, logo quando dispersadas, germinam ou perdem a viabilidade em um período curto (PARKER et al., 1989; MARTINS, 2013).

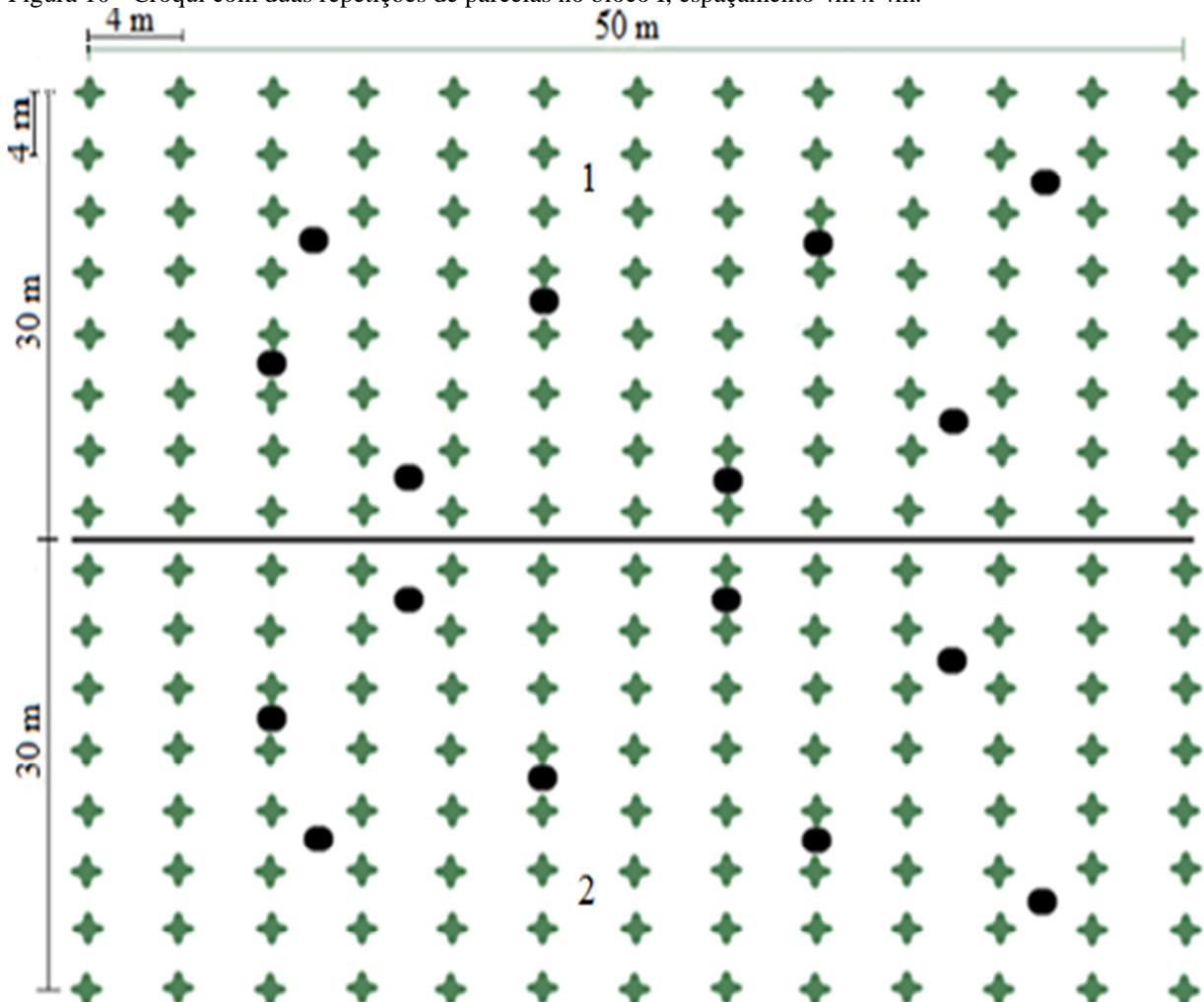
A composição de sementes viáveis no solo indica o potencial em que a floresta tem em se regenerar. Portanto, para garantir a regeneração natural, há a necessidade de adquirir conhecimentos sobre os elementos que colaboram para a formação do banco de sementes do solo e o tempo que as sementes permanecem viáveis (FERREIRA; DAVIDE; MOTTA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o banco de sementes em três tratamentos de plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel em diferentes espaçamentos, com o propósito de determinar um espaçamento mais propício para recuperar áreas de reserva legal nas propriedades rurais.

8.2 Material e métodos

Em blocos de 50m x 60m instalados na área experimental, foram estabelecidos aleatoriamente oito pontos de coleta de solo em cada parcela de 30m x 50m com quatro repetições para cada espaçamento (4m x 2m, 4m x 3m e 4m x 4m) (Figura 10).

Figura 10 - Croqui com duas repetições de parcelas no bloco I, espaçamento 4m x 4m.



Fonte: Da autora

A coleta das amostras de solo foi realizada em Agosto de 2013 (com sete anos e meio de idade do plantio). As amostras foram coletadas com auxílio de espátulas e de um gabarito de 25 cm x 25 cm na profundidade de 5 cm, desprezando o excesso de liteira. O solo coletado dos oitos pontos de cada parcela foi colocado em baldes de plásticos e em seguida posto em

uma lona para serem misturados, a partir das misturas eram retiradas quatro amostras compostas que foram transportadas em sacos plásticos identificados para a casa de vegetação da EMBRAPA-CPATU. As amostras foram transferidas para bandejas plásticas de 27 cm de largura, 41 cm de comprimento e 7 cm de profundidade cada, distribuídas aleatoriamente e regadas diariamente (Figura 11).

A contagem e identificação dos indivíduos germinados foram realizadas mensalmente, durante quatro meses, por um parabolânico da própria EMBRAPA (Figura 11). As plântulas não permaneciam nas bandejas após identificação. Com dois meses de monitoramento, o solo foi revolvido para dar oportunidade de germinação para todas as sementes.

Figura 11 - Etapas da metodologia do banco de sementes. A) Coleta da amostra de solo; B) Materiais utilizados para coleta; C) Mistura do solo na lona e D) Identificação das espécies.



Fonte: Da autora

8.3 Análise estatística

A composição de plântulas germinadas foi determinada em nível de espécie e família e calculou-se a densidade, frequência, índice diversidade de Shannon e índice de similaridade de Sørensen (conforme capítulo II) das espécies nos três tratamentos.

8.4 Resultados e discussão

Na avaliação do banco de sementes foram encontradas no total 6395 plântulas germinadas, distribuídas no espaçamento 4m x 2m com 2594 plântulas, no espaçamento 4m x 3m com 2079 e no espaçamento 4m x 4m com 1722.

O primeiro mês foi constatado maior germinação das sementes com densidade absoluta de 1428 sementes/há. No segundo mês a germinação diminuiu para 638 sementes/ha, após a análise deste mês, o solo foi revolvido e no mês seguinte a germinação das sementes foi superior à do segundo mês com 889 sementes/ha germinadas. Por fim, no quarto mês houve menor quantidade de plântulas com 598 sementes/ha germinadas.

O banco de sementes apresentou em geral 27 famílias, 47 gêneros e 57 espécies. Quanz (2012) observou em uma floresta de terra firme, Paragominas (PA) o dobro de riqueza no banco de sementes do solo, sendo 54 famílias, 94 gêneros e 116 espécies. Este resultado superior ao deste trabalho pode ser devido o autor ter analisado o banco de sementes de três diferentes áreas provenientes de uma floresta onde provavelmente deve haver uma diversidade maior de espécies em relação aos plantios homogêneos.

Os espaçamentos 4m x 2m e 4m x 3m apresentaram respectivamente mesma quantidade de riqueza, no espaçamento 4m x 2m germinaram 41 espécies pertencentes a 23 famílias, o espaçamento 4m x 3m apresentou 45 espécies e 25 famílias, quanto ao espaçamento 4m x 4m, este mostrou em menor riqueza, com 32 espécies e 19 famílias.

Em geral, as famílias que apresentaram mais espécies foram Asteraceae com 6 espécies, Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae e Rubiaceae com 5 espécies cada (Tabela 17).

Numa área degradada pela mineração em Brás Pires (MG), Martins et al. (2008) encontraram na composição florística do banco de sementes sob a vegetação secundária, 36 espécies pertencentes a 17 famílias, das quais Asteraceae, Rubiaceae e Poaceae mostraram maior riqueza em espécies, o que assemelha-se com os resultados deste estudo.

Tabela 17 - Relação das espécies germinadas do banco de sementes do solo de *Sclerolobium paniculatum* Vogel plantados em diferentes espaçamentos, Fazenda Gênese, Dom Eliseu (PA).

FAMÍLIA/Espécie	Forma de vida	Espaçamentos (m x m)		
		4x2	4x3	4x4
ASTERACEAE				
<i>Bidens cynapiifolia</i> Kunth	Erva	X	X	X
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Erva	X	X	X
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	Erva	X	X	

Continua

Tabela 17 - continuação

FAMÍLIA/Espécie	Forma de vida	Espaçamento (m x m)		
		4 x 2	4 x 3	4 x 4
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Não identificado	X		
<i>Rolandra fruticosa</i> (L.) Kuntze	Não identificado			X
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	Subarbusto		X	
CANNABACEAE				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbusto, Árvore	X		X
CLEOMACEAE				
<i>Hemiscola aculeata</i> (L.) Raf.	Erva		X	
CYPERACEAE				
<i>Cyperus laxus</i> Lam.	Erva	X	X	X
<i>Rhynchospora ciliata</i> (Vahl) Kük.	Erva	X	X	X
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	Erva	X	X	X
<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	Erva	X	X	X
EUPHORBIACEAE				
<i>Acalypha arvensis</i> Poepp.	Arbusto	X	X	X
<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	Erva	X		
<i>Croton grandivelum</i> Baill.	Erva		X	
<i>Croton matourensis</i> Aubl.	Árvore	X	X	X
<i>Croton trinitatis</i> Millsp.	Erva	X		
FABACEAE				
<i>Chamaecrista riparia</i> (Kunth) Britton	Erva	X	X	X
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Subarbusto	X	X	X
<i>Mimosa dormiens</i> Humb. & Bonpl. ex Wild.	Erva	X		
<i>Mimosa pudica</i> L.	Erva, Subarbusto	X	X	X
<i>Vigna linearis</i> (Kunth) Maréchal, Mascherpa & Stainier	Liana			X
GENTIANACEAE				
<i>Chelonanthus chelonoides</i> Gilg	Subarbusto		X	
HYPERICACEAE				
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Arbusto	X	X	X
LACISTEMATACEAE				
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Arbusto	X	X	X
LAMIACEAE				
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Erva	X	X	X
LINDERNIACEAE				
<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell.	Erva	X	X	X
<i>Lindernia difusa</i> (L.) Wettst.	Não identificado		X	
LOGANIACEAE				
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Erva	X	X	
LYGODIACEAE				
<i>Lygodium venustum</i> SW.	Não identificado	X		
MALVACEAE				

Continua

Tabela 17 - conclusão

FAMÍLIA/Espécie	Forma de vida	Espaçamento (m x m)		
		4 x 2	4 x 3	4 x 4
<i>Melochia hirsuta</i> Cav.	Erva	X		
<i>Urena lobata</i> L.	Erva		X	
OCHNACEAE				
<i>Sauvagesia erecta</i> Aubl.	Erva	X	X	
PASSIFLORACEAE				
<i>Passiflora poeppigii</i> Mast.	Liana	X	X	X
PHYLLANTHACEAE				
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Erva	X	X	X
<i>Phyllanthus orbiculatus</i> Rich.	Erva		X	
<i>Phyllanthus urinaria</i> L.	Erva	X		X
PHYTOLACCACEAE				
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & Bouché	Erva, Subarbusto	X	X	X
PLANTAGINACEAE				
<i>Scoparia dulcis</i>	Erva, Subarbusto	X	X	X
POACEAE				
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Erva	X		
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Erva		X	
<i>Panicum pilosum</i> SW.	Erva	X	X	X
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Erva	X	X	X
<i>Steinchisma laxum</i> (SW.) Zuloaga	Erva	X	X	X
POLYGALACEAE				
<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J.F.B. Pastore & J.R. Abbott	Erva		X	
RUBIACEAE				
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl.) K. Schum.	Erva, Subarbusto	X	X	X
<i>Borreria Suaveolens</i> G. Mey.	Erva		X	
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	Erva, Subarbusto	X	X	X
<i>Borreria ocymifolia</i> (Wild. ex Roem. & Schult.) Bacigalupo & E.L. Cabral	Erva, Subarbusto		X	
<i>Galianthe laxa</i> (Cham. & Schldl.) E.L. Cabral	Erva		X	
RUTACEAE				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Árvore	X	X	X
SALICACEAE				
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Arbusto, Árvore		X	
SOLANACEAE				
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Arbusto		X	
<i>Solanum crinitum</i> Lam.	Arbusto	X		
<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	Arbusto	X	X	X
URTICACEAE				
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Árvores	X	X	X
VERBENACEAE				
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Erva, Arbusto	X	X	X

Fonte: Da autora.

As espécies que apresentaram maior densidade relativa em toda área estudada para os quatro meses de avaliação foram *Cyperus laxus* (30,7%), *Panicum pilosum* (20%), *Paspalum conjugatum* (12,8%) e *Borreria verticillata* (7,4%). As três primeiras espécies são consideradas em sua forma de vida como herbáceas, apenas *Borreria verticillata* é um subarbusto.

As herbáceas também foram predominantes nos estudos de Martins et al. (2008) e na caracterização do banco de sementes do solo avaliados por Araujo et al. (2004) em fragmento de Floresta Estacional Decidual ripária, Cachoeira do sul (RS).

Baider et al. (1999) observaram 66 morfotipos herbáceos constituído por famílias ricas em espécies pioneiras no banco de sementes de uma Floresta Atlântica Montana (SP) próximas a florestas em regeneração. Garwood (1989) também constatou maior abundância de espécies herbáceas, variando entre 25% a 90% do total de espécies encontradas em ambientes alterados de várias regiões tropicais.

O banco de sementes de florestas fragmentadas e próximas de áreas de pastagens e áreas agrícolas é comum apresentarem dominância das espécies herbáceas (HOPKINS; TRACEY; GRAHAM, 1990). Araujo et al. (2004) complementam que as herbáceas apesar de serem geralmente vistas como invasoras, atuam no primeiro estágio de colonização do ambiente alterado, sendo fundamentais no processo de regeneração.

As herbáceas podem servir como indicador da qualidade ambiental, devido à capacidade de adaptar e desenvolver em ambientes alterados, proporciona condições a outras espécies transformando estes ambientes em áreas ricas de diversidade, portanto, desempenha um importante papel ecológico na restauração de uma floresta (COSTA et al., 2013).

As espécies que apresentaram maior densidade absoluta e densidade relativa para cada tratamento foram:

Panicum Pilosum (1327 indivíduos/ha, 30,7%), *Cyperus laxus* (657 indivíduos/ha, 15,2%), *Borreria verticillata* (577 indivíduos/ha, 13,3%) e *Paspalum conjugatum* (443 indivíduos/ha, 10,3%) no espaçamento 4m x 2m;

Cyperus laxus (1462 indivíduos por ha, 42,2%), *Panicum pilosum* (513 indivíduos por ha, 14,8%) e *Paspalum conjugatum* (415 indivíduos por ha, 12%) no espaçamento 4m x 3m;

Cyperus laxus (1153 indivíduos por ha, 40,2%), *Paspalum conjugatum* (502 indivíduos por ha, 17,5%) e *Panicum pilosum* (297 indivíduos por ha, 10,3%) no espaçamento 4m x 4m.

Em cada tratamento as espécies que ocorreram de maneira uniforme na distribuição horizontal das parcelas foram:

No espaçamento 4m x 2m as espécies *Acalypha arvensis*, *Borreria latifolia*, *Borreria verticillata*, *Cecropia obtusa*, *Cyperus laxus*, *Rhynchospora ciliata*, *Fimbristylis miliaceae*, *Lindernia crustacea*, *Panicum pilosum*, *Paspalum conjugatum*, *Phyllanthus niruri*, *Scleria gaertneri*, *Stachytarpheta cayennensis* e *Vismia guianensis* apresentaram 100% de frequência absoluta e 3,9% de frequência relativa;

No espaçamento 4m x 3m, todas as espécies exceto *Scleria gaertneri*, *Stachytarpheta cayennensis* e *Vismia guianensis* do espaçamento 4m x 2m obtiveram 100% de frequência absoluta e 3,7% de frequência relativa além das espécies *Chamaecrista riparia*, *Lacistema pubescens*, *Solanum subinerme* e *Steinchisma laxum*;

O espaçamento 4m x 4m apresentou todas as espécies do espaçamento 4m x 2m exceto *Acalypha arvensis*, *Scleria gaertneri* e *Stachytarpheta cayennensis* e mais as quatro espécies que apresentaram apenas no espaçamento 4m x 3m com 100% de frequência absoluta e 4,6% de frequência relativa.

As plântulas foram identificadas num período de quatro meses e as espécies que emergiram mensalmente foram:

No espaçamento 4m x 2m as espécies *Chamaecrista riparia*, *Stachytarpheta cayennensis* e todas as outras de ocorrência no espaçamento 4m x 3m, *Borreria latifolia*, *Borreria verticillata*, *Cecropia obtusa*, *Cyperus laxus*, *Rhynchospora ciliata*, *Lacistema pubescens*, *Panicum pilosum*, *Paspalum conjugatum*, *Phyllanthus niruri*, *Scleria gaertneri* e *Solanum subinerme* apresentaram 100% de frequência absoluta e 4,2% de frequência relativa.

No espaçamento 4m x 4m as espécies que ocorreram com 100% de frequência absoluta e 5,2% de frequência relativa foram *Borreria latifolia*, *Borreria verticillata*, *Cyperus laxus*, *Fimbristylis miliaceae*, *Lacistema pubescens*, *Lindernia crustacea*, *Panicum pilosum*, *Paspalum conjugatum*, *Phytolacca rivinoides* e *Solanum subinerme*.

Através do índice de Sørensen verificou-se que existe uma alta similaridade na composição florística entre os espaçamentos (Tabela 18). A similaridade entre os

espaçamentos 4m x 2m e 4m x 4m foi maior do que a similaridade entre os espaçamentos 4m x 3m com o 4m x 2m e com o 4m x 4m.

Tabela 18 - Índice de Similaridade de Sørensen do banco de sementes do solo entre os espaçamentos.

Espaçamento (m x m)	4 x 3	4 x 4
4 x 2	0,721	0,822
4 x 3		0,727

Fonte: Da autora.

Os valores obtidos estão entre 0,721 a 0,822, esta alta similaridade indica que existem várias espécies comuns entre os espaçamentos.

Resultados semelhantes foi observado por Machado et al. (2013) que obtiveram valores de similaridade florística de 0,810 na estação seca e de 0,941 na estação chuvosa entre dois ambientes degradados no Cerrado Campestre. Tais resultados são explicados pelos autores pelo fato das áreas estarem localizadas próximas e por causa da semelhança histórica de degradação. Esta conclusão também pode justificar a alta similaridade entre os três espaçamentos observados neste trabalho.

A composição florística do banco de sementes de cada espaçamento foi comparada com a composição florística da regeneração natural entre os mesmos espaçamentos. O índice de similaridade de Sørensen constatou valores muito baixos variando de 0,04 entre os espaçamentos 4m x 4m chegando a no máximo 0,11 entre os espaçamentos 4m x 3m (Tabela 19). Estes valores baixos indicam que a maioria das espécies germinadas nos três espaçamentos do banco de sementes não foram comuns com as espécies apresentadas na regeneração natural.

Tabela 19 - Índice de Similaridade de Sørensen entre o banco de sementes do solo com a regeneração natural.

Banco de sementes & Regeneração natural	
Espaçamentos	Similaridade
4m x 2m & 4m x 2m	0,09
4m x 3m & 4m x 3m	0,11
4m x 4m & 4m x 4m	0,04

Fonte: Da autora.

Entre as 125 espécies da regeneração natural quando comparadas com as 57 espécies do banco de sementes do solo constatou-se que apenas 7 são comuns.

As espécies em comum entre os espaçamentos 4m x 2m foram: *Borreria latifolia*, *Cecropia obtusa*, *Panicum pilosum*, *Solanum subinerme*, *Vismia guianensis* e *Zanthoxylum rhoifolium*.

Entre os espaçamentos 4m x 3m apresentou em comum as mesmas espécies entre os espaçamentos 4m x 2m exceto *Solanum Subinerme* e incluindo *Tilesia baccata*.

Nos espaçamentos 4m x 4m as espécies *Vismia guianensis* e *Zanthoxylum rhoifolium* foram comuns.

Scherer e Jarenkow (2006) também constataram valores baixos de similaridade entre a vegetação já estabelecida na área com as espécies identificadas no banco de sementes do solo, com valores de 0,19 no banco de sementes coletado em setembro/2002 e de 0,18 no banco de sementes coletado em março/2003, resultados obtidos em um estudo localizado em uma floresta estacional no Rio Grande do Sul.

O banco de sementes do solo é composto principalmente por espécies pioneiras que apresentam dispersão a longa distância, sendo assim, geralmente não são encontradas na vegetação local (GARWOOD, 1989; MARTINS, 2013). Baider et al. (1999) apoiam a hipótese de que o banco de sementes contribui para a regeneração de uma floresta após um distúrbio, possibilitando um estabelecimento inicial de espécies pioneiras pertencentes a grupos ecológicos.

As espécies pioneiras não encontram boas condições à germinação e ao estabelecimento em áreas que apresentam cobertura vegetal com bom sombreamento, a não ser que aconteçam alterações. As áreas alteradas favorecem a colonização destas espécies que fertilizam os solos e abrigam os dispersores de sementes, além de proporcionar estabelecimentos para outras espécies. Todavia, o banco de sementes é um indicador importante na recuperação da floresta (BAIDER et al. 1999; MARTINS, 2013).

A distribuição dos indivíduos das espécies existentes no banco de sementes do solo de cada espaçamento foram analisados através do índice de diversidade de Shannon. A amplitude dos valores do índice foi de 2,331 no espaçamento 4m x 2m a 2,152 no espaçamento 4m x 4m (Tabela 20).

Tabela 20 - Índice de diversidade de Shannon do banco de sementes para cada tratamento.

Espaçamentos (m x m)	4 x 2	4 x 3	4 x 4
Índice de diversidade de Shannon (H')	2,331	2,166	2,152

Fonte: Da autora.

A análise de variância da diversidade obtida pelo índice de Shannon entre os três espaçamentos não foi significativa, com valores de $F = 0,483$ e $p = 0,618$, isto indica que não houve diferença na diversidade florística entre os três tratamentos (Tabela 21).

Tabela 21 - Análise de variância para o Índice de diversidade de Shannon do banco de sementes entre os tratamentos.

Fonte	Soma dos quadrados	GL	Quadrados médios	F	p > F
Entre grupos	0,007	2	0,003	0,483	0,618
Com grupos	0,816	115	0,007		
Total	0,823	117			

Nível de significância a 5%.

Fonte: Da autora.

A diversidade de espécies analisada nos três espaçamentos foi superior aos valores verificados por Pereira et al. (2010), com índice de diversidade de Shannon de 1,099 no Ambiente I (perturbado) e 0,613 no Ambiente II (degradado), ambos da mata ciliar situada na bacia hidrográfica do rio Capivari, Itumirim (MG).

Machado et al. (2013) também averiguaram índices de diversidade menores nas análises de dois ambientes degradados, com valores de 1,883 e 1,830, porém ao comparar com o valor do ambiente conservado ($H' = 2,337$), este assemelha-se ao deste estudo. Deste modo, nota-se que o banco de sementes do solo sob o plantio de *Sclerolobium paniculatum* Vogel no espaçamento mais adensado (4m x 2m), obteve praticamente o mesmo índice de diversidade florística da área conservada no Cerrado Campestre avaliada pelo autor.

A diversidade de espécies do banco de sementes deste trabalho analisados em três espaçamentos de plantio de *Sclerolobium paniculatum* obteve maior diversidade quando comparados com ambientes degradados.

8.5 Conclusões

As plantas herbáceas foram as que predominaram no banco de sementes do solo no plantio de *Sclerolobium paniculatum*, esta tipologia de plantas caracteriza-se de ambientes perturbados e próximos a áreas agrícolas e de pastagens.

A distância entre as árvores plantadas não influenciou na quantidade de espécies comuns no banco de sementes entre os diferentes espaçamentos. As áreas estudadas têm a mesma procedência de degradação e estão localizadas perto uma das outras e próximas a pastagens, áreas agrícolas e fragmentos florestais, estes fatores serviram como fonte de sementes para a colonização fazendo com que as áreas apresentassem alta similaridade.

A comparação da similaridade entre os espaçamentos do banco de sementes do solo com a regeneração natural apresentou índice de Sørensen muito baixo, significando que a maioria das espécies não foram comuns em ambos os indicadores ambientais.

A diversidade de espécies avaliada através do índice de Shannon não apresentou estatisticamente diferença significativa entre os três espaçamentos.

9 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS.

As variáveis de crescimento da espécie *Sclerolobium paniculatum* avaliadas com 7 anos e meio de idade, estatisticamente não apresentaram diferença de crescimento em altura e diâmetro entre os três espaçamentos de plantio. Portanto, com a intenção de recuperar áreas de Reserva Legal, este trabalho apresenta três espaçamentos diferentes que podem ser escolhidos para o plantio. Para um projeto que demande menores somas de recursos financeiros, o espaçamento 4m x 4m seria o indicado por apresentar a maior taxa de sobrevivência dos indivíduos e menor quantidade de mudas necessárias para o plantio.

A regeneração natural sob o plantio com a leguminosa arbórea foi satisfatório por ter apresentado na área uma grande riqueza de espécies em apenas três anos e meio, além de ter apresentado uma alta diversidade e similaridade de espécies na composição florística nos três espaçamentos. Nesse aspecto, conclui-se que os três espaçamentos podem ser usados para plantios.

O fato de que tenha ocorrido baixa similaridade entre a composição florística do banco de sementes no solo e a da regeneração do sub-bosque significa que as espécies presentes possam estar chegando de fontes externas de sementes. Nesse sentido, para associar a técnica de recuperação de reserva legal a partir de plantio homogêneo de tachi-branco é necessário a existência de matrizes fornecedoras de sementes nas circunvizinhanças do plantio.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, A. L. de. **Regeneração natural de espécies arbóreas de floresta ombrófila densa em Sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. e *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* e estudo alelopático na Zona da Mata Sul de Pernambuco.** 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- ALENCAR, A. L. de. et al. Regeneração Natural Avançada de Espécies Arbóreas Nativas no Sub-Bosque de Povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith., na Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 183-192, abr./jun. 2011.
- AQUINO, R. N. A. **Utilização de espécies vegetais na recuperação de solo sob área degradada Manaus-AM.** 2011. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.
- ARAUJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 128-141, dez. 2004.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M; MANTOVANI, W. O banco de sementes de um trecho de floresta Atlântica Montana (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo. v. 59, n. 2, p. 319-328, 1999.
- BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba. v. 1, n. 3, 16p., 1980.
- BOTOSO, P. C.; VETTER, R. E. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de floresta de terra firme (Amazônia). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 163-180, 1991.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: Novembro, 2013.
- BRASIL. Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de Julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm> Acesso em: Outubro, 2013.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28, de Maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: Dezembro, 2013.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Coordenação da Amazônia; Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Bases Técnicas para a Estruturação do Programa de “Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia”**. Belém, 2001. 52p.

BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Recuperação de áreas degradadas com base em Sistema de produção florestal energético-madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, p. 197-219, jul./dez. 2008.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: WmC Publishers, 1984. 226 p.

CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.) **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 183-196.

CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a Reabilitação de Ecossistemas Florestais. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Eds.). **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27-46.

CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, 1983. 10 p. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).

CARVALHO, P. E. R. Técnicas de Recuperação e Manejo de Áreas Degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. p. 251-268.

CARVALHO, P. E. R. **Taxi-Branco**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 11 p. CD-ROM. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 111).

CASTRO, W. V. de. et al. **Comportamento silvicultural de *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) no cerrado amapaense**. Macapá: EMBRAPA-UEPAE de Macapá, 1990. 4 p. (EMBRAPA-UEPAE de Macapá. Comunicado técnico, 7).

CASTRO, A. W. V. de; FARIAS NETO, J. T. de; CAVALCANTE, E. da S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Acta Amazônia**, Manaus, v.28, n.2, p.141-146, 1998.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L.** 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

COSTA, L. G. S.; PINA-RODRIGUES, F. C. M. **Viabilidade técnica da recuperação de áreas degradadas**. Belém: FCAP, 1996. 26p.

COSTA, R. C.; MITJA, D.; LEAL FILHO, N. Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia Central. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 115-125, abr/jun. 2013.

CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. An upland forest continuum in the prairie – Forest border region of Wisconsin. **Ecology**, v.32, p.476-96, 1951.

CURY, R. T. S.; CARVALHO JÚNIOR, O. **Manual para restauração florestal: florestas de transição**. Belém: IPAM, 2011. 43p. (Série boas práticas, v. 5).

DALLING, J. W.; SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. C. Effect of soil depth on seedling emergence in tropical soil seed-bank investigations. **Functional Ecology**, v. 9, p. 119-121, 1994.

DIAS, D. P. **Fotossíntese e crescimento em diâmetro de árvores em função da temperatura e da precipitação numa floresta primária de terra-firme na Amazônia Central**. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) INPA/UFAM, Manaus, 2009.

DIAS, L. E.; BRIENZA JUNIOR, S.; PEREIRA, C. A. Taxi-branco (*Scherolobium paniculatum* Vogel): Uma leguminosa arbórea nativa da Amazônia com potencial para recuperação de áreas degradadas. In: Kanashiro, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris, France: UNESCO, 1995a. p. 148-153.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.) **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-9.

DIAS, L. E. et al. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação de solos degradados: um modelo tecnológico utilizado em Porto Trombetas-Pará. In: KANASHIRO, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris, France: UNESCO, 1995b. p. 224-229.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. **Manual agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996. 228p.

FEARNSIDE, P. M. Efeitos do uso da terra e manejo florestal no ciclo de carbono na Amazônia brasileira. In: FLEISCHFRESSER, V. (Org.). **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia**. Brasília, DF: MMA, v.1, p. 173-196, 2001.

FERREIRA, C. A.; GALVÃO, A. P. M. Importância da Atividade Florestal no Brasil. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. p.15-18.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; MOTTA, M. S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. E *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p. 24-31, 2004.

FERREIRA, W. C. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.117-185, 2007.

FIRJAN, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – Sistema FIRJAN. **Manual de indicadores ambientais**. Rio de Janeiro: DIM/GTM, 2008. 20p.

FONSECA, M. S.; SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 19-29, 2004.

FRANCO, A. A. et al. **Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração em Porto Trombetas, PA**. Itaguaí: EMBRAPA-CNPAB, 1996. 71p. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 27).

FREITAS, G. A. et al. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.3, p. 5-12, Aug. 2012.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, T.; SIMPSON, R. L. **Ecology soil seed bank**. San Diego: Academic Press, p. 149-209. 1989.

HOPKINS, M. S.; TRACEY, J. G.; GRAHAM, A. W. The size and composition of soil seed banks in remnant patches of three structural rainforest types in North Queensland, Australia. **Australian Journal of Ecology**, v. 15, n. 1, p. 43-50, 1990.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Plano Estadual de fomento florestal do IEF/MG**. Belo Horizonte, 2012. 272p.

JANKOWSKY, I. P.; GALVÃO, A. P. M. Principais usos da madeira em reflorestamento. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2000. p.57-70.

KANIESKI, M. R. et al. Influência da Precipitação e da Temperatura no Incremento Diamétrico de Espécies Florestais Aluviais em Araucária – PR. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 17-25, jan./mar. 2012.

LAL, R. Soil carbono sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, n. 34, p. 1623-1627, 2004.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario: “El caimital”, Estado Barinas. **Ver. For. Venezolana**, v. 7, n. 10-11, p. 77-119, 1964.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LEAL FILHO, N. **Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na zona da mata de Minas Gerais**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1992.

LECK, M. A.; PARKER, V. T; SIMPSON, R. L. **Ecology of Soil Seed Banks**. London: Academic Press, 1989. 462p.

LEEUWEN, J. V. et al. Desenvolvimento de tecnologia agroflorestal com pequenos produtores na Amazônia central – Pesquisa em andamento. In: KANASHIRO, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris, France: UNESCO, 1995. p. 185-187.

LEITE, F. P. et al. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.3, p.313-321, 1997.

LIMA, R. M. B. de. **Crescimento do *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

LONGHI, S. J. et al. Composição Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de mudas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1992. v. 1, 352p.

MACEDO, M. N. et al. Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, USA, v. 368, n. 1619, June 2013.

MACHADO, S. A. do et al. Efeito de Variáveis Climáticas no Crescimento Mensal de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* em Fase Juvenil. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 170-181, 2014.

MACHADO, V. M. et al. Avaliação do Banco de Sementes de uma área em processo de recuperação em Cerrado Campestre. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira**. 1º ed. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. São Paulo: Editora da UNICAMP, 1991. 246p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2013. 270p.

MARTINS, S. V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de Caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1081-1088, 2008.

- MEDRADO, M. J. S. et al. **Potencial florestal na conservação dos recursos naturais.** Documentos 212. Colombo: Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2011. 53p.
- MIOTTO, S. T. S. Forrageiras – Fabaceae. In: CORDADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Eds.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o future – Região Sul.** Brasília: MMA, 2011. p. 355-400.
- MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A. L. de; MELÉM JÚNIOR, N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 3-20, jan./jun. 2006.
- MONTAGNER, L. H.; YARED, J. A. G. **Aspectos da fenologia de *Cordia goeldiana* Huber e suas relações com alguns parâmetros climáticos.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1983. 18p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 54).
- MONTEIRO NETO, A. Impactos do crescimento econômico no desmatamento da Amazônia. In: FLEISCHFRESSER, V. (Org.). **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia.** Brasília: MMA, 2001. v.1, p. 173-196.
- NEPSTAD, D.C. et al. Biotics impoverishment of Amazon forest by rubber tappers, loggers and cattle ranchers. **Advances in Economic Botany**, New York, v. 9, p. 1-14, 1992.
- NUTTO, L.; WATZLAWICK, L. F. Relações entre Fatores Climáticos e Incremento em Diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. E *Zanthoxylum hyemale* St. Hil. Na Região de Santa Maria, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 45, p. 41-55, jul./dez. 2002.
- OLIVEIRA, P. C. de; CARVALHO, C. J. R. de; SÁ, T. A. Árvores prestadoras de serviços ecológicos na Amazônia Brasileira. **Universitas Scientiarum**, v. 15, n. 3, p. 265-277, Set. 2010.
- PACCAGNELLA, L. H.; SENÔ, M. A. A. F. Normas jurídicas relativas a área de preservação permanente e reserva florestal legal. In: VALERI, S. V. et al. **Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais.** Jaboticabal: FUNEP, 2003. p. 2-13.
- PARÁ, Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Estatística municipal: Dom Eliseu.** Pará, 2013. 53p.
- PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L.; LECK, M. A. Pattern and process in the dynamics of seed banks. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of soil seed banks.** London: Academic Press, 1989. p. 367-384.
- PAULESKI, D. T. **Influência do espaçamento sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L.** 196f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010.
- PEARSON, K. **The grammar of Science.** London, J. M. Dentand Company. 1982

PEREIRA, I. M.; ALVARENGA, A. P.; BOTELHO, S. A. Banco de sementes do solo, como subsídio à recomposição de mata ciliar. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 40, n.4, p. 721-730, out./dez. 2010.

PIELOU, E. R. **An introduction to mathematical ecology**. New York: Wiley Interscience, 1969. 286 p.

PILLON, C. N.; MIURA, A. K.; ALBA, J. M. F. Agricultura no contexto da recuperação de áreas mineradas. In: ALBA, J. M. F. (Ed.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 31-46.

QUANZ, B. **Banco de sementes do solo de uma Floresta de Terra Firme na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA, aos 13 meses após exploração de impacto reduzido**. 66 f. Dissertação (Dissertação em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

RAYOL, B. P.; ALVINO-RAYOL, F. de O.; SILVA, M. F. F. da. Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária, no município de Bragança, nordeste do estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 107-114, 2011.

RAYOL, B. P.; SILVA, M. F. F. da; ALVINO, F. de O. Dinâmica da Regeneração Natural de Florestal Secundárias no Município de Capitão Poço, Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 2, n. 3, p. 93-109, jul.-dez. 2006.

ROBERTS, H. A. Seed banks in the soil. **Advances in Applied Biology**, Cambridge, Academic Press, 1981. v. 6, 55p.

SÁNCHEZ, P. A. et al. Alternativas sustentáveis à agricultura migratória e a recuperação de áreas degradadas nos trópicos úmidos. In: Kanashiro, M.; PARROTA, J. A. (eds). **Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia**. Paris, France: UNESCO, 1995. p. 1-13.

SCHERER, C.; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 29, n. 1, p. 67-77, jan./mar. 2006.

SER. Society for Ecological Restoration. 2004. Science & Policy Working Group. **The SER international primer on ecological restoration**. Disponível em: <http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp> Acesso em: Outubro, 2013.

SIMPSON, R. L.; LECK, M. A.; PARKER, V. T. Seed banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic press, 1989. p. 3-8.

SIQUEIRA, J. O. et al. Micorrizas e a degradação do solo: Caracterização, efeitos e ação recuperadora. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REIHCERT, J. M. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.5. p. 219-306.

SKORUPA, L. A. Preservação e conservação. In: HAMMES, V. S. (ed.) **Ver: percepção do diagnóstico ambiental**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2012a. p. 125-127.

SKORUPA, L. A. Serviços ambientais prestados pela cobertura vegetal. In: HAMMES, V. S. (ed.) **Ver: percepção do diagnóstico ambiental**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2012b. p. 129-132.

SOUSA, V. G. de. **Comportamento silvicultural e dinâmica de serapilheira em plantios de duas espécies florestais na Amazônia oriental brasileira**. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2011.

SOUZA, C. R. de. et al. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 23p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 34).

TOMASELLI, I. et al. Caracterização da madeira de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), para energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 6-7, p. 33-44, jun./dez. 1983.

VIEIRA, D. C. M.; **Chuva de sementes, Banco de sementes, e Regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemápolis (SP)**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIEIRA, I. C. G. et al. **Bases técnicas e referências para o programa de restauração florestal do Pará: um bilhão de árvores para a Amazônia**. Belém: IDESP, 2009. n.2, 103p.

VIEIRA, I. C. G. et al. A importância de áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: FERREIRA, E. J., et al. (ed.). **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Manaus: INPA, 1993. v. 2. p. 43-53.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no Planalto do Tapajós**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1988. 29p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 49).

APÊNDICE

APÊNDICE A – DADOS DAS ANÁLISES ESTATÍSTICA

Tabela 1A – Média dos quadrados mínimos para efeito da variável altura dos espaçamentos.

Média dos quadrados mínimos para efeito do espaçamento			
P > t para H0: Média (i) = Média (j)			
Variável dependente: H			
i/j	4m x 2m	4m x 3m	4m x 4m
4m x 2m		0.0968	0.0229
4m x 3m	0.0968		0.7649
4m x 4m	0.0229	0.7649	

Tabela 2A – Médias dos quadrados mínimos para efeito do DAP dos espaçamentos.

Média dos quadrados mínimos para efeito do espaçamento			
P > t para H0: Média (i) = Média (j)			
Variável dependente: DAP			
i/j	4m x 2m	4m x 3m	4m x 4m
4m x 2m		0.0489	0.0783
4m x 3m	0.0489		0.9997
4m x 4m	0.0783	0.9997	

Tabela 3A – Probabilidades de respostas (Sobrevivência).

Espaçamentos	Viva	Morta
4m x 2m	0.51786	0.48214
4m x 3m	0.62500	0.37500
4m x 4m	0.78333	0.21667