



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ANA CLÁUDIA VALE DO NASCIMENTO**

**POTENCIAL DA SERAPILHEIRA NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS  
NA ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BAUXITA, PARAGOMINAS-PA.**

**BELÉM**

**2014**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ANA CLÁUDIA VALE DO NASCIMENTO**

**POTENCIAL DA SERAPILHEIRA NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS  
NA ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BAUXITA, PARAGOMINAS-PA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Silvicultura e Manejo Florestal, para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador: Dr<sup>o</sup> Paulo Luiz Contente de Barros

**BELÉM**  
**2014**

---

Nascimento, Ana Cláudia Vale do

Potencial da serapilheira na emergência e crescimento de plântulas na área de exploração de bauxita, Paragominas-PA. / Ana Cláudia Vale do Nascimento. - Belém, 2014.

69 f.:Il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014.

1. Restauração florestal 2. Mineração – bauxita – degradação 3. Serapilheira - reflorestamento 4. Área degradada 5. Nucleação I.  
Título

---

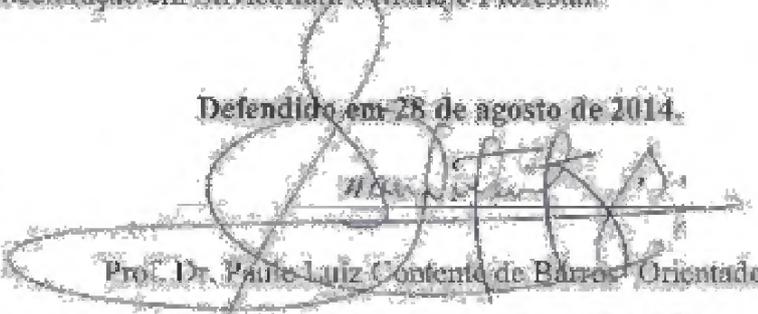
CDD – 634.956

ANA CLÁUDIA VALE DO NASCIMENTO

POTENCIAL DA SERAPILHEIRA NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE  
PLÂNTULAS NA ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BAUXITA, PARAGOMINAS-PA.

Dissertação apresentada ao Curso de Ciências Florestais da Universidade Federal Rural  
da Amazônia como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais,  
área de concentração em Silvicultura e Manejo Florestal.

Defendido em 28 de agosto de 2014.

  
Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros - Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Marcia Orie de Sousa Hamada - 1ª examinadora

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARA

  
Prof. Dr. Rodrigo Silva de Vale - 2ª Examinador

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

  
Prof. Dr. Graziella Costa Pereira - 3ª Examinadora

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

A **DEUS**, minha fonte de luz, razão e direção.

## **OFEREÇO**

Aos meus Pais Rosângela Maria Matos do Vale (In memorian) e Antônio Carlos Duarte do Nascimento (In memorian) e ao meu avô Antônio Ferreira do Nascimento (in memorian), que sempre foram a base de minha vida.

## **MEU RECONHECIMENTO E MINHA GRATIDÃO**

Ao meu marido Mário José Martins Junior e a minha avó Aldenora Duarte (lorica), pelo companheirismo, força e compreensão, dispensados ao longo deste trabalho.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que foi minha fortaleza durante toda essa longa e difícil jornada;

A minha família principalmente aos meus irmãos Antônio Carlos Vale do Nascimento e Anderson Carlos Vale do Nascimento pelo incentivo e compreensão dispensados ao longo do caminho;

Ao meu marido e grande amor Mário José Martins Junior, que em todos os momentos, me incentivou e acreditou na conclusão deste sonho.

Ao Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros pelos ensinamentos, orientação, amizade e confiança, fatores determinantes para a execução deste trabalho;

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gracialda Costa Ferreira pelos ensinamentos, orientação, amizade e confiança, fatores determinantes para a execução deste trabalho;

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA pelo apoio institucional e pela oportunidade que me deu para ampliar meu conhecimento científico;

À empresa Mineração Paragominas S.A e ao Grupo Hydro por disponibilizar a área de estudo e ao apoio logístico dado para a coleta de dados.

À Coordenadoria do curso de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pelo apoio a mim dispensado. Em especial a secretária Milena por sua dedicação e amabilidade oferecida a minha pessoa.

Aos identificadores João (cabeça) e Tatu, pela ajuda e presteza ao realizar as coletas de dados no campo.

Ao Sr. Manoel por ter feito a identificação de minhas espécies com toda dedicação e boa vontade, sem ao menos me conhecer.

Aos professores e funcionários do Instituto de Ciências Agrárias, em especial aos amigos e colegas do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, que compartilharam momentos de alegria e dificuldades vividos ao longo do curso, em especial Bruna Nayara, Andreza Clícia, Paulo André, Adriano, Kelly, Suany, Nere Leila, pelo apoio e amizade;

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. **Muito Obrigada!**

Há um prazer nas florestas desconhecidas;  
Um entusiasmo na costa solitária;  
Uma sociedade onde ninguém penetra;  
Pelo mar profundo e música em seu rugir;  
Amo não menos o homem, mas mais a natureza...  
**Lord Byron**

<b>SUMÁRIO</b>	
<b>RESUMO</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. HIPÓTESES</b> .....	<b>13</b>
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
4.1 PRECEITO LEGAL DA ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO MINERAL:.....	13
4.2 IMPORTÂNCIA, EXTRAÇÃO E IMPACTOS CAUSADOS PELA EXPLORAÇÃO DABAUXITA.....	14
4.3 RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO .....	16
4.4 TÉCNICA DE TRANSPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA .....	17
4.5 APLICABILIDADE DA CURVA-ESPÉCIE ÁREA .....	18
4.6 IMPORTÂNCIA DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL .....	19
4.7 IMPORTÂNCIA DA ECOLOGIA DAS ESPÉCIES NO PROCESSO DE NUCLEAÇÃO VIA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DEGRADADAS .....	20
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS .....	22
<b>5.1.1 Histórico de Paragominas</b> .....	22
<b>5.1.2 Caracterização bioedafoclimáticas de Paragominas</b> .....	23
5.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO .....	23
<b>5.2.1 Localização geográfica.</b> .....	23
<b>5.2.2 Histórico da área de estudo (Platô Miltônia 3)</b> .....	24
<b>5.2.3 Caracterização bioedafoclimática da área de estudo (Platô Miltônia 3)</b> .....	25
<b>5.2.4 Precipitação mensal que ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2013, no platô Miltônia 3</b> .....	25
<b>5.2.5 Caracterização das condições do solo na área do Platô Miltônia 3, no mês de implantação das parcelas.</b> .....	27
5.3 COLETA DE DADOS.....	28
<b>5.3.2 Coletas de solos</b> .....	31
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>32</b>
6.3 RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA .....	32

6.2 AVALIAÇÕES FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DA ÁREA DO FRAGMENTO DE FLORESTA PRIMÁRIA.....	34
6.2.2 Estrutura .....	38
6.2 AVALIAÇÃO FLORÍSTICA NA ÁREA DO EXPERIMENTO .....	41
6.2.1 Florística .....	41
6.2.3 Comparação das médias nos tratamentos experimentais .....	50
7.CONCLUSÃO.....	57
8. REFERÊNCIAS .....	58
APÊNDICE .....	67

## RESUMO

A exploração de minérios é de grande importância para economia mundial e do Brasil. Nesse âmbito o minério de bauxita se destaca por estar presente em grandes reservas brasileiras, e contribuir para que o País ocupe importante posição nesse cenário. Todavia a exploração mineral implica em sérios danos ao meio ambiente, principalmente relacionados a alterações na paisagem e no solo, que são praticamente irreversíveis. Nesse contexto, o presente estudo avaliou o potencial da serapilheira na emergência e crescimento de plântulas na área de exploração de bauxita. Para o levantamento florístico foram instaladas 12 unidades amostrais de 20 x 50 m (1000 m<sup>2</sup>), e no delineamento experimental foram instaladas 24 amostras de 5x2 m (240 m<sup>2</sup>), localizadas no Platô Miltônia 3 da empresa Mineração Paragominas S.A, Paragominas, PA. No levantamento florístico do fragmento de floresta foram levantados os indivíduos arbóreos DAP<sub>≤</sub>10, e obtidos dados de nome vulgar, DAP e altura total, após foi feita a determinação científica das espécies. Foi averiguada também a suficiência amostral através da curva espécie área. No delineamento experimental foi aplicado blocos ao acaso com cinco tratamentos: O primeiro tratamento T1(constituído de topsoil), o segundo T2 (Topsoil com a serapilheira), T3 (Topsoil mais a serapilheira adubada com NPK), e T4 (Topsoil com serapilheira coberta por sombrite). Após a coleta para caracterizar as análises florística e estrutural do fragmento florestal e no delineamento, as espécies foram classificadas em grupos ecológicos e formas de vida. No levantamento florístico foram registrados 320 indivíduos classificados em 29 famílias, 44 gêneros e 46 espécies definidas e 4 morfoespécies, o equivalente a 41 espécies/ha, sendo 90% das espécies árvores, 8% arbustos, e 2% palmeiras, 30 % secundárias tardias, 30% pioneiras e 28 %secundárias iniciais, sendo a família Fabaceae a mais rica e Ingá Alba a espécie que apresentou o maior número de indivíduos na área. No delineamento experimental, aos três meses de avaliação foram registrados em todos os tratamentos, 656 indivíduos, distribuídos em 20 famílias, 22 gêneros e 27 espécies. Aos seis meses de avaliação foram registrados 228 indivíduos, distribuídos em 18 famílias, 18 gêneros e 20 espécies. O grupo das pioneiras aos três e seis meses de avaliação, apresentou respectivamente 71% e 73 % das espécies registradas. Nos primeiros três meses 41% das espécies eram arbustos, 32% árvores, 23% ervas e 4% lianas. Nas avaliações feitas aos seis meses 41% eram árvores, 33% arbustos, 11% ervas, 13% e 15%. Aos três meses de avaliação registrou-se 2,73 ind.m<sup>2</sup>, enquanto que aos seis meses registrou-se 0,95 ind.m<sup>2</sup>. O T4 foi o tratamento que registrou o maior número de indivíduos regenerantes (3,95 ind.m<sup>2</sup>)

Palavras- Chave: área degradada, mineração, florística, restauração, nucleação.

## ABSTRACT

The exploitation of minerals is of great importance to the world economy and Brazil. In this context the bauxite ore stands out for being present in large Brazilian reserves, and contribute to the country occupies an important position in this scenario. However mineral exploration involves serious damage to the environment, mainly related to changes in the landscape and soil, which are practically irreversible. In this context, the present study evaluated the potential of litter in the emergence and seedling growth in bauxite exploration area. For the floristic survey were installed 12 sample units of 20 x 50 m (1000 m<sup>2</sup>), and experimental design were installed 24 samples of 5x2 m (240 m<sup>2</sup>), located in the Plateau Miltonia 3 Mining company Paragominas SA, Paragominas, PA. The floristic survey of the forest fragment individual trees DAP $\leq$ 10 were raised, and obtained data common name, DAP and total height, was made after the scientific determination of the species. It was also ascertained sampling sufficiency across the bow species area. The experimental design was applied blocks with five treatments: The first T1 (consisting of topsoil), the second T2 (Topsoil with burlap), T3 (Topsoil more litter fertilized with NPK), and T4 (Topsoil covered with burlap by shading). After collection to characterize the floristic and structural analysis of forest fragment and in the design, species were classified into ecological groups and ways of life. The floristic survey were recorded 320 individuals classified into 29 families, 44 genera and 46 species defined and 4 morphospecies, equivalent to 41 species / ha, 90% of species trees, shrubs 8%, and 2% palm trees, 30% late secondary 30% and 28% pioneering early secondary, with the Fabaceae family the richest and Inga Alba the species that presented the highest number of individuals in the area. In the experiment, the three-month evaluation were recorded in all treatments, 656 individuals belonging to 20 families, 22 genera and 27 species. At six-month evaluation were recorded 228 individuals belonging to 18 families, 18 genera and 20 species. The group of pioneers at three and six month evaluation, presented respectively 71% and 73% of the recorded species. In the first quarter 41% of the species were shrubs, 32% trees, herbs 23% and 4% lianas. In the evaluations made at six months 41% were trees, shrubs 33%, 11% grass, 13% and 15%. The three-month evaluation was recorded 2.73 ind.m<sup>2</sup>, while the six months was up 0.95 ind.m<sup>2</sup>. The T4 was the treatment that recorded the highest number of regenerating individuals (3.95 ind.m<sup>2</sup>)

Key-words: degraded area, mining, flora, restoration, nucleation.

## 1. INTRODUÇÃO

A mineração é considerada um dos setores básicos da economia do mundo atual e contribui, de forma decisiva, para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações (DANTAS; FREITAS, 2014). No Brasil e no Estado do Pará, também ocupa posição de destaque no âmbito econômico e social. Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração em todo país para o período de 2014-2018 estão previstos investimentos que ultrapassam US\$ 53 bilhões no setor (IBRAM, 2014). No Pará no ano de 2011, os investimentos nesse setor ultrapassaram US\$ 10 bilhões no Estado, e contribuiu em 2013, para a geração de 271 mil empregos diretos e indiretos no Estado (IBRAM, 2014).

Em contrapartida a esses benefícios, a mineração causa impactos incalculáveis ao ecossistema florestal e ao meio ambiente em geral, o que é evidenciado principalmente pela intensa degradação da paisagem. Haja vista, retirar e movimentar intensas camadas superficiais e subsuperficiais de solo e gerar elevado volumes de rejeitos (REIS, 2006), o que implica em fortes impactos visuais, dificultando o desenvolvimento vegetal, e causando má qualidade do ar. Devido a esses graves impactos causados, no Brasil, foi elaborada a Constituição Federal de 1988, que aborda de forma específica a mineração e exige a recuperação das áreas degradada. Por meio do Decreto no 97.632, de 10 abril de 1989, é exigido o plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) para os empreendimentos que perpetrem essa atividade.

Nesses Planos de recuperação são descritas técnicas para recuperar ou para restaurar as áreas degradadas pelas empresas exploradoras de minérios. Todavia, para pôr em prática essas técnicas, são necessários elevados investimentos desde sua implantação, avaliações e manutenções, com fins de restabelecer o ecossistema degradado. No caso do minério de bauxita, que se encontra alojada a pelo menos 11 metros da camada superficial do solo, o que implica na retirada total de cobertura vegetal e no revolvimento total do solo da área explorada, tornar a trazer um ambiente semelhante ao de origem, é uma tarefa ainda mais difícil. Por isso, ao escolher a técnica de restauração deve-se atentar principalmente para eficiência comprovada e as especificidades da área de estudo (PARROTA; KNOWLES, 2001).

Na empresa Mineração Paragominas S.A., local onde foi realizado o presente estudo, já é feita a recuperação das áreas degradadas pela exploração de bauxita através de aplicações de técnicas de plantio e condução da regeneração natural conforme previsto no PRAD. A

técnica de plantio, que é a forma mais comum de recuperação de área no Brasil (SANTARELLI, 2009), requer várias intervenções humanas desde sua implantação até sua condução final, o que implica em investimentos muito altos. Já a condução da regeneração é considerada uma técnica lenta e arriscada. Haja vista, a plena dependência de que ocorram naturalmente taxas de crescimento elevadas e estáveis e um ambiente fortemente degradado e instável. Desta forma, a aplicação de técnicas que diminuam os custos gerados e que alcancem uma alta diversidade de espécies arbóreas, característica acentuada das florestas brasileiras (MARTINS, 2012), contígua ao restabelecimento dos processos e interações ecológicas original são de seu interesse.

Para Marangon, Soares e Patriota (2003) a identificação das espécies e o seu comportamento em comunidades vegetais são o começo de todo processo para restauração dos ecossistemas. A partir, dessas análises florística é possível obter informações sobre a vegetação original e a complexidade do ecossistema.

A Nucleação aplicada é uma opção atraente para restaurar áreas degradadas. Segundo Martins (2012), essa técnica é interpretada como uma facilitação da sucessão por uma espécie ou grupo de espécies, que ao se estabelecerem naturalmente ou através de introdução antrópica, melhoram as condições do ambiente degradado favorecendo o estabelecimento de espécies mais exigentes. Ademais, essas manchas, ou núcleos, tem função de atrair dispersores e facilitar o estabelecimento e o recrutamento de espécies de formas de vida diversificadas mais adaptadas a extensões a intensidade de degradação, que facilitam a sucessão natural e ampliam a floresta ao longo do tempo (CORBIN E HOLL, 2012). Quanto maior for a capacidade de uma comunidade em atrair, nutrir, abrigar e possibilitar reprodução de animais, mais rápida será sua restauração (REIS et al., 2003)

Adicionado a esses benefícios, o uso da nucleação, apresenta um baixo custo, quando comparado a recuperação através de plantios convencionais. Os custos das plantações podem ser muito elevados - variando de US \$ 400 a mais de US \$ 3000 por hectare no primeiro ano de implantação (Montagnini e Finney, 2011, Omeja et al., 2011; Rodrigues et al., 2011; Vieira et al., 2009). Ho e Col. (2011) estimaram que sua aplicação em projetos de restauração florestal custaria de um quarto a um terço de uma plantação convencional, sendo que esses custos seriam sempre dependentes de cada local onde se faria aplicação desta técnica em núcleos.

Segundo (Reis et al, 2003; Martins 2012) a nucleação pode ser estimulada por várias técnicas como: semeadura direta e hidrossemeadura, poleiros artificiais, transposição de

galharia, plantios de mudas em ilhas de alta diversidade, transposição de solo e transposição de serapilheira. A transposição de serapilheira e camada superficial do solo contendo o banco de sementes, é uma das técnicas que merece destaque, por ser uma alternativa viável para estimular a sucessão florestal (REIS et al, 2003; MARTINS, 2012; RODRIGUES, et al, 2010).

Além disso, parte-se do princípio de que as sementes presentes na serapilheira e na camada superficial do solo irão germinar e realizar a colonização do solo (MARTINS, 2012). Nesse contexto o banco de sementes do solo, pelo método de germinação é considerado um bom indicador de resiliência da área degradada (MARTINS et al, 2008; MARTINS, 2012).

Algumas espécies arbóreas tem dificuldade em germinar em áreas degradadas, por serem exigentes no quesito nutricional, bem como existem espécies que necessitam de maior ou menor quantidades de radiação solar para que possam germinar e se estabelecer. Assim, como a restauração ecológica é baseada na sucessão ecológica das espécies, é importante avaliar se tais fatores influenciam na restauração de áreas degradadas.

Por essa razão, será avaliada a aplicação da serapilheira oriunda de floresta primária antropizada do entorno da área degradada pela mineração de bauxita, considerando seu potencial, adubação e sombreamento.

## **2. OBJETIVO:**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o potencial da serapilheira na restauração de áreas degradadas, através da técnica de nucleação como indutora da emergência e crescimento de plântulas na área de exploração da bauxita.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar levantamento florístico e estrutural no fragmento de floresta primária antropizada do entorno da área de estudo;
- Caracterizar a riqueza florística ocorrida nas parcelas experimentais onde foram utilizadas a serapilheira como indutora na emergência e crescimento de plântulas;
- Verificar a similaridade da riqueza de espécies que germinaram nas parcelas com a composição florística do fragmento;
- Avaliar o efeito dos fatores serapilheira, luz e adubação na germinação e crescimento das plântulas no período de seis meses;

### **3. HIPÓTESES**

- Há similaridade entre a composição florística do fragmento de floresta primária do entorno da área experimental e a composição florística das parcelas onde foram aplicados os tratamentos;
- A deficiência nutricional do solo estéril dificulta a germinação e o estabelecimento de algumas espécies;
- A serapilheira tem influência positiva na emergência da cobertura vegetal de áreas degradadas pela mineração de bauxita.

### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **4.1 PRECEITO LEGAL DA ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO MINERAL:**

Atualmente, a legislação brasileira, no que tange aos setores ambiental e mineral é avaliada por especialistas do direito ambiental como muito completa, contudo a aplicabilidade das normas ainda apresenta muitas falhas. A Constituição Federal de 1988, foi a primeira lei na história do Brasil a tratar de forma específica a temática do meio ambiente (MILARÉ, 2005). Em seu capítulo IV consubstanciado no Art. 225 faz-se uma abordagem sobre o Meio ambiente e Mineração.

Na atividade mineral, obrigatoriamente, ocorre o processo de licenciamento, que é um instrumento de defesa da Política de meio ambiente composto por várias etapas correlacionadas (CARDOSO; BRENDLER, 2008).

A Lei nº 6.938 de 1981 institui que a competência para licenciar a atividade de mineração caberá aos órgãos vinculados ao Estado. Todavia, a reparação do dano causado pela exploração mineral que está prevista no Cap. IV artigo 225, e em seu § 2º, será imposta as empresas exploradoras, de forma que as mesmas implantem e façam o monitoramento de projetos que visem a recuperação e restauração do ambiente degradado.

Por outro lado a Resolução do CONAMA nº 001 de 1986 determina a obrigatoriedade da apresentação do EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e do RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) para empresas exploradoras de minério. Consoante a este procedimento o Decreto 97.632 de 1989 que regulamenta a lei nº 6.938 de 1981, obriga os empreendimentos exploradores de minérios quando da exposição do EIA e RIMA, a apresentarem o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas).

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas é o documento apresentado ao órgão Licenciador que definirá as técnicas e os procedimentos que serão adotadas pela empresa

exploradora, de maneira que o ambiente degradado possa alcançar a devida estabilidade ambiental exigida pelo órgão Estadual.

Para o sucesso da recuperação das áreas degradadas por mineração, o programa deve incluir desde a fase de concepção até a fase de fechamento de mina. Porém, nem sempre as empresas exploradoras de minérios atentam para a qualidade da elaboração e execução do Plano apresentado ao órgão ambiental. Para Lima, Flores, Costa (2006) as avaliações feitas em PRADS apresentam problemas: abordagens superficiais incompletas de variáveis de estudo, limitações da abordagem multidisciplinar de profissionais nas empresas de consultoria e minimização de custos através de disfarce de impactos.

As exigências quanto ao licenciamento e fechamento das minas vem aumentando por parte dos órgãos ambientais, comunidade acadêmica, e sociedade em geral. Por isso, as empresas de mineração devem atender não somente para o cumprimento das exigências de Lei, mas principalmente a tornar o ambiente degradado apto a oferecer os serviços ambientais proporcionados pela área antes da completa retirada de sua cobertura vegetal.

Nesse contexto, técnicas de restauração de florestal vem sendo muito discutidas e vistas com bons olhos pelo poder público tendo em vista que as iniciativas de restauração de florestas tropicais visam além do cumprimento da legislação ambiental, o restabelecimento de serviços ecossistêmicos e a proteção de espécies nativas locais (BRANCALION; RODRIGUES; GANDOLFI, 2010).

#### 4.2 IMPORTÂNCIA, EXTRAÇÃO E IMPACTOS CAUSADOS PELA EXPLORAÇÃO DA BAUXITA

A extração mineral é considerada um das atividades de maior importância para o desenvolvimento econômico nacional e mundial, em virtude dos recursos minerais se encontrarem presentes em uma grande maioria das atividades humanas (MARQUES E BATISTA, 2012). Nesse âmbito, a bauxita, é a matéria prima de onde é retirada a alumina ( $Al_2O_3$ ), a qual é a precursora do alumínio, metal muito utilizado no mundo inteiro na confecção de embalagens em geral, produção de ligas metálicas, na indústria naval, produção de veículos, bem como nas transmissões aéreas de energia elétrica a grandes distâncias (CETEM, 2005).

No ano de 2011 em comparação a 2010 a produção mundial de bauxita voltou a crescer em cerca de 5,7 %, e o Brasil apresentou crescimento de 9,5% no mesmo período, sendo responsável por 14% da produção mundial, atrás de Austrália e China (DNPM, 2013).

Dados divulgados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em relação ao estado do Pará no período de 2010 a 2011 mostram que houve aumento na arrecadação na área da mineração na ordem de 45%, sendo a bauxita, o segundo minério que mais contribuiu, com percentagem de 15%, perdendo apenas para o ferro (DNPM, 2013).

Na Mineração Paragominas S.A é aplicado o método de lavra a céu aberto, denominado lavra em Tiras. As principais operações que são necessárias para o desenvolvimento da atividade de extração mineral são: (a) Supressão da vegetação da área - desmatamento; (b) decapeamento (retirada do solo até o nível de ocorrência da bauxita); (c) desmonte, escavação, carregamento e transporte da bauxita até a usina de beneficiamento; (d) preparação para a reabilitação da área com a disposição do material estéril; (e) área revegetada (RIMA, 2003). A figura 2. Ilustra estas operações de lavra da bauxita. No momento da supressão são retiradas todas as árvores comerciais e com diâmetro acima de 40 cm com o uso da motosserra. Os tocos e as árvores com menores diâmetro serão retiradas e picotadas com o uso de tratores e são incorporadas ao solo com matéria orgânica.

**Figura 1-** Principais operações da atividade de extração mineral na Mineração Paragominas S.A



Como o minério de bauxita se encontra a pelos menos onze metros de profundidade a atividade mineral implica em exposição do solo aos processos erosivos, alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de causar poluição do ar (MECHI; SANCHES, 2010). Bem como, resultam em área de rejeitos industriais de natureza química, causada por efluentes que se dissolvem na água usada no tratamento do minério ou na água que passa pela área de mineração (SILVA, 2007).

A desfiguração da paisagem é outro aspecto gerado pela mineração cujo impacto é dependente do volume de escavação e da visibilidade, devido à sua localização (MECHI; SANCHES, 2010). Esses impactos são prejudiciais para o equilíbrio dos ecossistemas, pois reduzem ou destroem habitats, provocam a morte de espécies de animais, prejudicam a

aeração do solo, colocam espécies em risco de extinção, depreciam o fluxo gênico e prejudicam o movimento da biota (MECHI; SANCHES, 2010).

### 4.3 RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA PELA MINERAÇÃO

Alcançar a diversidade de espécies florestais e as interações antes presentes em uma área degradada é atualmente mais importante do que refazer uma paisagem degradada. (Rodrigues et., 2010). Nesses termos a restauração ecológica vem como uma solução, que no caso do ecossistema florestal funcionará como uma garantia para que a coletividade tenha acesso ao uso prolongado de atividades econômicas e serviços ambientais oferecidos pelo ecossistema no local (NBL, 2013). Entretanto, a restauração florestal ainda precisa ser aprimorada em termos técnico-científicos para alcançar a plena efetividade (MARTINS, 2012).

A restauração florestal tem como objetivo principal aproveitar o máximo potencial de resiliência da área degradada, com o maior número de indivíduos e espécies arbóreas nativas possível, uma vez que as florestas tropicais possuem essa característica definida, sem considerar menos importantes a presença de outras formas de vida como ervas, epífitas e arbustos de sub-bosque, favorecendo a fauna, e tornando-a mais resistente à invasão de espécies exóticas (MARTINS et al, 2007, MARTINS, 2009; MARTINS, 2012).

É importante entender que a restauração florestal não é sinônimo de plantios heterogêneos, mas que esse último é apenas uma das técnicas que podem ser utilizadas para alcançar a restauração do ecossistema florestal. Outras técnicas como a semeadura direta, indução ou condução da regeneração natural, e nucleação, também podem ser utilizadas e já estão preconizadas nas atuais legislações brasileiras. Para a definição da técnica a ser implantada existe uma série de processos que ocorrem no ecossistema e leva-se em consideração o contexto em que a área está inserida (REIS; TRES; BECHARA; 2003).

Entre as técnicas de restauração se destaca a nucleação, que é a introdução de pequenos núcleos de vegetação em uma área degradada, e esses núcleos ao se desenvolverem representam uma alternativa de restauração que prioriza os processos de sucessionais naturais (REIS; TRES; BECHARA, 2010)

Para Reis, Tres e Bechara (2003), a técnica da nucleação é uma forma de tentar trazer para a restauração florestal mecanismos, fluxos e ciclos que somente ocorrem de forma natural. Assim, busca imitar o máximo a natureza, com poucos insumos, com um conjunto de técnicas implantado não em área total mas sim em núcleos, com o fim de deixar espaços

abertos para que o ocasional aconteça, com o fim de restabelecer funcionalidades e diversidades nos ecossistemas (CALVI; VIEIRA, 2003; REIS; TRES; BECHARA, 2003).

Dentre as técnicas de nucleação está a transposição de galharia, transposição do solo, transposição de mudas germinadas de chuvas de sementes, poleiros artificiais, plantio de árvore em grupo de Anderson, e a transposição de serapilheira, (REIS; TRES; BECHARA, 2003; REGENSBURGER, 2004; RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010; MARTINS, 2012).

#### 4.4 TÉCNICA DE TRANSPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA

A serapilheira é constituída de folhas, galhos, caules, cascas, frutos, e flores, os quais são adicionados ao solo via vegetação (SHUMACHER, 2011). Constitui-se como fonte de matéria orgânica, de modo que influencia a estrutura físico do solo tais como a densidade, porosidade, aeração, capacidade de infiltração e retenção de água, além de ajudar na formação e estabilização dos agregados (NETO et al, 2013). Bem como, após sua decomposição fornece diferentes tipos e quantidades de nutrientes para o solo (VOGEL, 2012). Propriedades que a tornam primordial, principalmente em áreas com solos pobres, argilosos e desestruturados, característicos de ambientes degradados por mineração de bauxita (FILHO; SANTOS; FERREIRA, 2013).

A camada de serapilheira presente nos solos de ecossistemas florestais produz sombra e retém umidade, o que implica no aparecimento de um microclima favorável a germinação e o estabelecimento de plântulas (MORAES et al, 1998). Ademais, funciona como manta facilitadora de entrada de sementes e sua incorporação ao banco de sementes do solo (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010). Outra função é a de facilitar a interceptação e o armazenamento da água no solo, contribui no aumento das taxas de infiltração e condicionamento dos fluxos superficiais. Bem como, protege o solo da incidência de raios solares e auxilia na conservação da umidade no solo, contribuindo assim para ciclagem de nutrientes originadas por microorganismos, os quais são essenciais para a recuperação da fertilidade do solo.

O material advindo da decomposição da serapilheira é utilizado em importantes funções fisiológicas, como a manutenção de tecidos, crescimento e estabelecimento vegetal. Junto a camada com restos vegetais virão sementes de espécies de diferentes formas de vida (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010). Contribuindo desta forma para o restabelecimento da dinâmica sucessional no ecossistema.

O uso da serapilheira com seu banco de sementes é útil na recuperação de áreas degradadas e apresenta como principal vantagem a possibilidade de restabelecer no local degradado um ecossistema parecido com o da área que sofreu a degradação (SOUZA, 2006). Com possível restituição da diversidade, não só em seu aspecto estrutural, mas considerando-se também diferentes nichos, formas e funções (REIS; TRES; BECHARA, 2006).

A técnica de nucleação via serapilheira é uma das alternativas que já é prevista em lei e vem sendo estudada e apontada por diversos autores como uma alternativa viável na restauração de ecossistemas (BRANCALION, 2010; CALVI; RODRIGUES, 2010; TRES, 2006; MARTINS, 2010; MARTINS, 2008).

#### 4.5 APLICABILIDADE DA CURVA-ESPÉCIE ÁREA

Um fragmento florestal é uma amostra de vegetação natural que existiu em determinada área, o qual tem suas interações ecológicas depreciadas por barreiras antrópicas ou naturais (CALEGARI, 2010). Esses ambientes são frequentemente observados em áreas que já sofreram algum tipo de degradação, quer seja pela implantação de atividades agrícola, madeireira, pecuária, o mesmo pela atividade minerária, que atua como forte modificadora da paisagem (ARAÚJO, 2005). E são importantes justamente por atuarem como verdadeiros sítios de biodiversidade nesses locais (VIANA, 1998).

Essas florestas, seja em estágios médios ou iniciais de regeneração, geralmente estão cercadas por vegetação em fases reprodutivas, o que implica na formação de banco de sementes e de banco de plântulas que facilitam a regeneração nessas áreas (FREIRE, 2013).

Por isso, o conhecimento dessa vegetação colonizadora nessas degradadas áreas, bem como aspectos relacionados às condições edáficas e à auto-ecologia das espécies, são fundamentais para a definição de metodologias de restauração (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998).

Para obter as características dessas áreas florestais, quer sejam quantitativas ou qualitativas, são aplicados procedimentos de inventário, que podem ser feitos através da numeração completa ou através de amostragem na população florestal (NAPPO; FILHO; MARTINS, 2000). Comumente em estudos de vegetações complexas são utilizados métodos de amostragem para se estimar parâmetros da população (NAPPO; FILHO; MARTINS, 2000).

Nestes levantamentos é de grande importância averiguar se as quantidades de amostras aplicadas são suficientes para revelar a diversidade florística da área (BARROS, 1986). Neste sentido, a curva-espécie/área, é bastante utilizada por diversos autores (LONGHI et al, 1997;

NAPPO et al., 2000; LONGHI, 2000; HACK et al, 2005; CORRÊA, 2007; VALÉRIO et al, 2008; HERRERA et al, 2009; FINA e MONTEIRO, 2013), justamente por avaliar a amostragem mínima para abranger a diversidade florística da área, e consiste em uma representação gráfica na qual o número acumulado de espécies novas é plotado no eixo (X) e o número acumulado de amostras físicas é plotado no eixo (Y) (OOSTING,1951,; BARROS, 1986).

Barros (1986), citando POOLE (1974) e KILBURN (1966), mostrou que a curva espécie-área frequentemente se ajusta bem pela função potencial dada por  $S = b_0 A^{b_1}$ , em que S é o número acumulado de espécies, A o número acumulado de área amostrada e  $b_0$  e  $b_1$  os coeficientes da regressão. Por outro lado, ainda citado por BARROS (1986) a função  $S = b_0 + b_1 \ln A$ , também apresentou bons ajustes da curva espécie-área nos estudos realizados por HALL e OKALI (1979) da composição florística de áreas abandonadas na Nigéria.

#### 4.6 IMPORTÂNCIA DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL

As florestas tropicais brasileiras são formadas por um alto grau de diversidade de espécies arbóreas (MARTINS, 2012). A falta de conhecimento acerca dessas espécies nativas que compõem esse mosaico florestal dificultam sua melhor aplicação em estudos de diversos âmbitos de pesquisa (LIMA, 2012). Pesquisadores defendem a aplicação de seus resultados no planejamento das ações de gestão ambiental como no manejo florestal e na recuperação de área degradadas (CHAVES et al., 2013).

Para Lima et al., (2012), o emprego de critérios florísticos e fitossociológicos aumentam o conhecimento dos importantes ecossistemas que compõem fragmentos florestais, e contribuem para o estabelecimento de processos-chaves na manutenção de florestas, bem como auxiliam na elaboração de práticas ecológicas eficientes.

A partir de análises fitossociológicas e da composição florística da vegetação será possível definir um ecossistema de referência, e este servirá de modelo para o processo de restauração das áreas estudadas (SER, 2004). Além do que, posteriormente, o conhecimento dessas análises irão auxiliar no processo de avaliação da restauração dos ecossistemas degradados (SER, 2004). Por meio da caracterização de estágios de sucessão florestal, através dos parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade, dominância, valor de importância e valor de cobertura (HACCK, et al, 2005).

Esses parâmetros são bastante utilizados, sendo importante citar os trabalhos de LAMPRECHT (1964), FINOL (1975), BARROS (1986), os quais descrevem a densidade

absoluta ( $D_a$ ) como o número de indivíduos por unidade de área, já a densidade relativa ( $D_r$ ) é a porcentagem do número total de espécies pelo número total de indivíduos presentes na amostra. A frequência absoluta ( $F_a$ ) é obtida através do número de amostras em que ocorre a espécie pelo número total de amostras estabelecidas, e a Frequência relativa ( $F_r$ ) é determinada através da relação entre o número de frequências absolutas de cada espécie pela soma das frequências absolutas. Já a dominância absoluta ( $D_a$ ) é a somatória de todas as áreas transversais de indivíduos da espécie e a dominância relativa ( $D_r$ ) é obtida através da ( $D_a$ ) de cada espécie em relação a área basal total. Com este parâmetro é possível verificar potencial produtivo da floresta e qualidades das espécies (HOSOKAWA, 2008).

Segundo Souza e Soares (2013), o valor de importância é estimado por espécie, pela soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência, e demonstra a importância ecológica da espécie na comunidade. Já o índice de cobertura é obtido com a soma densidade e dominância relativa das espécies, e considera espaço que ocupam, sem considerar a forma que cada espécie é distribuída (LONGHI et al, 2000). Nessas análises também podem ser incluídas as estimativas de índices de similaridade, de diversidade, agregação e associação de espécies (SOUZA E SOARES, 2013). Para quantificar as similaridades destaca-se os coeficientes de similaridade de Jaccard de Sorensen. São obtidos conforme matriz de presença (1) e ausência (0) de espécies por parcela por nível de inclusão (SOUZA E SOARES, 2013).

A diversidade de espécies abrange dois conceitos: riqueza e uniformidade, a riqueza é o número de espécies na flora ou na fauna da área, enquanto a uniformidade, está relacionada com dominância das espécies na área (SOUZA E SOARES, 2013). O índice de Shannon-Wiener ou apenas Shannon, é o índice mais utilizado e é o valor da diversidade em determinado local, sendo que este índice é afetado por espécies raras (KANIESKI, 2010).

#### 4.7 IMPORTÂNCIA DA ECOLOGIA DAS ESPÉCIES NO PROCESSO DE NUCLEAÇÃO VIA SERAPILHEIRA EM ÁREAS DEGRADADAS

A nucleação tem no conhecimento da autoecologia das espécies um dos suportes para alcançar o complexo ecossistema florestal em ambientes degradados. Através do conhecimento das exigências das espécies em relação a radiação solar, fator que desencadeia o desenvolvimento dos vegetais (JARDIM; SERRÃO; NEMER, 2007), o processo de recuperação de áreas degradadas e a dinâmica das comunidades vegetais, podem ser dirigidos para alcançar o estabelecimento das espécies, acelerar o ritmo da sucessão e aumentar a diversidade vegetal (BRAGA et al., 2008).

Para o sucesso inicial de recuperação de áreas degradadas é fundamental o conhecimento de mecanismos relacionados a sucessão vegetal, através da qual, ocorrem o

aumento e substituição de espécies no tempo, em função das diferentes condições ambientais, onde somente as espécies que se adaptam melhor conseguem se estabelecer (SANTANA, 2002). Da mesma forma Ferraz et al., (2004) afirma que a essência das classificações em grupos ecológicos está baseada na premissa de que as características morfológicas, fisiológicas e comportamentais observadas em determinadas espécies são adaptações decorrentes da história evolutiva de cada umas delas.

Diversos autores (BUDOWSKI, 1965; SWAINE E WHITMORE, 1988; FINEGAN, 1992; COSTA E MANTOVANI 1995; JARDIM, 1996; FERREIRA, 1997, MITJA, 2008) classificaram as espécies arbóreas em grupos sucessionais ou ecológicos, sendo a luz o recurso principal na determinação do comportamento das espécies, na dinâmica da sucessão (MARCIEL, 2003).

A variedade de termos utilizadas por esses diversos autores são confusas (SANTOS, et al 2004). Muitas são apenas adaptações e apresentam apenas acréscimos em suas terminologias, ou são somente diferenciadas por variáveis de estudo (CARVALHO, 1997). Desta forma, dificultam a clareza e conseqüentemente as comparações entre os estudos de sucessão florestal (SANTOS, 2004).

Budowski (1965) com base em 21 características de componentes arbóreos, do estágio geral em florestas tropicais sugeriu a classificação das espécies em quatro grupos ecológicos: (1) pioneiras; (2) secundárias iniciais; (3) secundárias tardias; e (4) clímax. Por outro lado, Swaine e Whitmore (1988), classificaram as espécies florestais em dois grupos principais: (1) espécies pioneiras e (2) espécies não pioneiras heliófilas e efêmeras; heliófilas duráveis; e esciófitas.

Costa e Montovani (1995), sugerem a classificação em: (1) Pioneiras, (2) secundárias e (3) secundárias tardias/climácicas. Já Ferreira (1997) classificou as espécies em pioneiras (1): Espécies que se desenvolvem em clareiras nas bordas da bosque sombreado, que possuem desenvolvimento lento.

Jardim, (1996) estabeleceu três grupos ecofisiológicos de acordo com a distribuição diamétrica das espécies: (1) Espécies tolerantes, (2) Espécies heliófilas, (3) Espécies intermediárias.

Mais recentemente, Mitja (2008) classificou as espécies em dois grupos funcionais: espécies pioneiras (1) encontradas em ambientes abertos, em clareiras dentro da floresta, caracterizadas pela capacidade de formar banco de sementes viáveis por longo tempo; e,

espécies florestais (2) normalmente encontradas na floresta em ambientes não perturbados (no piso florestal, no sub-bosque e no dossel).

É importante ressaltar a classificação de Galdolfi et al (1995) que agrupa as espécies em três categorias sucessionais: pioneiras, secundárias tardias e secundárias iniciais.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS**

#### **5.1.1 Histórico de Paragominas**

O município de Paragominas foi fundado em 1965 a partir da promulgação da Lei nº 3235, por meio da união de parte do município de São Domingos do Capim e de parte do município de Viseu (IBGE, 2013). Seu nome foi elaborado a partir da junção das abreviaturas dos Estados do Pará, Goiás e Minas Gerais (FRANCEZ, 2006).

Na atualidade possui um território de 19.342, 254 quilômetros quadrados, com população de 97.819 habitantes (IBGE, 2013). Paragominas faz parte da mesorregião Sudeste, do Estado do Pará nas coordenadas de 2° 25' e 4° 09' S e 46° 25' e 48°54' W, às margens da rodovia BR 010, a 320 quilômetros da cidade de Belém (IBGE, 2013) e se limita com o Maranhão, a leste, e com cinco municípios paraenses: Ipixuna do Pará e Nova Esperança do Piriá, ao norte; Ulianópolis, Goianésia do Pará e Dom Eliseu, ao sul; e Ipixuna do Pará, a oeste (PINTO, et al, 2009).

No município de Paragominas estão presentes grande parte das atividades econômicas praticadas na região amazônica, dentre as quais, a atividade pecuária bovina, exploração de madeira, reflorestamento, cultivo de grãos e mineração de bauxita (PINTO, 2009). Essas atividades foram incentivadas a partir da abertura da rodovia Belém-Brasília em 1960, um dos mais importantes eixos rodoviários da Amazônia Oriental, e ainda pela aplicação de políticas de incentivavam a colonização e fixação de grupos econômicos na região (PINTO, 2009).

Paragominas também apresenta grande potencial para a atividade de mineração, principalmente no que tange a extração de bauxita, visto que este minério está presente em 58% da área do município (PINTO, 2009). No município há diversos projetos de exploração mineral, mas a empresa Mineração Paragominas S.A. de propriedade do grupo Hydro se destaca pela sua capacidade produtiva de até 10 milhões de toneladas métricas por ano (HYDRO, 2013).

### **5.1.2 Caracterização bioedafoclimáticas de Paragominas**

O município de Paragominas possui uma topografia onde os níveis altimétricos apresentam pouca variação. Contudo, tais níveis encontram-se em cotas mais elevadas que a média dos municípios da microrregião de Paragominas. Na sede municipal a altitude alcança cotas aproximadas de 40m, ao sul do município, porém, essas cotas crescem até 200m, quando entram na área dos platôs.

Diversas tipologias vegetacionais são encontradas no município de Paragominas, como: Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Florestas Secundárias Latifoliadas (capoeiras sem predominância de palmeiras), de diversas idades e origens, e, associadas aos cursos de água, às Florestas Ombrófilas Densas Aluviais e às Florestas Ombrófilas Inundáveis de Várzea. Essa diversificação na vegetação foi proporcionadas, por atividades agrícolas, madeireiras, acompanhadas de práticas de incêndios causadas pelo homem, proporcionando a destruição das matas originais e afugentando a fauna local. Portanto, essas características vegetacionais irão depender do tipo específico de atividade existente (RIMA, 2003).

O clima da região é do tipo quente e úmido, com temperatura média anual elevada, em torno de 26° C. O regime pluviométrico anual é de 1.800 milímetros e a umidade relativa gira em torno de 81% (EMBRAPA, 1986). Com precipitação pluviométrica média anual de 1.781,3 mm, sendo que o período mais chuvoso (dezembro a maio), totaliza 1.502,0 mm, representando 84,3 % da média anual, enquanto o período menos chuvoso (junho a novembro), com 279,3mm, representando 15,7 % do restante da precipitação anual (RIMA, 2003).

Segundo Rodrigues et al., 2003, os solos predominantes na região de Paragominas são os do tipo amarelo distrófico, solos de textura média a argilosa que apresentam alto grau de intemperismo, são profundos, ácidos e ricos em alumínio. Outros tipos de solos podem ser encontrados em menor proporção, tais como: gleissolo háplico, argissolo amarelo, neossolo fúlvico e plintossolo háplico (PINTO et al., 2009).

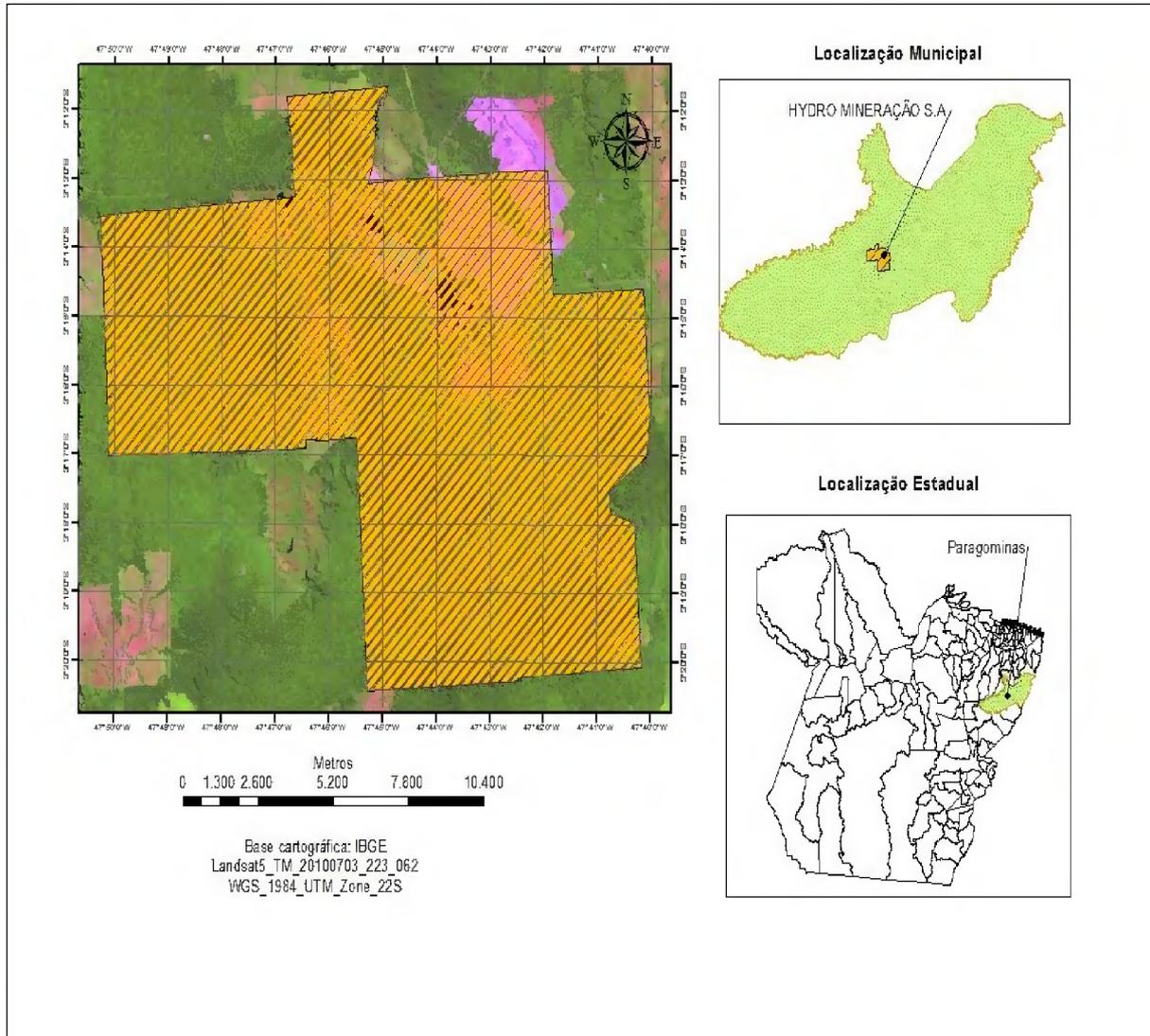
## **5.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

### **5.2.1 Localização geográfica.**

O estudo foi realizado no Platô Miltônia 3, local de exploração de bauxita da empresa Mineração Paragominas S. A., do grupo Hydro, que fica localizada no município de

Paragominas, na mesorregião do Sudeste Paraense à 320 quilômetros da cidade de Belém, entre as coordenadas 3°15'50"S; 47°44'19"W (Figura 2).

**Figura 2** – Localização da Mineração Paragominas S.A, Município de Paragominas, Pará



### 5.2.2 Histórico da área de estudo (Platô Miltônia 3)

No platô Miltônia 3 ocorrem as atividades de exploração da baixa da empresa mineração Paragominas S.A. Este platô é composto de fragmentos florestais e de áreas que sofreram a exploração do minério de bauxita. O fragmento caracterizado e utilizado para coleta da serapilheira no presente estudo, é considerado de caráter primário, e passou por forte ação antrópica, proporcionada principalmente por atividades madeireiras e pecuárias.

A área onde foram implantadas as parcelas experimentais era formada por floresta primária antropizada, a supressão e a exploração da bauxita ocorreram no ano de 2012. O topsoil juntamente com a biomassa vegetal foram armazenados por aproximadamente seis, e somente após esse período foram espalhados em toda a área.

### **5.2.3 Caracterização bioedafoclimática da área de estudo (Platô Miltônia 3)**

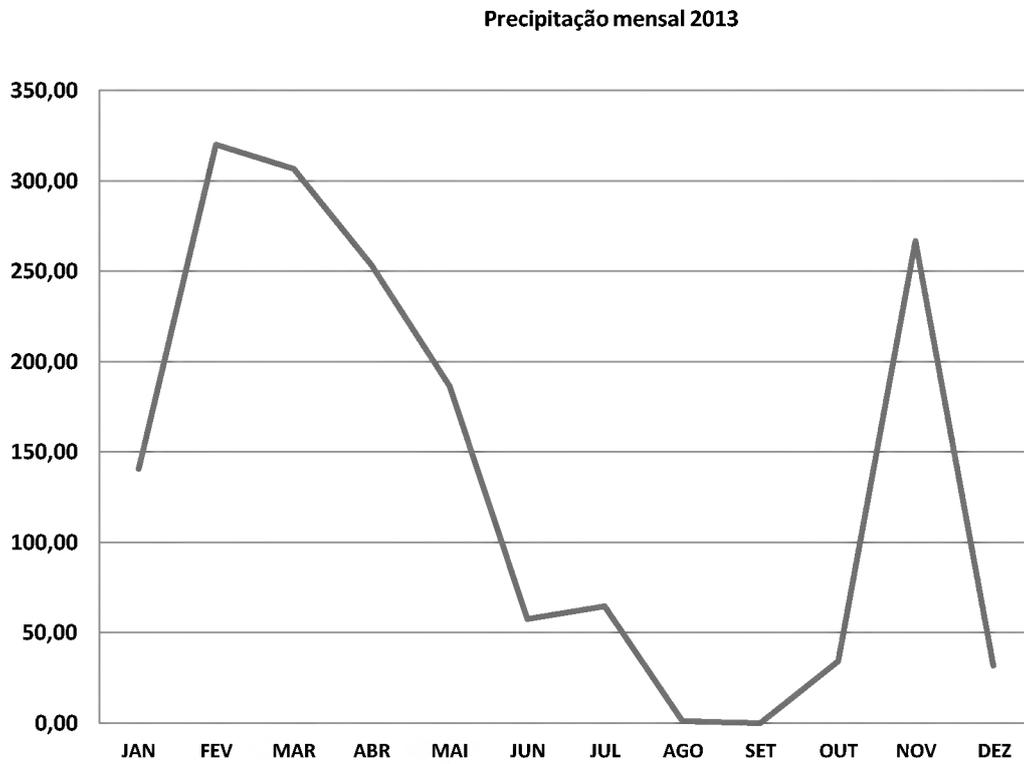
O platô Miltônia 3 está inserido na unidade de relevo platô, que se apresenta como o compartimento mais elevado da paisagem local, sendo testemunho residual do planalto dissecado. Neste platô destacam-se dois tipos morfológicos: os topos e as encostas. Nos topos, as declividades variam de planas a levemente inclinadas, configurando um nítido aplainamento entre as cotas mais elevadas.

A área do platô Miltônia 3, era formada em sua maioria tinha Região Fitoecológica da Floresta Densa (Submontana), atualmente representada por remanescentes, quase sempre de caráter secundário.

### **5.2.4 Precipitação mensal que ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2013, no platô Miltônia 3**

A figura 3 mostra a variação pluviométrica que ocorreu nos meses de janeiro a dezembro. Durante o mês de janeiro há crescentes aumentos pluviométricos, sendo fevereiro a março o período de maior precipitação, com máxima precipitação no mês de fevereiro. A partir do mês de junho ocorrem drásticas quedas pluviométricas, ocorrendo mínimos valores pluviométricos no período de agosto a setembro, com pluviometria chegando a zero. A partir do mês de outubro já começa a ser verificado o aumento pluviométrico. A partir desses dados, é possível constatar que houveram períodos de maior e menor umidade na área de estudo, o que provavelmente deve ter favorecido nos primeiros meses a germinação e estabelecimento dos indivíduos, mas a partir do mês de junho, com a ocorrência de queda na umidade provavelmente a emergência, sobrevivência e crescimento dos indivíduos foram influenciadas de forma negativa.

**Figura 3-** Precipitação mensal ocorrida durante os meses de janeiro a dezembro de 2013, Mineração Paragominas S.A., Paragominas, Pará.



### 5.2.5 Caracterização das condições do solo na área do Platô Miltônia 3, no mês de implantação das parcelas.

Os dados referentes à fertilidade do solo, foram obtidos a partir de análises realizadas no Laboratório de solos, da Universidade Federal Rural da Amazônia, em acordo com Embrapa (2007). Através da tabela 1, verifica-se que o solo presente no platô miltônia 3, no local onde foram implantadas a parcelas experimentais apresenta fertilidade baixa, de acordo com Alvarez 1999.

**Tabela 1-** Média das análises químicas das amostras de solo de cada profundidade e respectivas repetições coletadas na área do experimento com serapilheira na Empresa Mineração Paragominas S.A, Paragominas, Pa.

pH	M.O		P		K		Ca		Mg		Al		H+Al		SB		T		V		m		
	I	gkg <sup>-3</sup>	I	Mg dm <sup>-3</sup>	I	cmol dm <sup>-3</sup>	I	cmol dm <sup>-3</sup>	I	cmol dm <sup>-3</sup>	I	cmol dm <sup>-3</sup>	I	%	I	%	I						
4,35	Mb	34,97	Md	0,78	Mb	0,13	Md	2,6	Al	0,82	Me	0,91	Md	6,9	Al	3,55	Md	10,45	Al	33,97	Bx	26,54	Bx
4,43	Mb	23,16	Md	0,56	Mb	0,13	Md	2,53	Al	0,68	Me	0,73	Md	6,11	Al	3,34	Md	9,45	Al	35,34	Bx	22,43	Bx
4,5	Ba	15,22	Ba	-	Mb	0,09	Bx	1	Bx	0,42	Ba	0,26	Bx	2,99	Md	1,51	Bx	4,50	Md	33,56	Bx	17,48	Bx
4,28	Mb	30	Md	0,52	Mb	0,12	Md	1,82	Me	0,6	Me	0,8	Md	6,21	Al	2,54	Md	8,75	Md	29,03	Bx	32,30	Md
4,39	Mb	18,53	Bx	2,95	Mb	0,13	Md	1,45	Me	0,55	Me	0,73	Md	4,9	Md	2,13	Bx	7,03	Md	30,30	Bx	35,00	Md
4,39	Mb	24,38	Md	1,73	Mb	0,12	Md	1,87	Me	0,61	Me	0,68	Md	5,42	Al	2,60	Md	8,02	Md	32,42	Bx	26,83	Md
4,41	Mb	28,13	Md	0,52	Mb	0,14	Md	2,33	Me	0,73	Me	0,83	Md	6,3	Al	3,20	Md	9,50	Al	33,68	Bx	26,77	Bx
4,51	Mb	18,64	Md	0,43	Mb	0,1	Bx	1,62	Me	0,58	Me	0,44	Bx	4,47	Md	2,30	Bx	6,77	Md	33,97	Bx	19,57	Bx
4,49	Mb	6,19	Mb	-	Mb	0,08	Bx	0,78	Bx	0,4	Ba	0,21	Bx	3,035	Md	1,26	Bx	4,30	Bx	29,34	Bx	16,88	Bx
4,29	Mb	28,06	Md	0,32	Mb	0,12	Md	1,68	Me	0,6	Me	0,85	Md	5,88	Al	2,40	Md	8,28	Md	28,99	Bx	36,27	Md
4,36	Mb	21,17	Md	0,7	Mb	0,15	Md	1,6	Me	0,54	Me	0,73	Md	5,27	Al	2,29	Md	7,56	Md	30,29	Bx	32,61	Md
4,408	Mb	16,28	Bx	-	Mb	0,18	Md	0,94	Bx	0,5	Me	0,398	Bx	3,8	Md	1,62	Bx	5,42	Md	29,94	Bx	24,91	Bx

I- Interpretação; Al= Alto; Baixo= Bx; Mb= Muito Baixo, Md= Médio; MA= Muito alto; Muito baixo=M

### 5.3 COLETA DE DADOS

Em março de 2013 foram selecionadas e implantadas no fragmento florestal 12 unidades amostrais com dimensões de 50x20 m (1000 m<sup>2</sup>) totalizando 12000m<sup>2</sup>, nas quais todos os indivíduos arbóreos com DAP (diâmetro a 1,30 m de altura) igual ou superior a 10 cm foram registrados, e obtidos dados de nome vulgar, DAP e altura total (m).

A intensidade amostral foi otimizada por meio da curva-espécie, a qual avalia a amostragem mínima a ser realizada em comunidades vegetais. Bem como, foram testadas equações linear e potencial para determinar o ponto de inflexão da curva espécie-área gerada entre o número de parcelas e o número de espécies (suficiência amostral).

Para expressar a florística e a estrutura horizontal da comunidade vegetal do fragmento florestal, foi elaborado uma lista de espécies e foram determinados os seguintes parâmetros: Abundância absoluta ( $Aa = n_i/A$ , onde  $n_i$ =número de indivíduos da espécie;  $A$ = Área amostral em ha); Abundância relativa ( $Ar = Aa \text{ da espécie} / \sum Aa \times 100$ ); Dominância absoluta ( $Da = G_i$ , onde  $G_i$  é a somatória das seções transversais dos fustes de todos os indivíduos da espécie em ha); Dominância relativa ( $Dr = G_i / \sum G_i \times 100$ ) área basal da espécie  $i$  e  $\sum G_i$  = somatória das área basais de todas as espécies), Frequência absoluta ( $Fa = f_i/F$ , onde  $f_i$ = número de parcelas onde ocorreu a espécie  $i$ ;  $F$ = número total de parcelas amostradas); Frequência relativa ( $Fr = Fa_i / \sum Fa_i \times 100$ ) onde  $Fa_i$  é a frequência absoluta da espécie  $i$  e  $\sum Fa$  é a somatória das frequências absolutas de todas as espécies), índice de valor de importância ( $IVI = Ar + Dr + Fr$ , onde  $Ar$ = Abundância relativa;  $Dr$ = Dominância relativa;  $Fr$ = Frequência relativa). (LAMPRECHT ,1964; FINOL, 1975; BARROS, 1986; COELHO et al, 2003). Também foi feita a análise da diversidade de através do índice de Shannon ( $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i)$ , onde  $S$  = Número total de indivíduos amostrados;  $p_i$  = proporção de indivíduos de, uma determinada espécie),  $\ln$ = logaritmo neperiano (BARROS, 1986).

Para a determinação científica das espécies foram obtidas amostras botânicas em campo, e posteriormente enviadas para o herbário da Embrapa Amazônia Oriental, PA, para procedimento de identificação. A nomenclatura dos nomes científicos foi confirmada utilizando o banco de dados eletrônico da Flora do Brasil disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>, e dessa forma o sistema de classificação botânica adotado foi o APG III (2009).

As espécies foram classificados quanto à forma de vida em espécies arbóreas, arbustivas, lianas, ervas e palmeiras (RIBEIRO et al., 1999), e também qualificadas em

grupos ecológicos em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias de acordo com GANDOLFI (1995).

Em abril de 2013 na área de exploração de bauxita de 2012, na estação chuvosa foram demarcadas 24 parcelas com canos de PVC com dimensões de 5x2 m, Figura 4. Foi feita a remoção de toda a vegetação que se encontrava na área das parcelas implantadas, para evitar contaminação nas mesmas.

As parcelas receberam três tratamentos e uma testemunha, com seis repetições cada, totalizando 24 amostras (Figura 4). Os tratamentos estão descritos abaixo:

- T1- Topsoil (Testemunha)
- T2- Topsoil+serapilheira
- T3- Topsoil+serapilheira adubada com NPK (10-28-30)
- T4- Topsoil+serapilheira + cobertura com sombrite a 50%.

A serapilheira aplicada foi coletada das parcelas implantadas na área do fragmento florestal, com auxílio de um gabarito de madeira de 1m<sup>2</sup> numa profundidade de 5 cm, posteriormente as amostras foram homogeneizadas armazenadas em sacos plásticos e transportadas em caminhonete até as parcelas. As parcelas que receberam a serapilheira mais o NPK foram misturadas com o uso de enxada, nas parcelas sombreadas o sombrite foi colocado a 60 cm do solo.

A avaliação do experimento durou seis meses, e ocorreu no período de maio a outubro de 2013. Essa avaliação consistiu na quantificação do número e alturas das plântulas que emergiram nas parcelas. Todos os indivíduos que germinaram foram fotografados e identificados utilizando-se literatura especializada, consulta a herbários e especialistas; sendo classificados quanto à forma de vida em espécies arbóreas, arbustivas, lianas, ervas e palmeiras (RIBEIRO et al, 1999). Para as espécies que não foi possível a identificação a nível de espécie, estas foram identificadas somente a nível de família. As espécies também foram classificadas em grupos ecológicos em Pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias de acordo com GANDOLFI et al., (1995) e AMARAL et al., (2009).

### 5.3.1 Delineamento estatístico

O delineamento estatístico aplicado foi em blocos ao acaso com parcela subdivididas no tempo onde:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + e_{ij} + \alpha_k + (\tau\alpha)_{ik} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = nº de plântulas germinadas (variável resposta discreta a ser transformada)

$\mu$  = Média geral do experimento

$t_i$  = efeito dos tratamentos

$\beta_j$  = efeito dos blocos

$e_{ij}$  = Erro das parcelas ( erro a)

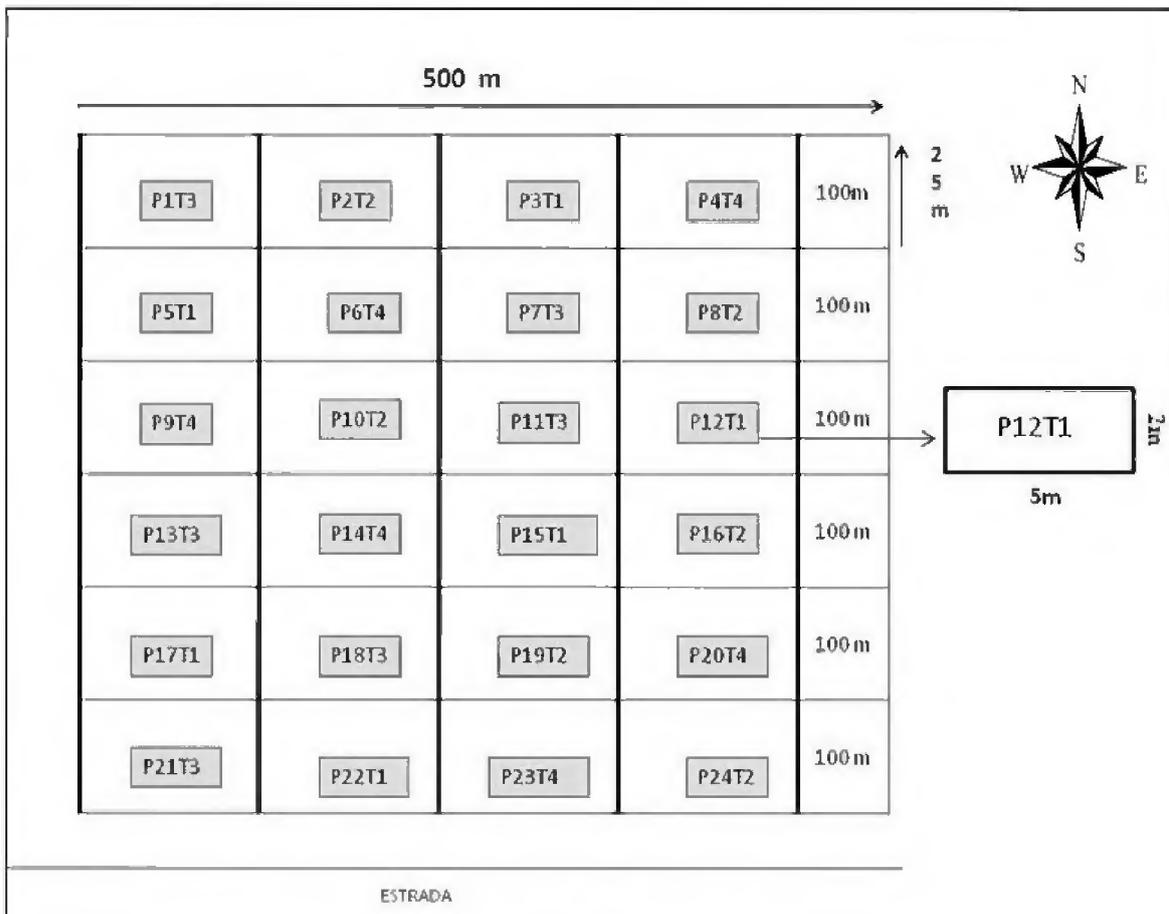
$\alpha_k$  = Efeitos das subparcelas

$(\tau\alpha)_{ik}$  = Efeito da interação parcela e sub-parcela

$e_{ijk}$  = Erro das subparcelas (erro b)

As variáveis analisadas foram a altura e o número de plântulas, as quais foram comparadas através da análise de variância (ANOVA a 5%), e suas médias foram comparadas pelo teste SNK, usando o programa de estatística Minitab. Para a variável resposta número de indivíduos germinados por se tratar de uma variável discreta, esta foi transformada em variável contínua, utilizando-se a raiz quadrada, a partir da qual foi feita a análise estatística.

**Figura 4-** Desenho esquemático da área contendo as parcelas instaladas no platô mil-tônia 3, na área minerada em 2012, da empresa Mineração Paragominas S.A, Paragominas, Pa.

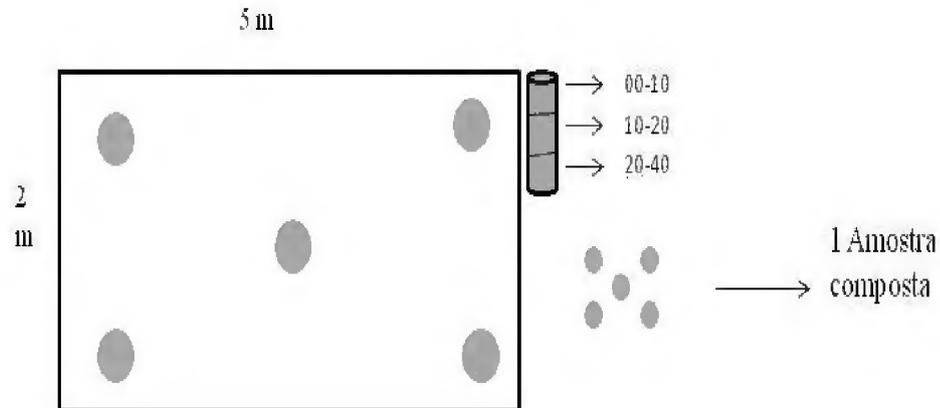


Cada bloco onde foram implantadas as parcelas tinha 500 m de comprimento, com quatro parcelas, distando-se em cada bloco 100 m. Cada parcela abrangeu uma área de  $10 \text{ m}^2$  e o experimento inteiro abrangeu uma área de  $240 \text{ m}^2$ .

### 5.3.2 Coletas de solos

Foram feitas coletas de solo dentro das parcelas onde foram aplicados os tratamentos supracitados. Para cada cinco amostras simples de solo foi formada uma amostra composta representativa para cada uma das parcelas instaladas, nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm (Figura 5). No total foram coletadas 120 amostras, utilizadas para análise química completa dos solos, realizada pelo Laboratório de Solos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Os resultados das análises serviram para caracterizar os solos presentes na área de estudo.

**Figura 5-** Desenho esquemático da coleta de solos realizada nas parcelas experimentais instaladas no platô miltônia 3, na área minerada em 2012, da empresa Mineração Paragominas S.A, Paragominas, Pa.



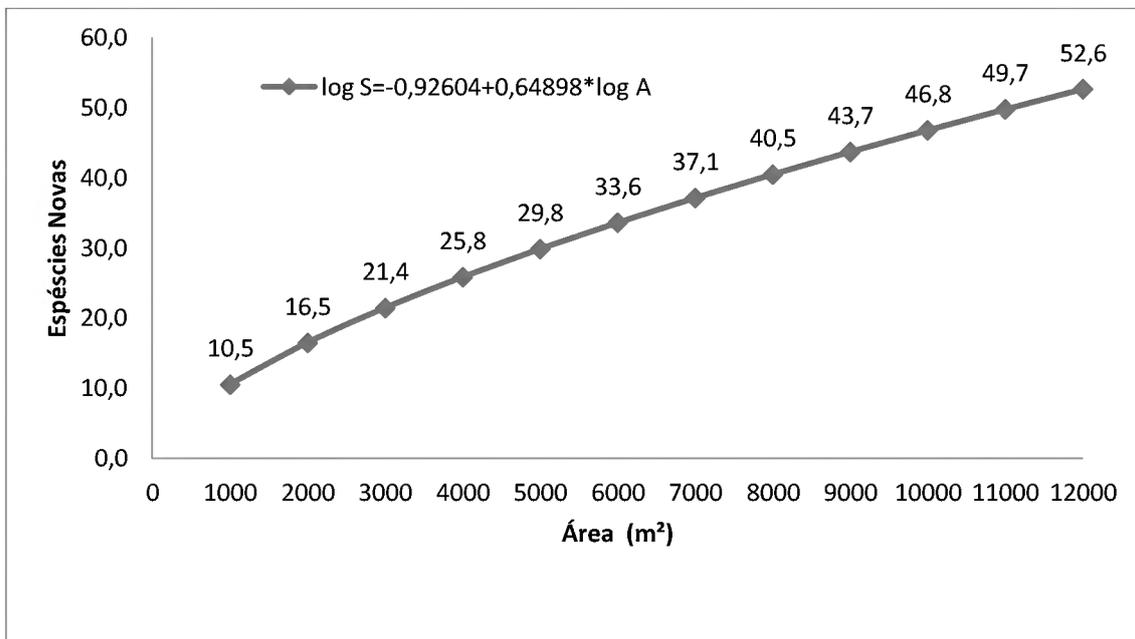
## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.3 RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA

A suficiência amostral foi testada pela curva espécie-área (Figura 6). A curva foi ajustada pela função potencial linearizada e pela função linear em que a variável independente foi o logaritmo natural ( $\ln$ ) da área ( $A$ ). Deste modo, para o ajuste das duas equações testadas, os dados foram tabulados conforme tabela 2. A curva que melhor se adequou foi gerada a partir do modelo potencial ( $S = b_0 * A^{b_1}$ ), ajustada pela equação linearizada  $\log S = -0,92604 + 0,64898 * \log A$ , com  $r^2 = 98,8 \%$  e  $CV = 1,54 \%$ .

A partir da curva gerada foi possível observar que há aumento número de espécies novas encontradas na composição florística do estrato arbóreo com  $DAP \geq 10$  cm. Mas, a amostragem utilizada, de 12 parcelas de  $100 \text{ m}^2$  ( $12000 \text{ m}^2$ ), é satisfatória (Figura 6, e tabela 2), para representar a composição florística do fragmento.

**Figura 6-** Determinação da suficiência amostral no fragmento de floresta primária para espécies arbóreas com DAP  $\geq 10$  cm, utilizando a curva espécie área com ajuste através da equação linearizada. Mineração Paragominas S.A, Paragominas PA.



**Tabela 2-** Equações ajustadas e seus respectivos indicadores estatísticos de qualidade de ajuste (Teste F e sua respectiva probabilidade ( $p$ ), Coeficiente de Determinação ( $r^2$  %) e Coeficiente de Variação (CV %))

Equações ajustadas	$F$	$p$	$r^2$ (%)	CV (%)
$\log S = -0,92604 + 0,64898 * \log A$	913,43	0,000	98,8	1,54
$S = -117,79 + 17,714 * \ln A$	134,15	0,000	92,4	11,25

Analisando-se a qualidade do ajuste das equações de regressão testadas com os dados mostrados na Tabela 2, observa-se que ambas as equações apresentaram bons ajustes, com o Teste F altamente significativo e com os Coeficientes de Determinação superiores a 90 %, no entanto com relação ao indicativo CV %, a função potencial linearizada ( $\log S = -0,92604 + 0,64898 * \log A$ ) foi a que apresentou o menor valor (CV % = 1,54) quando comparado com o mesmo critério da função linear  $S = -117,79 + 17,714 * \ln A$ .

Após a análise da curva espécie-área ajustada observou-se que amostragem não foi suficiente para cobrir completamente a riqueza florística da área do fragmento, não diferindo dos resultados encontrados por Oliveira & Amaral (2004) em que a curva espécie-área, indicou que a comunidade vegetal estudada, em 1ha de floresta na Amazônia Central, alcançou elevada diversidade de espécies em sua composição florística, denotando insuficiência amostral em seu estudo. Da mesma forma, Chilling e Batista (2008) afirmam

que, em florestas tropicais, é difícil a definição de limites para amostragem, devido à alta riqueza de espécies, a curva apresenta estabilização com grandes tamanhos de amostra, pois sempre aparecerão novas espécies.

## 6.2 AVALIAÇÕES FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DA ÁREA DO FRAGMENTO DE FLORESTA PRIMÁRIA

No estrato arbóreo (árvores com  $DAP \geq 10$  cm) foram registrados 320 indivíduos classificados em 29 famílias, 44 gêneros e 46 espécies definidas e 4 morfoespécies, o equivalente a 41 espécies/ha. Dessas espécies levantadas, três foram identificadas até o nível de gênero e uma não foi determinada, pois a falta de material fértil dificultou a identificação (Tabela 3).

**Tabela 3-** Lista das famílias, espécies, nomes vulgares e número de indivíduos registrados nas unidades amostrais implantadas área do fragmento de florestal de onde foi retirada a serapilheira para o experimento, no Platô Miltônia 3 da Mineração Paragominas S.A., Paragominas, Pa.

FAMÍLIA		ESPÉCIE	NOME VULGAR	Nº IND.
Anacardiaceae	1	Tapirira guianensis Aubl.	Tatapiririca	4
Annonaceae	1	Guatteria poeppigiana Mart.	Envira-preta	13
	2	Xylopia nitida Dunal	Envira - branca	11
Araliaceae	1	Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire, Steyerf. & Frodin	Morototó	10
Arecaceae	1	Oenocarpus bacaba Mart.	Bacabeira	1
Bignoniaceae	1	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	Pará-Pará	14
Boraginaceae	1	Cordia scabrifolia A.DC.		7
Burseraceae	1	Protium sp.	Breu	1
	2	Protium tenuifolium (Engl.) Engl.	Breu-manga	5
	3	Tetragastris altissima (Aubl.) Swart.	Breu-Branco	3
	4	Trattinnickia peruviana Loes		1
Caryocaraceae	1	Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.	Piquiá	1
Chrysobalanaceae	1	Licania kunthiana Hook.f.	Casca-seca	5
Euphorbiaceae	1	Dodecastigma integrifolium (Lanj.) Lanj. & Sandwith		1
	2	Sapium marmieri Huber	Vaca-leiteira	1
Fabaceae	1	Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip	Saboeira	1

	2	<i>Amphiodon effusus</i> Huber	Gema de ovo	3
	3	<i>Cassia xinguensis</i> Ducke	Ingá-xixica	2
	4	<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Pau-pretinho	1
	5	<i>Hydrochorea</i> sp.	Pau-de-bicho	3
	6	<i>Inga alba</i> (Sw) Willd.	Ingá-branco	31
	7	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá- vermelho	13
	8	<i>Parkia paraensis</i> Ducke	Parquia	1
	9	<i>Pseudopiptadenia leptostachya</i> (Benth.) Rauschert	Timborana	1
	10	<i>Pterocarpus amazonum</i> (Mart. ex Benth.) Amshoff		2
	11	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend	Taxi-preto	1
Goupiaceae	1	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba	1
Hypericaceae	1	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers	Lacre	6
Indeterminada	1	Indet.		1
Lauraceae	1	<i>Ocotea opifera</i> Mart.	Louro-Preto	7
Lecythidaceae	1	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	Matá-matá	26
Malpighiaceae	1	<i>Byrsonima</i> sp.	Murici	12
Malvaceae	1	<i>Apeiba glabra</i> Aubl.		23
	2	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	Capoteiro	1
Melastomataceae	1	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Goiaba de anta	3
Meliaceae	1	<i>Guarea carinata</i> Ducke	Andirobarana	1
	2	<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	Caxuá	2
Myristicaceae	1	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Ucuúba de terra firme	3
Nyctaginaceae	1	<i>Neea</i> sp.	João-mole	1
Ochnaceae	1	<i>Wallacea insignis</i> Spruce ex Benth. & Hook.f.		4
Rhabdodendraceae	1	<i>Rhabdodendron amazonicum</i> (Spruce ex Benth.)	Bati-putá	1
Rutaceae	1	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	Pau-amarelo	1
	2	<i>Spiranthera parviflora</i> Sandwith		1
	3	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tamanqueira	4
Salicaceae	1	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Pau-Jacaré	14

Sapotaceae	1	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	Abiu-balatinha	1
	2	<i>Pouteria decorticans</i> T.D. Penn.	Abiurana	13
Simaroubaceae	1	<i>Simaba cedron</i> Planch.	Pau-paratudo	1
Urticaceae	1	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Embaúba	28
Violaceae	1	<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	Canela-de- Jacamim	28
<b>Total</b>				320

As oito famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Fabaceae (22%), seguida de Burseraceae (8%), Rutaceae (6%), Annonaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Meliaceae e Sapotaceae, (4%), as quais participaram com 56% da riqueza total. As nove famílias botânicas com maior número de indivíduos foram Fabaceae (18,43%), seguida de Urticaceae (8,75%), Violaceae (8,75%), Lecythidaceae (8,12), Annonaceae (7,81%), Malvaceae (7,5), Bignoniaceae, Salicaceae, Sapotaceae (4,37%). A família mais importante quanto o número de espécies e número de indivíduos foi Fabaceae.

Vinte e uma famílias (Anacardiaceae, Araliaceae, Arecaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Goupiaceae, Hypericaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Myristicaceae, Nyctaginaceae, Ochnaceae, Rhabdondendraceae, Salicaceae, Simaroubaceae, Urticaceae, Violaceae), foram representadas por apenas uma espécie. Desse conjunto, a maior raridade ocorreu nas famílias Arecaceae, Caryocaraceae, Goupiaceae, Nyctaginaceae, Simaroubaceae, as quais tiveram suas espécies representadas por um único indivíduo.

Martins (1979) define que espécies raras são aquelas que apresentam apenas um indivíduo na amostragem. Para Nappo, Filho, Martins (2000) essas espécies são as grandes responsáveis pela alta diversidade nas florestas tropicais.

Whitmore (1990), afirmou que Fabaceae, Annonaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Myristicaceae, Rubiaceae e Sapotaceae são as mais representativas nas regiões tropicais. No presente estudo Fabaceae apresentou maior riqueza de espécies. De modo geral essa é a família que se destaca na maioria dos levantamentos florísticos realizados na Amazônia tanto em florestas naturais primárias quanto nas florestas secundárias (MELO, 2004).

Mendes et al., (2012), analisou a dinâmica da composição florística do sub-bosque de uma floresta de terra firme, na Amazônia Oriental, no município de Moju, Nordeste do Pará, onde a vegetação de angiospermas de 10 cm de altura a 5 cm de DAP foi inventariada em 468 m, e foi verificado o predomínio de espécies da família Fabaceae em todas as medições. Outro exemplo é o estudo de Francez et al., (2007), que encontrou 34 espécies dessa família em levantamentos realizados no município de Paragominas, em uma área de 108 ha de floresta de terra firme, considerando os indivíduos com DAP > 10 cm. Já Pinheiro et al., (2007), encontrou 41 espécies, no levantamento florístico realizado em um fragmento de floresta primária também em Paragominas com área de 84,00 ha, com árvores de DAP  $\geq$  20 cm. Pereira et al., (2011), encontrou 24 espécies dessa família em levantamento feito em arbóreas com DAP a partir de 10 cm, em floresta de Terra firme no Estado do Amapá. Esse comportamento também é confirmado por Miranda (2000), em Rondônia, que encontrou 47 espécies dessa família, em levantamentos realizados em florestas de Terra firme, matas ciliares e alagadas.

Burseraceae e Rutaceae aparecem entre as cinco mais representativas na área de estudo, por serem respectivamente a segunda e terceira famílias com maior riqueza de espécies neste estudo. Para Leitão Filho (1987), Burseraceae e Lecytidaceae, estão entre as famílias que apresentam maior número espécies e indivíduos em florestas tropicais de terra firme na Amazônia brasileira.

Ademais, no estudo realizado por Mendes et al., (2013), em vegetação de sub-bosque de uma floresta de terra firme, no município de Moju, a maior riqueza de espécies foi apresentada por Burseraceae, o que confirma a posição de destaque apresentada por essa família nesse estudo. As características ambientais e o histórico de antropização de áreas são definidoras dos processos de sucessão florestal, e influenciaram na composição florística da área de estudo (MARCELO, 2004; MARTINS, et al. 2005).

Os dados de riqueza de espécies e número de indivíduos do presente estudo não diferem do padrão apresentado nos trabalhos citados, no qual Fabaceae é dominante com a relação à riqueza de espécies. Nota-se, também que a área apresenta composição florística diversificada, o que colabora para o desenvolvimento da vegetação a proximidade do fragmento florestal, e contribui para a facilitação da dispersão de sementes (MARTINS, et al, 2005).

### 6.2.2 Estrutura

A área amostrada revelou que as espécies que apresentaram maior abundância no fragmento estudado foram: *Inga alba* (9,7%), *Rinorea flavescens* e *Cecropia sciadophylla* (8,75%), *Eschweilera coriacea* (8,12%), *Apeiba glabra* (7,18%), *Laetia procera* e *Jacaranda copaia* (4,4%), Tabela 4.

**Tabela 4-** Parâmetros fitossociológicos calculados para a área do fragmento de floresta primária de onde foi retirada a serapilheira para o experimento, no Platô Miltônia 3 da Mineração Paragominas S.A., Paragominas, Pa.

Espécies	Ni	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	IVI	IVI (%)	H'
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,13	1,07	0,36	0,02
<i>Amphiodon effusus</i> Huber	3	2,50	0,94	0,17	1,24	0,08	0,71	2,89	0,96	0,04
<i>Apeiba glabra</i> Aubl.	23	19,17	7,19	0,75	5,59	0,37	3,48	16,26	5,42	0,19
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	3	2,50	0,94	0,17	1,24	0,08	0,78	2,96	0,99	0,04
<i>Byrsonima</i> sp.	12	10,00	3,75	0,67	4,97	0,18	1,63	10,35	3,45	0,12
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,09	1,02	0,34	0,02
<i>Cassia xinguensis</i> Ducke	2	1,67	0,63	0,08	0,62	0,04	0,39	1,64	0,55	0,03
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	28	23,33	8,75	0,83	6,21	1,03	9,57	24,54	8,18	0,21
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,12	1,06	0,35	0,02
<i>Cordia scabrifolia</i> A.DC.	7	5,83	2,19	0,33	2,48	0,13	1,20	5,87	1,96	0,08
<i>Dodecastigma integrifolium</i> (Lanj.) Lanj. & Sandwith	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,03	0,25	1,19	0,40	0,02
<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,08	1,02	0,34	0,02
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	26	21,67	8,13	0,58	4,35	1,43	13,31	25,78	8,59	0,20
<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,29	2,67	3,60	1,20	0,02
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,02	0,14	1,08	0,36	0,02
<i>Guarea carinata</i> Ducke	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,07	0,65	1,58	0,53	0,02
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	13	10,83	4,06	0,50	3,73	0,25	2,29	10,08	3,36	0,13
<i>Hydrochorea</i> sp.	3	2,50	0,94	0,08	0,62	0,05	0,42	1,98	0,66	0,04
Indet.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,13	1,06	0,35	0,02
<i>Inga alba</i> (Sw) Willd.	31	25,83	9,69	0,92	6,83	0,71	6,63	23,15	7,72	0,23
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	13	10,83	4,06	0,58	4,35	0,71	6,60	15,01	5,00	0,13
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	3	2,50	0,94	0,25	1,86	0,08	0,74	3,54	1,18	0,04
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	14	11,67	4,38	0,67	4,97	0,44	4,08	13,42	4,47	0,14

Laetia procera (Poepp.) Eichler	14	11,67	4,38	0,58	4,35	0,20	1,82	10,54	3,51	0,14
Licania kunthiana Hook.f.	5	4,17	1,56	0,17	1,24	0,60	5,53	8,34	2,78	0,06
Neea cuspidata	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,09	1,02	0,34	0,02
Ocotea opifera Mart.	7	5,83	2,19	0,50	3,73	0,24	2,18	8,10	2,70	0,08
Oenocarpus bacaba Mart.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,04	0,37	1,31	0,44	0,02
Parkia paraensis Ducke	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,02	0,17	1,10	0,37	0,02
Pouteria decorticans T.D. Penn.	13	10,83	4,06	0,50	3,73	0,70	6,53	14,32	4,77	0,13
Protium sp.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,02	0,20	1,13	0,38	0,02
Protium tenuifolium (Engl.) Engl.	5	4,17	1,56	0,33	2,48	0,24	2,23	6,28	2,09	0,06
Pseudopiptadenia leptostachya (Benth.) Rauschert	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,04	0,39	1,33	0,44	0,02
Pterocapus amazonicus Huber	2	1,67	0,63	0,17	1,24	0,19	1,73	3,59	1,20	0,03
Rhabdodendron amazonicum (Spruce ex Benth.) Huber	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,03	0,25	1,19	0,40	0,02
Rinorea flavescens (Aubl.) Kuntz	28	23,33	8,75	0,50	3,73	0,83	7,72	20,20	6,73	0,21
Sapium marmieri Huber	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,09	1,02	0,34	0,02
Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire	10	8,33	3,13	0,42	3,11	0,47	4,40	10,63	3,54	0,11
Simaba cedron Planch.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,10	1,03	0,34	0,02
Spiranthera parviflora Sandwith	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,04	0,39	1,33	0,44	0,02
Sterculia pruriens (Aubl.) K.Schum.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,02	0,19	1,13	0,38	0,02
Tachigali guianensis (Benth.) Zarucchi & Herend	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,01	0,13	1,07	0,36	0,02
Tapirira guianensis Aubl.	4	3,33	1,25	0,25	1,86	0,19	1,74	4,86	1,62	0,05
Tetragastris altissima (Aubl.) Swart.	3	2,50	0,94	0,25	1,86	0,07	0,63	3,43	1,14	0,04
Trattinnickia peruviana Loes.	1	0,83	0,31	0,08	0,62	0,02	0,18	1,11	0,37	0,02
Trichilia micrantha Benth.	2	1,67	0,63	0,17	1,24	0,16	1,49	3,36	1,12	0,03
Vismia guianensis (Aubl.) Pers	6	5,00	1,88	0,33	2,48	0,14	1,33	5,69	1,90	0,07
Wallacea insignis Spruce ex Benth. & Hook.f.	4	3,33	1,25	0,25	1,86	0,08	0,79	3,90	1,30	0,05
Xylopia nitida Dunal	11	9,17	3,44	0,42	3,11	0,26	2,44	8,98	2,99	0,12
Zanthoxylon rhoifolium Lam.	4	3,33	1,25	0,25	1,86	0,09	0,81	3,92	1,31	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>320</b>	<b>266,67</b>	<b>100,00</b>	<b>13,42</b>	<b>100,00</b>	<b>10,78</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>	<b>100,00</b>	<b>3,29</b>

Esse resultado corrobora parcialmente com o encontrado por Francez et al., (2007), também em Paragominas, em Floresta ombrófila densa primária, que ao coletar dados, em duas ocasiões (2003, antes da exploração de madeira e em 2004, após a exploração madeireira) em 36 parcelas permanentes quadradas de 0,25 ha, sendo doze para estudar a floresta não explorada, doze para a explorada, com todos os indivíduos com DAP > 10 cm registrou a maior abundância de indivíduos para *Rinorea flavescens*, seguida de *Lecythis idatimon*, *Poecilanthe effusa*, *Eschweilera grandiflora*, *Eschweilera pedicellata* e *Inga sp.* Sandel e Carvalho (2000), ao estudarem a composição florística e a estrutura em uma área de floresta localizada na FLONA Tapajós ( Oeste do Pará), verificaram que *Rinorea flavescens*, também, apresentou maior abundância, com 12,90% em relação às demais espécies. Já no estudo de Lima et al., (2012), em floresta ombrófila densa, no Estado do Amazonas, foi evidenciado que as três espécies com maior densidade foram: *Eschweilera odora*, *Pouteria guianensis* e *Inga sp.*

Dentre as espécies dominantes neste estudo destacam-se: *Eschweilera coriacea* (13,31%), *Cecropia sciadophylla* (9,57%), *Rinorea flavescens* (7,72%), *Inga alba* (6,63%), *Inga thibaudiana* (6,6%), *Pouteria decorticans* (6,53%), *Protium tenuifolium* (5,53%).

Resultados encontrados por Pinheiro et al. (2007), em floresta ombrófila densa (2007), em Paragominas, determinaram que as espécies com maiores valores de dominância foram: *Pouteria heterosepala*, *Eschweilera blanchetiana*, *Eschweilera amazonica*, *Manilkara paraensis*, *Protium apiculatum*, *Micropholis venulosa*, *Inga breviala*. Da mesma forma, Lima et al., (2012), em levantamento florístico realizado em floresta ombrófila densa, no Estado do Amazonas, verificou que as espécies com maior dominância foram: *Licania oblongiflora*, *Eschweilera odora*, *Pouteria guianensis*, *Xylopia nitida*, *Copaifera multijuga*, *Inga sp.*, *Apuleia molaris*. Assim os estudos denotam que em relação a abundancia e dominância das espécies nas áreas estudadas não existe o predomínio de uma única espécie. *Inga alba* e *Eschweilera coriacea* por exemplo, foram as espécies mais abundantes e dominantes neste estudo, mas não predominaram e nenhum dos levantamentos florísticos realizados em floresta ombrófila densa. Isto confirma a afirmativa de Richards (1996) de que em cada localidade há um conjunto característico de espécies que se destacam.

É importante frisar que *Inga alba* ocupou a primeira posição em termos de abundância na área. De acordo com Mata e Felix (2007), esse gênero é importante na recuperação de áreas degradadas, apresenta importante função ecológica no ecossistema, além do seu fruto servir de alimento para a fauna silvestre.

Francez et al., (2013) afirmou que *Rinorea flavescens* (Aubl.) Kuntze, é muito abundante e frequente em florestas nativas no Estado do Pará, contudo pouco dominante. Essas informações também foram constatadas parcialmente no presente levantamento, onde *Rinorea flavescens* foi a segunda espécie mais abundante, porém não está entre as dez espécies mais frequentes, e é classificada como a terceira espécie dominante, e apresenta 7,72%, do total da dominância entre as espécies levantadas (Tabela 5).

A análise do valor de importância, mostra que as dez espécies mais importantes foram: *Eschweilera coriacea* (8,59%), *Cecropia sciadophylla* (8,18), *Inga alba* (7,2%), *Rinorea flavescens* (6,73%), *Apeiba glabra* (4,95), *Inga thibaudiana* (5%), conforme tabela 5. Essas espécies não são qualificadas como de interesse comercial. Para Pinheiro et al. (2007), espécies que não apresentem valor comercial elevado, mas que apresentem elevado valor de importância podem está indicando que desempenham funções chaves em seus ecossistema.

Neste estudo o índice de diversidade de Shannon-Weaner foi de 3,29. De acordo com Knight (1975) os valores de diversidade em florestas tropicais variam de 3,83 a 5,85. O levantamento neste estudo é considerado baixo, se comparado com o índice Shannon-Weaner encontrado em Paragominas por Francez (2007), antes da exploração de 4,29 e de 4,27 depois da exploração na área. Em levantamento em floresta secundária nos municípios de Marituba e Bragança, mesma mesorregião deste estudo, foram feitas medições nas espécies arbóreas com  $DAP \geq 5$  cm, em 25 parcelas de 50x50 sub-divididas em subparcelas de 10x10m. Para essas parcelas os índices de Shannon-Weaner foram encontrados os valores respectivamente de 4,42 e 4,08. Índices de diversidade baixos são comuns em florestas secundárias, devido à seletividade do ambiente, que exige alta capacidade adaptativa das espécies que nele se instalem inicialmente.

Nos levantamentos realizados foram aplicadas uma grande diversidade de metodologias, as quais diferem no tamanho, número de parcelas e faixa de mensuração de DAP. Isso implica em dificuldades nas comparações entre os resultados dos estudos quantitativos (LIMA et al., 2012).

## 6.2 AVALIAÇÃO FLORÍSTICA NA ÁREA DO EXPERIMENTO

### 6.2.1 Florística

Aos três meses de avaliação foram registrados em todos os tratamentos, 656 indivíduos, distribuídos em 20 famílias, 22 gêneros e 27 espécies. Aos seis meses de avaliação foram registrado 228 indivíduos, distribuídos em 18 famílias, 18 gêneros e 20 espécies (Tabela 5).

O grupo ecológico mais abundante na área experimental foi o das pioneiras aos três e seis meses de avaliação, representando respectivamente 71% e 73 % das espécies registradas, Figura 7.

**Tabela 5-** Lista de famílias, espécies, hábito, grupo ecológico e número de indivíduos registrados nas unidades amostrais implantadas área do experimento e no fragmento florestal, no Platô Miltônia 3 da Mineração Paragominas S.A., Paragominas, Pa.

Família	Espécie	Hábito	GE	3meses				6meses					
				Frag.	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
Fabaceae	Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip	Árvore	ST	1									
Malvaceae	Apeiba glabra Aubl.	Árvore	SI	23									
Fabaceae	Amphiodon effusus Huber	Árvore	SC	3									
Polygalaceae	Asemeia martiana (A.W.Benn.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Erva	SC		1							1	
Asteraceae	Asteraceae	SC	SC			1	1					1	
Moraceae	Bagassa guianensis Aubl.	Árvore	SI		1								
Fabaceae	Bauhinia sp.	Arbusto	Pi					2					1
Melastomataceae	Bellucia grossularioides (L.) Triana	Árvore	SI	3									
Rubiaceae	Borreria latifolia (Aubl.) K.Schum	Erva	Pi		3								
Rubiaceae	Borreria verticillata (L.) G.Mey	Erva	Pi		36	47	35	32	22	17	15	13	
Bignoniaceae	Bignoniaceae	SC	SC		1							1	
Malpighiaceae	Byrsonima sp.	Arbusto	SI	12									
Malpighiaceae	Byrsonima crassifolia (L.) Kunth	Árvore	Pi					1					
Caryocaraceae	Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.	Árvore	ST	1									
Fabaceae	Chamaecrista xinguensis (Ducke) H.S. Irwin & Barneby	Árvore	Pi	2									
Salicaceae	Casearia arborea (Rich.) Urb.	Arbusto	SI			3	5	98				5	44
Urticaceae	Cecropia obtusa Mart.	Árvore	Pi				1					1	
Urticaceae	Cecropia sciadophylla Mart.	Árvore	Pi	28									
Urticaceae	Cecropia sp.	Árvore	Pi		3	25	9	12	2	14	4	5	
Fabaceae	Cenostigma tocantinum Ducke	Árvore	SI	1									
Viataceae	Cissus sp.	Liana	Pi				1						

Viataceae	Cissus verticillata (L.) Nicholson & C.E.Jarvis	Liana	Pi	1						
Boraginaceae	Cordia scabrifolia A.DC.	Árvore	ST	7						
Euphorbiaceae	Croton sp.	Árbusto	Pi						1	
Euphorbiaceae	Dodecastigma integrifolium (Lanj.) Lanj. & Sandwith	Árvore	Pi	1						
Sapotaceae	Ecclinusa guianensis Eyma	Árvore	ST	1						
Asteraceae	Emilia sonchifolia (L.) DC. ex Wilgh.	Erva	Pi						1	
Asteraceae	Eupatorium sp.	Árbusto	Pi			1			1	
Lecythidaceae	Eschweilera coriacea (DC.) S.A. Mori	Árvore	ST	26						
Moraceae	Ficus sp.	Árvore	ST			2				
Rutaceae	Euxylophora paraensis Huber	Árvore	ST	1						
Rutaceae	Galipea jasminiflora (A.St.-Hill.)Engl.	Árvore	ST			1				
Goupiaceae	Goupia glabra Aubl.	Árvore	ST	1						
Meliaceae	Guarea carinata Ducke	Árvore	SC	1						
Annonaceae	Guatteria poeppigiana Mart.	Árvore	Pi	13						
Annonaceae	Guatteria sp.	Árvore	ST	1		5		1	2	
Fabaceae	Hydrochorea sp.	Árvore	SC	3						
Indet.	Indet.	SC	SC		5	20	14	1	1	3
Fabaceae	Inga alba (Sw) Willd.	Árvore	SI	31		2	12		9	
Fabaceae	Inga thibaudiana DC.	Árvore	SI	13						
Myristicaceae	Iryanthera juruensis Warb.	Árvore	ST	3						
Bignoniaceae	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	Árvore	Pi	14						
Salicaceae	Laetia procera (Poepp.) Eichler	Árvore	SI	14						
Chrysobalanaceae	Licania kunthiana Hook.f.	Árvore	ST	5						
Euphorbiaceae	Manihot sp.	Árvore	Pi			1	1	1	1	1
Euphorbiaceae	Microstachys corniculata (Vahl) Griseb.	Árbusto	SC				1		1	
Lauraceae	Ocotea opifera Mart.	Árvore	Pi	7						
Arecaceae	Oenocarpus bacaba Mart.	Palmeira	Pi	1						
Fabaceae	Parkia paraensis Ducke	Árvore	ST	1						
Poaceae	Poaceae	SC	SC			21	21	5	2	

Passifloraceae	Passiflora sp.	Cipó	Pi		1	2				2
Phyllanthaceae	Phyllanthus sp.	Arbusto	SC		17	3	7	1	1	
Poaceae	Poaceae	Erva	SC		28	41		6		0
Sapotaceae	Pouteria decorticans T.D. Penn.	Arbusto	ST	13						
Burseraceae	Protium sp.	Árvore	SC	1						
Burseraceae	Protium tenuifolium (Engl.) Engl.	Árvore	ST	5						
Fabaceae	Pseudopiptadenia leptostachya (Benth.) Rauschert	Árvore	ST	1						
Fabaceae	Pterocarpus amazonum (Mart. ex Benth.) Amshoff	Árvore	SI	2						
Rhabdondendraceae	Rhabdodendron amazonicum (Spruce ex Benth.)	Árvore	SC	1						
Violaceae	Rinorea flavescens (Aubl.) Kuntze	Árvore	SI	28						
Solanaceae	Solanum crinitum Lam.	Arbusto	Pi		8	4	13	1	1	0 3
Solanaceae	Solanum umbellatum Mill.	Arbusto	Pi		4	8	31	11	3	10 0 5
Solanaceae	Solanum sp.	Arbusto	Pi			1	1			
Euphorbiaceae	Sapium marmieri Huber	Árvore	Pi	1						
Araliaceae	Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Árvore	Pi	10						
Simaroubaceae	Simaba cedron Planch.	Árvore	SI	1						
Loganiaceae	Spigelia anthelmiae L.	Erva	Pi							1
Rutaceae	Spiranthera parviflora Sandwith	Arbusto	SI	1						
Malvaceae	Sterculia pruriens (Aubl.) K.Schum.	Árvore	SI	1						
Bignoniaceae	Stizophyllum riparium (Kunth) Sandwith	Liana	SC				1			
Fabaceae	Tachigali guianensis (Benth.) Zarucchi & Herend	Árvore	SC	1						
Anacardiaceae	Tapirira guianensis Aubl.	Árvore	Pi	4						
Burseraceae	Tetragastris altissima (Aubl.) Swart.	Árvore	SI	3						
Burseraceae	Trattinnickia peruviana Loes.	Árvore	Pi	1						
Cannabaceae	Trema micrantha (L.) Blume	Arbusto	Pi		2	5	11	12	1	0 6
Meliaceae	Trichilia micrantha Benth.	Árvore	ST	2						

Asteraceae	Vernonia Pers.	scabra	Erva	Pi																1	
Hypericaceae	Vismia guianensis (Aubl.) Choisy		Árvore	Pi						1	3									1	4
Hypericaceae	Jacaranda (Aubl ) D.Don	copaia	Árvore	Pi	6																
Ochnaceae	Wallacea Spruce ex Benth. & Hook.f.	insignis	Árvore	Pi	4																
Annonaceae	Xylopia nitida Dunal		Árvore	SI	11																
Rutaceae	Zanthoxylum rhoifolium Lam.		Árvore	Pi	4	8	2			5										2	2
					319	118	167	134	237	35	51	42	100								

Aos três meses de avaliação foi registrado na área experimental 2,73 ind.m<sup>2</sup>, enquanto que aos seis meses registrou-se 0,95 ind.m<sup>2</sup>. Cabe destacar que o T1 que incluía somente o uso do topsoil, depositado pela empresa no processo de conformação do solo, registrou aos três meses de avaliação 118 indivíduos (18% da vegetação na área experimental) e aos seis meses 35 indivíduos (15,3% da vegetação regenerante).

O T4 foi o tratamento que registrou o maior número de indivíduos regenerantes (3,95 ind.m<sup>2</sup>) aos três meses de avaliação e mantendo-se com os maiores valores (1,66 ind.m<sup>2</sup>) aos seis meses de avaliação. Cabe destacar que neste tratamento utilizou-se a serapilheira associada ao uso de sombrite 50%.

Estudos de Miranda Neto et al., (2010), Rodrigues et al., (2010), Braga et al. (2008), e Martins et al., 2008, onde foram aplicados a serapilheira e banco de sementes, tiveram densidade de indivíduos superiores ao do presente estudo. Essa diferença pode ser explicada a partir da diferença no local onde foi aplicado estes estudos, os quais tiveram as condições ambientais controladas, diferente do presente estudo (Tabela 6).

**Tabela 6-** Comparação da densidade total encontrada neste estudo com os encontrados em outros estudos com serapilheira e banco de sementes. Platô Miltônia 3 da Mineração Paragominas S.A., Paragominas, Pa.

Autor	Local do experimento	Tempo/Densidade ind.m <sup>2</sup>
Presente estudo	Área de exploração de bauxita 2012, Paragominas-PA.	3 meses=2,73 ind.m <sup>2</sup> 6 meses= 0,95 ind. m <sup>2</sup>
Miranda Neto et al., 2010	Viveiro, Viçosa, Minas Gerais.	9 meses= 11 ind. m <sup>2</sup>
Rodrigues et al, 2010	Viveiro, Viçosa, Minas Gerais.	6 meses= 22 ind. m <sup>2</sup>
Braga et al, 2008	Viveiro, Viçosa, Minas Gerais.	3 meses= 6 ind. m <sup>2</sup>
Martins et al, 2008	Viveiro, Viçosa, Minas Gerais.	4 meses= 2 ind. ind.m <sup>2</sup>

A diminuição pluviométrica ocorrida durante o período de avaliação do experimento Figura 2, também pode ter sido o fator que ocasionou um menor número de indivíduos germinados em comparação aos estudos citados. Já que nos meses de agosto e setembro os índices pluviométricos chegaram a zero. Desta forma, é importante o uso de irrigação na área, pelo menos nos primeiros seis meses de desenvolvimento das plântulas.

As famílias com maior riqueza aos três meses de avaliação foram Fabaceae (3), Solanaceae (3) e Urticaceae (3). No entanto, Solanaceae apresentou maior número de indivíduos, com 85 (13%). Aos seis meses de avaliação as famílias com maior riqueza foram Euphorbiaceae (3), Asteraceae (3). Essas famílias tem papel importante como colonizadoras de áreas abertas e perturbadas como pastagens, clareiras, borda de florestas (NEPSTAD et al., 1998; TABARELLI et al., 1999).

Aos três meses de avaliação a espécie com maior número de indivíduos nos tratamentos com serapilheira foi *Borreria verticilata* com 114 (21 % do total de indivíduos) indivíduos. É uma erva pioneira típica de ambientes degradados (CUNHA et al, 2003; GUEVARA et al, 2005; COSTA, FILHO, 2013; SANTOS, FERREIRA, 2013), classificada como melífera, por ser atrativa para abelhas, as quais são importantes na polinização da espécie (ALBUQUERQUE, et al., 2006). Para o mesmo autor o processo de polinização e também de dispersão de sementes são fundamentais para entender a colonização e a sucessão dos ecossistemas.

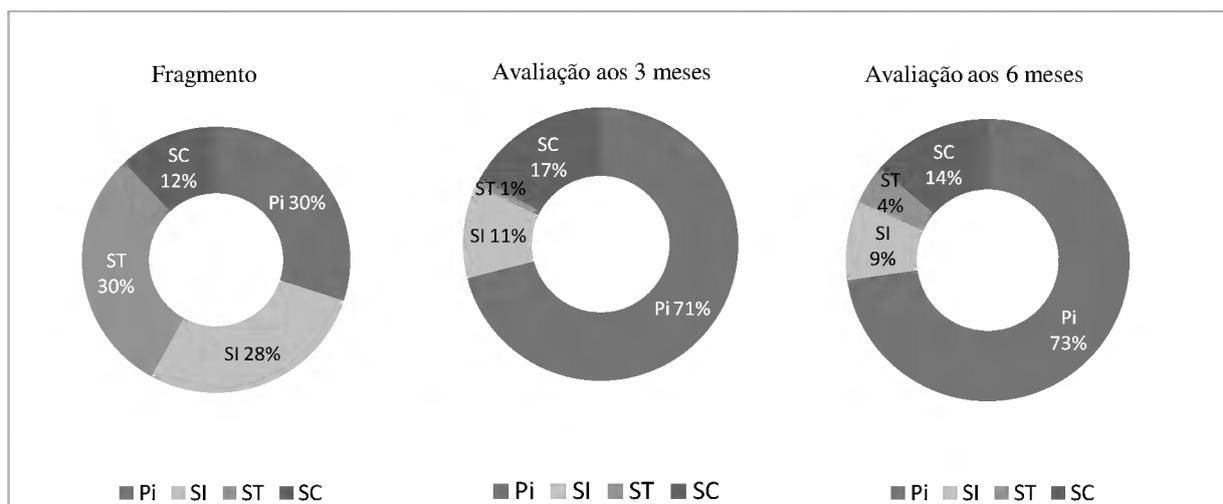
Já ao seis meses de avaliação *Casaeria arborea* apresentou maior número de indivíduos com 49 (25, 38% do total). É um arbusto, classificada como pioneira, típica de áreas que sofreram ação antrópica, e estão presentes no banco de sementes das florestas primárias e secundárias da Amazônia Brasileira.

Quanz et al. (2012) ao avaliar o banco de sementes em floresta primária explorada e não explorada no município de Paragominas, verificou a presença de *Casaeria arborea*, nas duas ocasiões. Araújo et al., (2001) também verificaram a presença desta espécie, no banco de sementes de florestas em diferentes estágios sucessionais, na região do baixo Rio Guamá, neste estado.

Dentre as 50 espécies registradas na amostragem do fragmento de floresta e as 27 espécies registradas no experimento com serapilheira, somente *Zantoxylum rhoifolium* (15), *Inga alba* (14) e *Guatteria* sp. (5), aos três meses de avaliação; e aos seis meses *Inga alba* (3) *Zantoxylum rhoifolium* (2), e *Guatteria* sp. (2), foram comuns as duas áreas. Fabaceae foi mais rica em espécies na amostragem realizada no fragmento. Já no experimento com

serapilheira, até os três meses estava entre as famílias com maior riqueza de espécies (3). A espécie Ingá alba, apresentou o maior número de indivíduos (31) na área do fragmento, e também esteve presente na área experimental. Tal resultado pode ser atribuído ao fato da espécie pertencer ao grupo ecológico das pioneiras, as quais são as primeiras a realizar a colonização de ambientes degradados. Ao se calcular o índice de Jaccard e Sorensen aos três e seis meses de avaliação verifica-se que não houve similaridade florística entre área de floresta primária e a área experimental, ficando em torno de 3,78% (três meses) e 4,11% (seis meses) Jaccard e 7,31% (três meses) e 7,94% (seis meses) Sorensen. Conforme Moeller-Dombois e Elleberg (1974), fisionomias ou formações são consideradas similares quando apresentarem valores de semelhança acima de 25%.

Figura 7- Classificações das espécies em grupos ecológicos (Pi- Pioneira; SI- Secundária inicial; ST- Secundária tardia; SC- Sem classificação) no fragmento florestal, e nos tratamentos aplicados no Platô miltônia 3, aos três e seis meses de avaliação, Paragominas, PA.



No fragmento de floresta primária antropizada predominaram as espécies secundárias tardias e pioneiras, seguida de secundárias tardias das secundárias iniciais. As espécies secundárias iniciais e secundárias tardias perfazem 58% do número total de espécies, evidenciando que a floresta se encontra em avançado estado de sucessão ecológica (COLONETTI et al., 2009). A presença de 30% de espécies pioneiras pode ser explicada pela exploração madeireira ocorrida no local, a qual pode ter provocado abertura de clareiras e consequentemente maior entrada de luz na floresta, fator que pode ter estimulado o número elevado de germinação e estabelecimento desse grupo de espécies.

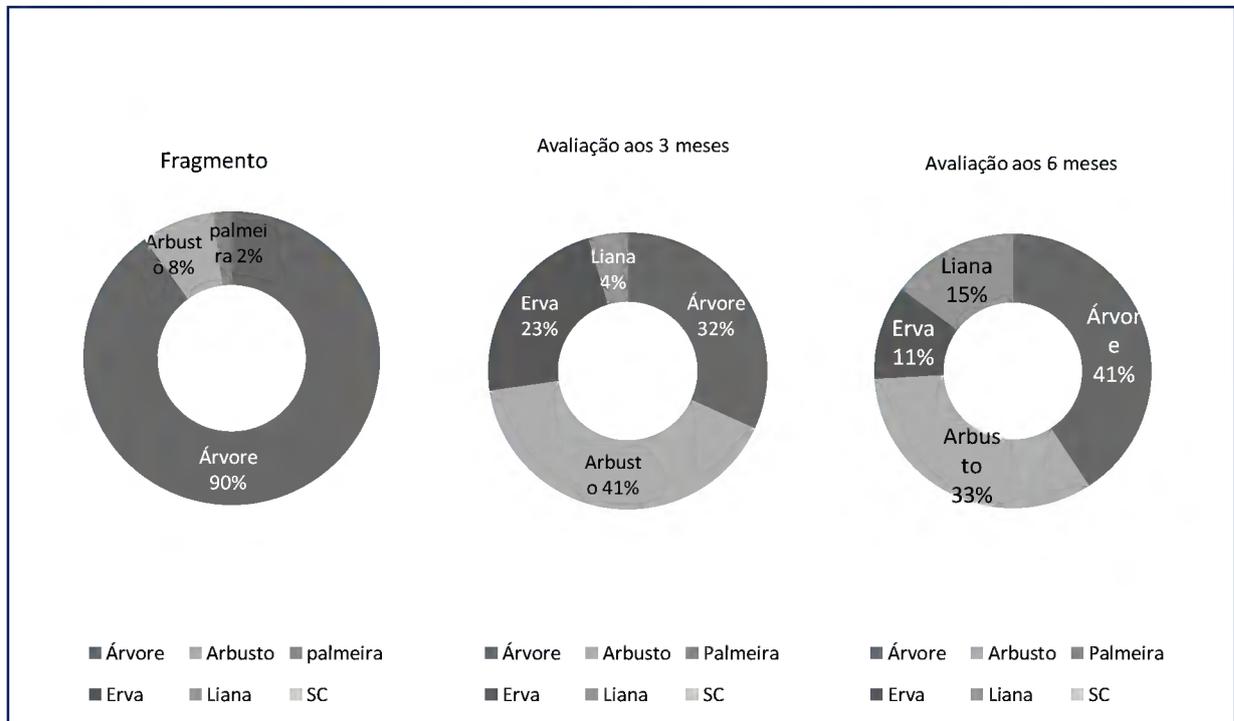
As espécies pioneiras predominaram no experimento com serapilheira. Nos primeiros três meses 71% das espécies eram pioneiras, 15% não tiveram classificação, 11% secundárias iniciais e apenas 11% secundárias tardias. Nas avaliações feitas aos seis meses 73% das espécies foram pioneiras, 14% sem classificação, 9% secundárias iniciais, e apenas 4% secundárias tardias.

Resultados similares foram encontrados por Rodrigues et al. (2010), que estudou o potencial da serapilheira na recuperação de áreas degradadas, em Viçosa, e identificou que 74% das espécies arbustivos arbóreos levantadas na área do estudo faziam parte do grupo ecológico das pioneiras. Resposta similar também obteve Miranda Neto (2010) em seu estudo sobre de serapilheira em floresta semi-decidual, em Viçosa, onde 64% das espécies identificadas foram classificadas como pioneiras. Batista Neto (2007), também comprovou em seu estudo na floresta estacional o predomínio de plantas pioneiras na composição do banco de Sementes.

As espécies pioneiras são importantes cicatrizadoras das áreas degradadas, por isso são fundamentais nas atividades de recuperação, agindo como facilitadoras das espécies dos grupos mais avançados de sucessão (BATISTA NETO, 2007). Bem como, fornecem a rápida cobertura de áreas desnudas, devido ao crescimento rápido de suas espécies, ajudando no controle da erosão (CARTER; UNGAR, 2002). Todavia, quando ocorre excessivo predomínio dessas espécies na composição do banco de sementes na serapilheira, pode não ocorrer o processo de sucessão esperado (BATISTA NETO, 2007). Haja vista, que a contribuição das espécies será somente em níveis iniciais de sucessão (BATISTA NETO, 2007).

Quanto ao hábito predominaram no fragmento de floresta as arboreas, enquanto nas parcelas experimentais aos três e seis meses de avaliação predominaram arbustos e árvores (Figura 8).

Figura 8- Classificações das espécies quanto ao hábito em: (Árvore, arbusto, erva, liana, palmeira e sem classificação) no fragmento florestal, e nos tratamentos aplicados no Platô miltônia 3, aos três e seis meses de avaliação, Paragominas, PA.



No fragmento de floresta primária 90% das espécies são árvores, 8% arbustos, e 2% palmeiras. Já na área experimental aos três e seis de avaliação predominaram no experimento árvores e arbustos. Nos primeiros três meses 41% das espécies eram arbustos, 32% árvores, 23% ervas e 4% lianas. Nas avaliações feitas aos seis meses 41% eram árvores, 33% arbustos, 11% ervas, 13% e 15% lianas. Todavia, quanto ao número de indivíduos, os arbustos e ervas predominaram sobre as outras formas de vidas aos três seis meses de avaliação.

O predomínio de determinadas formas de vidas dependem das características ambientais da área, do tipo de pressão sofrida e também do que ocorreu no seu entorno (ARAÚJO, et al., 2001). Mas a predominância de indivíduos herbáceos tende a diminuir e ocorrer o aumento de indivíduos arbóreos com o avanço da sucessão florestal (BAIDER; TABARELLI; MANTOVANI, 2001; DALLING, 2002). Vale ressaltar que a quantidade de espécies herbáceas, é inicialmente desejável, pois fazem a proteção do solo, além do que, por serem indivíduos rústicos, são pouco exigentes quanto as condições edáficas, água e exigentes de luz (GUBERT-FILHO,1993).

Souza et al. (2006) ao avaliar o banco de sementes contido em serapilheira oriunda de fragmento de floresta, em Minas Gerais, verificou 76,91 % de espécies eram herbáceas e apenas 23, 09% eram espécies arbóreas. No estudo da avaliação da transposição de serapilheira e do banco de sementes de áreas degradadas, também houve o predomínio de espécies herbáceas (RODRIGUES, et al, 2010). Contudo, é importante frisar que nos tratamentos com serapilheira houve um menor número de ervas, além desse fato, o tratamento T4 apresentou um maior número de indivíduos aos seis meses de avaliação, nas formas de vida arbusto (63) e árvore (23), em comparação a forma de vida erva (14) sugerindo portanto que tanto a serapilheira quanto o sombrite inibiram o desenvolvimento das ervas. Este é um efeito desejável, já que as espécies arbóreas e arbustivas são responsáveis pela aceleração da sucessão florestal em áreas degradadas (RODRIGUES, 2010).

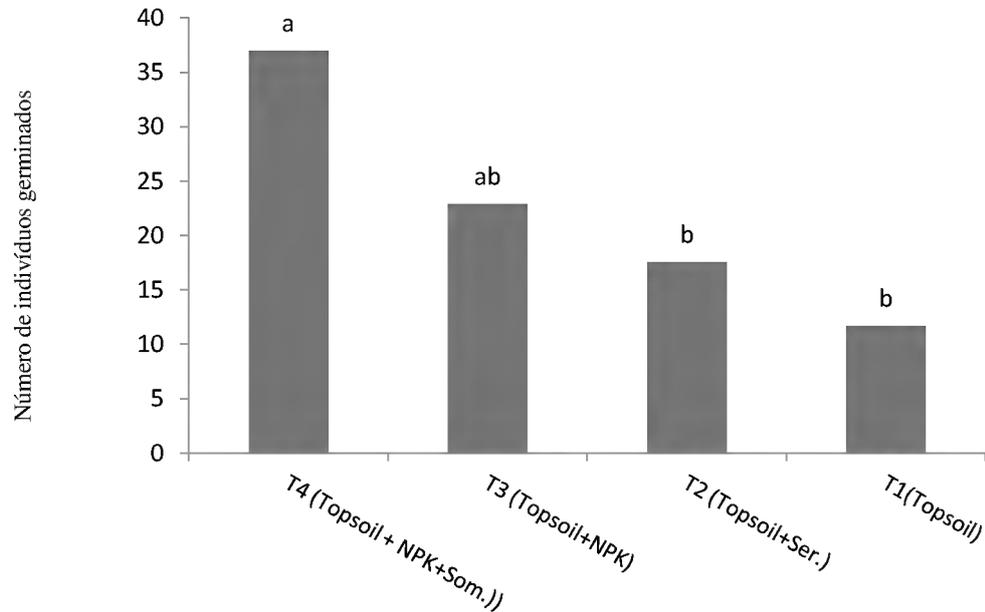
### 6.2.3 Comparação das médias nos tratamentos experimentais

#### 6.2.3.1 Quanto ao número de indivíduos germinados:

Os tratamentos T4 (Topsoil+serapilheira+sombrite) e T3 (Topsoil+ serapilheira+NPK) apresentaram significativamente o maior número médio de indivíduos estabelecidos quando comparados com a testemunha e tratamento com serapilheira (Figura 9). Nota-se também, que mesmo o T4 sendo considerando estatisticamente igual ao T3, houve um maior número de indivíduos germinado em T4, sendo portanto o tratamento que mais obteve destaque. Esse resultado pode estar relacionado com o microclima formado pelo sombrite, que pode ter favorecido a germinação e o estabelecimento do maior número de plântulas. No estudo realizado por Braga et al., (2008), sobre o enriquecimento do sistema solo-serapilheira, não foi detectada diferença estatística no número de indivíduos germinados em ambiente com sombrite a 60% e ambiente a pleno sol, bem como, nos tratamentos com substratos adubados, foi obtido um menor número de plântulas germinadas, contrastando portanto os resultados alcançados neste estudo.

FILHO; SANTOS; FERREIRA, (2013) comparando técnicas de nucleação utilizadas na restauração de áreas degradadas pela exploração de gás e petróleo no município de Coari, no Amazonas, verificou que no tratamento realizado em canteiros adubados com solo mais a serapilheira, também foi evidenciado um maior número de indivíduos, corroborando com os resultados deste estudo.

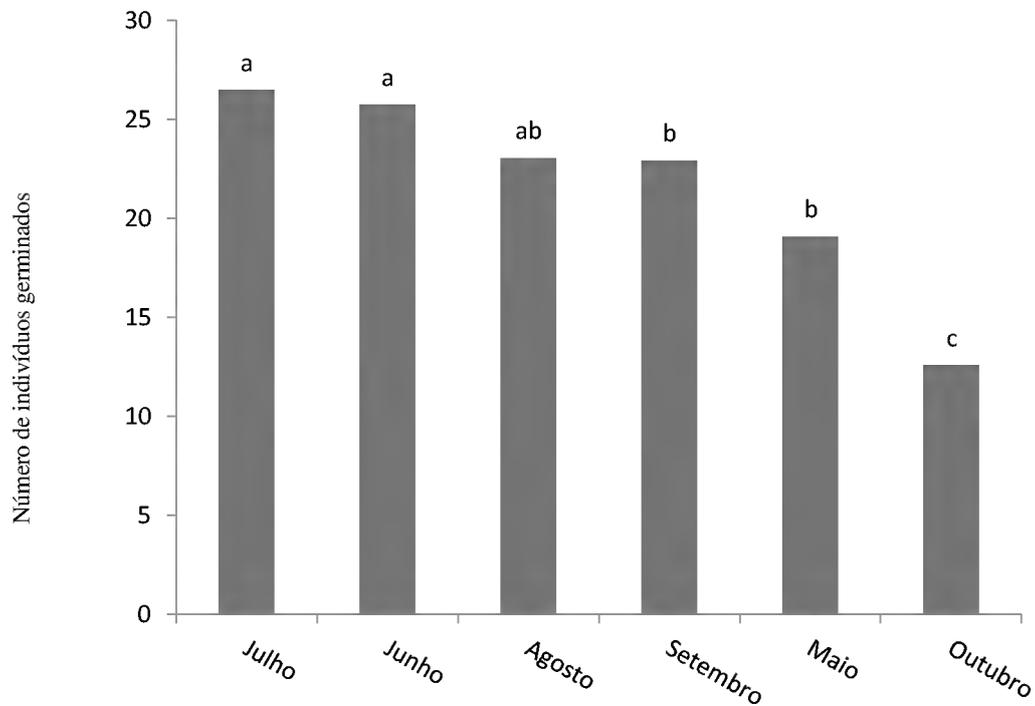
Figura 9- Média do número de plântulas germinadas nos tratamentos (T1, T2, T3 e T4). As barras que apresentam letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%. Platô Miltônia 3, empresa mineração Paragominas, S.A. Paragominas.



Para o número de indivíduos germinados por mês de avaliação, registrou-se diferença no valor médio nas parcelas avaliadas durante o estudo. A média do número de indivíduos nos meses de junho, julho e agosto foram estatisticamente iguais (Figura, 10). Nos meses de maio, agosto e setembro a média do número de indivíduos também foi igual (Figura, 10). Em outubro, último mês de avaliação, a média do número de indivíduo foi diferente estatisticamente dos meses anteriores, e registrou o menor número de indivíduos na área de estudo (Figura, 10).

A diminuição de indivíduos ao longo do tempo muitas vezes é natural, indicando que está ocorrendo mudança no estágio sucessional da área. FILHO; SANTOS; FERREIRA, (2013), em estudo realizado em Urucu, Amazonas ao testar técnicas de nucleação, verificou aos seis meses de avaliação 1540 indivíduos, já aos doze meses, contabilizou 556 indivíduos.

Figura 10- Média do número de plântulas presentes nos tratamentos (T1, T2, T3 e T4), durante seis meses de avaliação, Platô Miltônia 3, Paragominas, Pa. As Barras que representam letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%



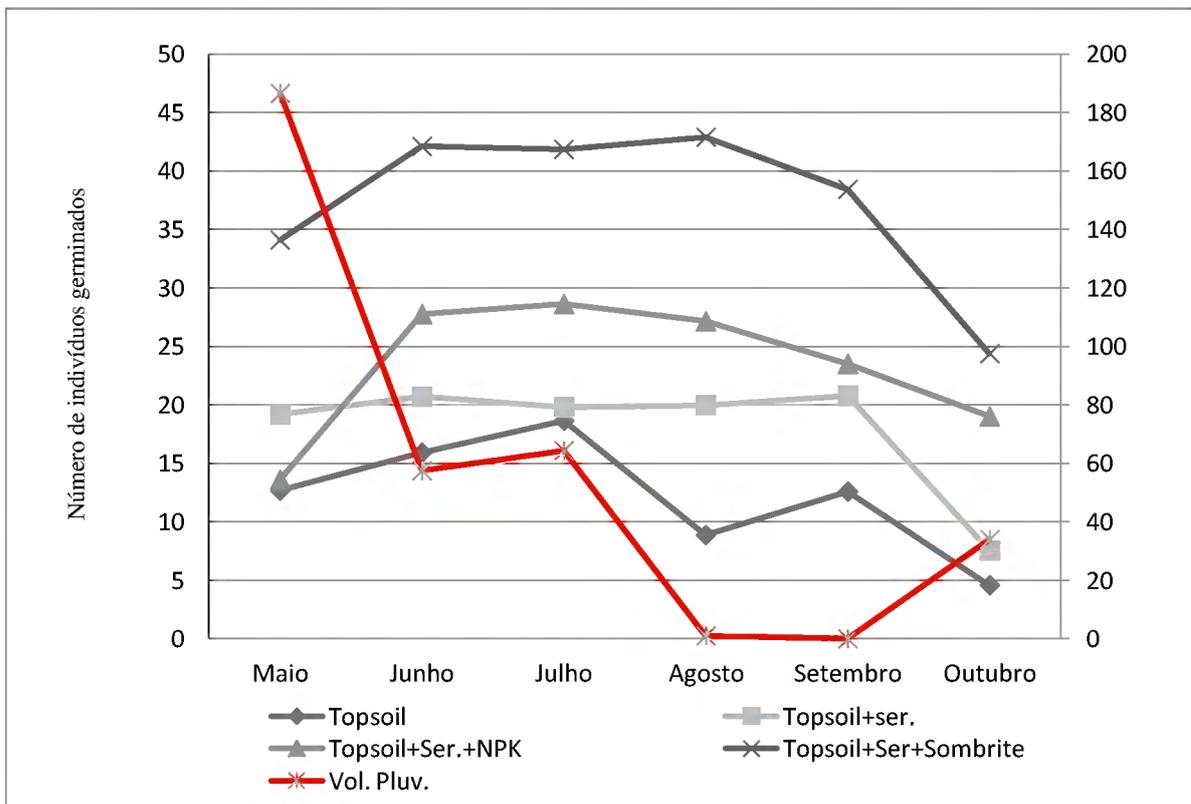
Observa-se que até o penúltimo mês de avaliação os tratamentos aplicados foram iguais entre si, inclusive para o tratamento sem serapilheira. Já no último mês de avaliação houve diferença apenas para o tratamento com topsoil, o qual obteve um menor número de indivíduos germinados. No tratamento T4, apesar de ser estatisticamente igual aos tratamentos T2 e T3, foi o tratamento que obteve o maior número de indivíduos germinados e estabelecidos na área após seis meses de avaliação. Portanto, o uso do sombrite teve efeito positivo, quanto ao número de indivíduos germinados e estabelecidos.

A queda no volume pluviométrico do local foi registrada a partir do mês de junho, chegando a zero nos meses de agosto e setembro. Assim, na medida que diminuam os índices pluviométricos, também diminuiram o número de indivíduos na área, principalmente nos meses de agosto e setembro, com exceção do tratamento T2 (Topsoil+serapilheira) que se manteve estável inclusive nestes dois meses (Figura 11), sendo T3 e T4, os tratamentos que apresentaram as maiores quedas no número de indivíduos. Além disso, nota-se que também

no mês de outubro houve queda no número de indivíduos em todos os tratamentos que foram aplicados, mesmo com o índice pluviométrico voltando a subir neste mês (Figura 12). Esse efeito também pode ter sido ocasionado pelas bruscas quedas pluviométricas ocorridas no meses anteriores (agosto e setembro) na área de estudo (Figura 12).

Segundo Ávila (2007) o movimento e a disponibilidade de água para as sementes são de grande importância para a germinação e crescimento inicial do sistema radicular e emergência das plântulas. Ademais, a deficiência hídrica, é um dos principais fatores responsáveis pelo não estabelecimento e diminuição do crescimento das Plântulas

Figura 12- Efeito dos tratamentos (T1, T2, T3, T4) e pluviometria na Média do número de plântulas germinadas, durante seis meses de avaliação, Platô Miltônia 3, Paragominas, Pa.



(KANEGAE, 2000).

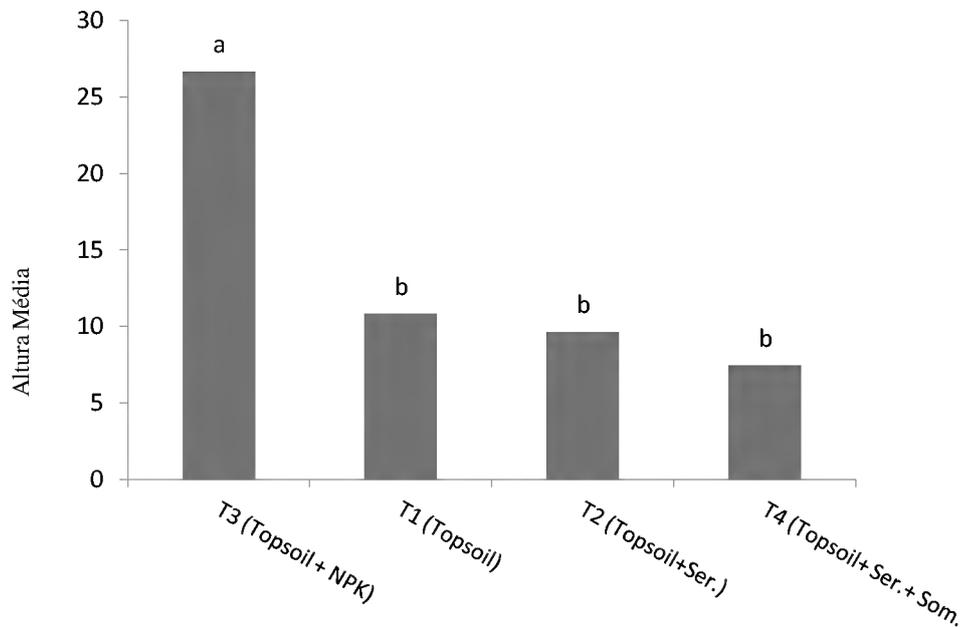
Resultados encontrados por Souza et al., (2006), em Viçosa sobre a avaliação do banco de sementes em serapilheira, mostraram que o tratamento aplicado em casa de vegetação com irrigação foram bastante superiores aos tratamentos que não foram irrigados.

#### 6.2.3.1 Quanto à altura dos indivíduos:

A altura é considerada como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (MEXAL; LANDS, 1990; REIS et al., 1991; MUROYAL, et al, 1997), além do que sua medição não gera a destruição das plântulas, sendo tecnicamente considerada como uma apropriada medida do potencial de desempenho das plântulas (MEXAL; LANDS, 1990).

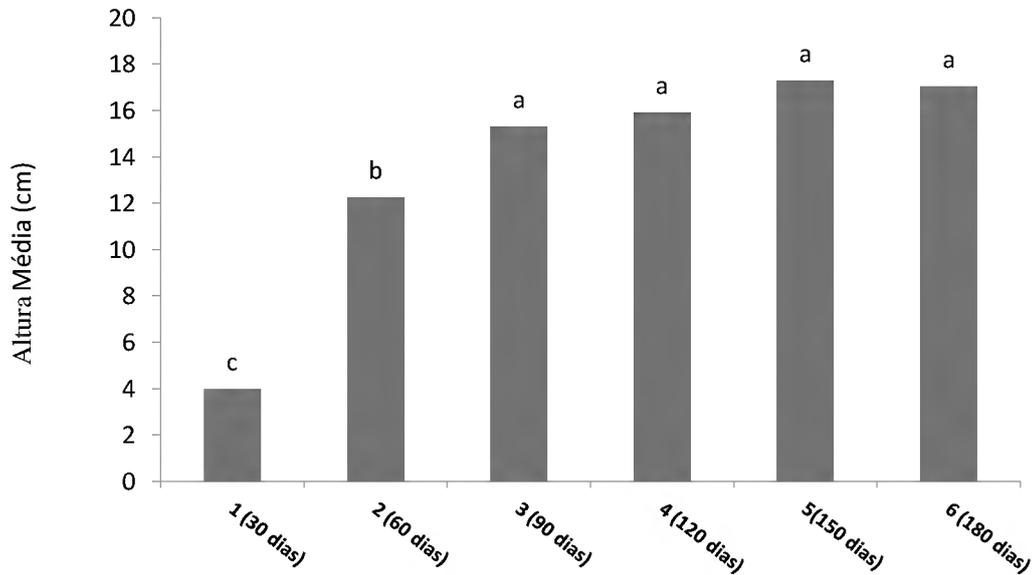
Na avaliação das altura das plântulas, no final de seis meses, constatou-se que o tratamento T3 (Topsoil + Serapilheira + NPK) apresentou significativamente o maior valor de altura total, comparativamente aos outros tratamentos (T1, T2 e T4), os quais foram estatisticamente iguais entre si (Figura 13). Assim somente o uso de serapilheira ou o uso da serapilheira com sombrite não foram determinantes no desenvolvimento em altura das plântulas. Braga et al., (2007), estudando o sistema solo serapilheira, utilizando solo orgânico adubado mais a serapilheira, constatou a eficiência da adubação para o crescimento em altura de mudas. No estudo de FILHO; SANTOS; FERREIRA, (2013), no qual foram feitas comparações de técnicas de nucleação utilizadas na restauração de áreas degradadas na Amazônia, o melhor tratamento para o crescimento inicial das plântulas ocorreu nos canteiros formado pelo solo local, mais o topsoil adubado com NPK, corroborando portanto com o resultado apresentado neste estudo em Paragominas.

**Figura 13** - Altura média (cm) dos indivíduos germinados em cada tratamento no final da avaliação de seis meses, Platô Miltônia 3, Paragominas, Pa. As barras que apresentam letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%.



Quanto a variável altura, relacionada com o período de avaliação de cento e oitenta dias, houve resposta significativa. O teste SNK aplicado mostrou que nos primeiros trinta dias o crescimento das plântulas germinadas foi estatisticamente inferior aos demais meses avaliados, o que implica dizer que o efeito da adubação no mês de implantação do experimento praticamente não existiu. Corroborando com este resultado, Braga (2007), concluiu em seu estudo Viçosa, sobre o enriquecimento do sistema solo-serapilheira com espécies arbóreas, que o uso de substratos não adubados foi melhor para a germinação de sementes do que o uso de substratos adubados. Aos de noventa dias houve o aumento e estabilização do crescimento em altura dos indivíduos germinados, não apresentando a partir do terceiro mês de avaliação diferenças significativas no desenvolvimento das plântulas (Figura, 14).

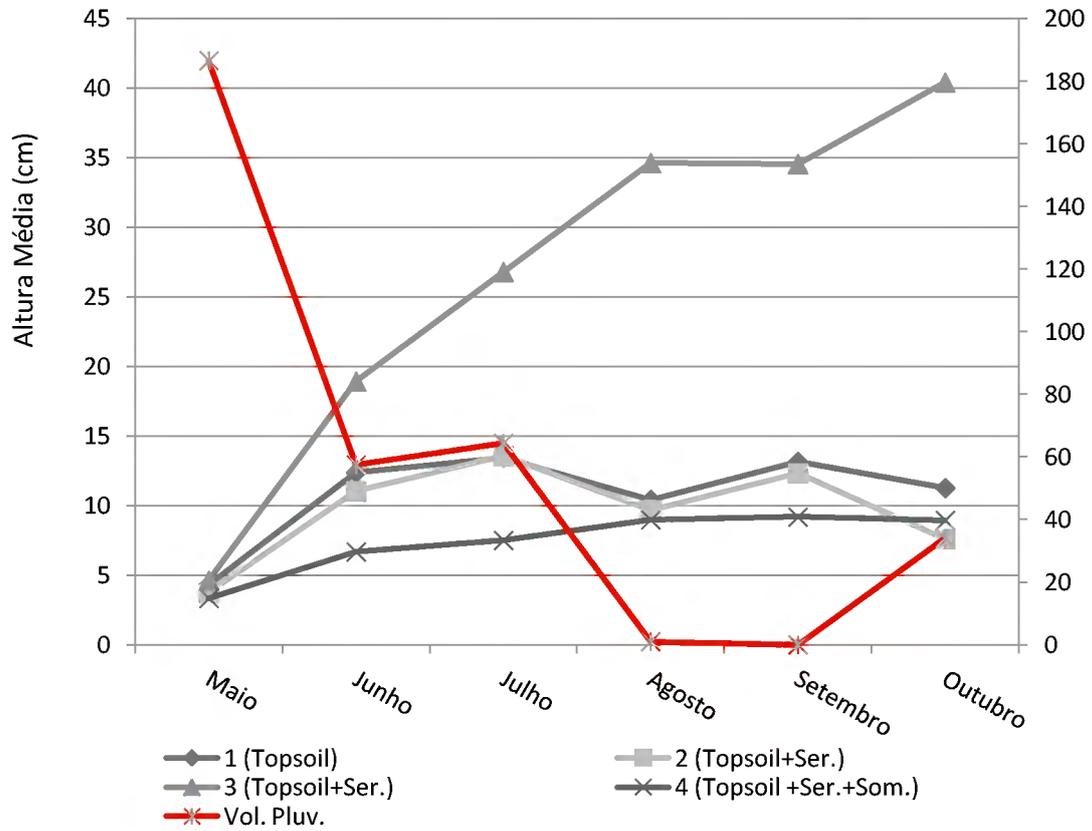
Figura 14- Altura média (cm) de indivíduos germinados ao longo dos cento e oitenta dias de avaliação. As barras que apresentam letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%, Platô Miltônia 3, Paragominas - PA.



Nas parcelas onde foi aplicado o tratamento T3 (Topsoil + serapilheira + adubação) houve significativo crescimento em altura nas Plântulas (Figura 15). Sendo portanto, o fator adubação, imprescindível para o crescimento das Plântulas durante os seis meses de avaliação. Observa-se também que a altura das plântulas em T3 é crescente até o mês junho. Nos meses seguintes (agosto e setembro), período em que houve queda drástica no volume pluviométrico da área, também ocorre queda nas alturas dos indivíduos. Com o passar desses meses, a altura principalmente em T3 tendeu a aumentar novamente. Sendo importante frisar que a alturas dos indivíduos no tratamento T4 se mantiveram baixas, e estáveis inclusive nos períodos com menores índices pluviométricos. Efeito que pode ter sido ocasionado pela presença do sombrite, que diminuiu a entrada de luz para o crescimento das espécies que são em sua maioria pioneiras neste estudo.

Para os tratamentos T1, T2, T4, praticamente não houve diferença nas alturas dos indivíduos durante os seis meses avaliados. FILHO; SANTOS; FERREIRA, (2013), ao fazer comparações entre as alturas médias dos indivíduos estabelecidos em bancos de sementes, constatou que houveram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados ao longo de seis meses e doze meses, não havendo diferenças significativas apenas na avaliação de 18 meses.

Figura 12- Média das alturas de plântulas presentes nos tratamentos (T1, T2, T3 e T4), correlacionada com a pluviometria do local durante seis meses de avaliação, Platô Miltônia 3, Paragominas, Pa. As barras que apresentam letras iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5%.



## 7.CONCLUSÃO

- ✓ Neste estudo foi evidenciado que o uso da técnica de nucleação com transposição da serapilheira tem baixo potencial na germinação e crescimento de plântulas em áreas degradadas pela exploração da bauxita. Mas é importante enfatizar que o uso da serapilheira com adição de adubação (T3- Topsoil, serapilheira e NPK) e uso da serapilheira sombreada (T4- Topsoil, serapilheira e sombrite 50%), contribuíram respectivamente, para a ocorrência dos maiores valores de alturas e número plântulas germinadas na área de estudo.
- ✓ O levantamento florístico realizado no fragmento florestal apresentou diversidade baixa, quando comparado com levantamentos feitos por outros autores, também na região de Paragominas, com elevado de número de espécies raras. Com distribuição uniforme, sem predomínio expressivo de indivíduos em relação ao número e espécies.
- ✓ O levantamento florístico realizado na área experimental apresentou distribuição desuniforme de indivíduos em relação ao número de espécies.
- ✓ Não houve similaridade florística entre o fragmento florestal e área experimental durante os seis meses de avaliação.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. B.; VELÁZQUEZ, A.; VASCONCELLOS-NETO, J. Composición florística de Solanaceae y sus síndromes de polinización y de semillas en e bosques mesófilos neotropicales. **INCI**, Caracas, v.31, n.11 nov. 2006.
- ALVAREZ, V.H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solo. In Ribeiro, A.C; Guimarães P.T., Alvarez (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa: comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999.
- America as a Tool for Restoration and Rural Development. **AMBIO: A Journal of** ANDRADE, A. de A.; TAVARES, S. R. de L.; COUTINHO, H.L. da C. Contribuição da Serapilheira para Recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de Sistemas agroecológicos. **Informe Agropecuário**, BH, v. 24, n.220, p.55-63, 2003.
- APG- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n. 161, p. 105-121, 2009.
- ARAÚJO, F. S. et al. Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n.6, p. 983-992, 2005.
- ARAÚJO, M. E; COSTA, J. R.; MITJA, D., FILHO, N. L., Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia Central, **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 115-125, abr./jun. 2013.
- ÁVILA, M.R. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, vol. 29, n.1, p.98-106, 2007.
- BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. The soil seed bank during Atlantic forest regeneration in Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, n.1, p.35-44, 2001.
- BARRETO, M. L. **Mineração e Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2002.
- BARROS, P. L. C. de. Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira. 1986. 158 p. TESE (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BATISTA NETO, J.P.B. Banco de sementes do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, 4, p.311-320.2007.
- BRAGA A. J. T. et al. Enriquecimento do sistema solo-serapilheira com espécies arbóreas aptas para recuperação de áreas degradadas. **Revista. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1145-1154, 2007.

BRAGA, A. J. T. et al. Composição do banco de sementes de uma floresta Semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1089-1098, 2008.

BRANCALION, P. H. S., RODRIGUES, R. R. GANDOLFI, S. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**. v. 34, n. 03 p. 455-470, 2010.

BRASIL, Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Disponível em:** <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm)>. Acesso em 28 de out. de 2012.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. **Disponível em:** <[http://www.mma.gov.br /port/sbf/dap/doc/snuc.pdf](http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf)>. Acesso em 15 de abril de 2014.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CALEGARI, L. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal, **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 34, n.5, p. 871-880, 2010. Calvi, G.P.; Vieira, G. A nucleação como ferramenta para recuperação de áreas degradadas pela atividade petrolífera. p. 1

CARDOSO, A. L. B.; BRENDLER, K. M. O licenciamento ambiental na mineração e sua efetiva e sua efetiva relação com o meio ambiente levando em conta o que preceitua o Art. 225, §2 da Constituição Federal de 1988. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, n. XVII, 2008, Brasília – DF. **Anais...** do XVIII Congresso Nacional do CONPEDI, Florianópolis, Fundação Boiteux, 2008, p.1459-1475.

CARTER, C.T; UNGAR, L.A. Aboveground vegetation, seed bank and soil analysis of a 31 - year-old forest restoration on coal mine spoil in southeastern Ohio. **The American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 147, n.1,p. 44-59, 2002.

CETEM- Centro de Tecnologia Mineral. **Disponível em:** <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-131-00.pdf/>>. Acesso em 20 de Outubro de 2013.

COELHO, R. de F.R.; ZARIN, D. J.; MIRANDA, I. S.; TUCKER, J. M.. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará. **Acta Amazônia**.2003, vol.33, n.4, p. 563-582.

COLONETTI, et al.Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana da barragem do rio São Bento, Siderópolis, Estado de Santa Catarina. Maringá, v.31, n.4, p 397-405, 2009.

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D.. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**, 265, p. 37-46, 2012.

COSTA, D.M.; FILHO. N. L. Bancos de sementes do solo em pastagens na Amazônia

Central. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 115-125, abr./jun. 2013.

CUNHA, L. O.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA, A. D. de ; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraiba, Brasil. **Revista Árvore**. 2003, vol.27, n.4, pp. 503-515.

DALLING, J. W. Ecología de semillas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p.345-375.

DANTAS, H. F. S. de A.; FREITAS, L. S. de. Sustentabilidade da indústria mineral no município de pedra lavrada - PB: um estudo a partir do uso do ism-índice de sustentabilidade da mineração. *Revista Universo Contábil*, Blumenau, 2014, v. 10, n. 2, p. 144-160, abr./jun.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral, Sumário mineral 2012. Disponível em: <( <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao>)>. Acesso em 17 de outubro de 2013.

EMBRAPA. 1986. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Belém-Pará). **Laboratório de climatologia: normais climatológicas de Paragominas no período de 1980 a 1988**. Belém: Embrapa.

FERRAZ, I. D. K., et al. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**. 2004, vol.34, n.4, pp. 621-VOL. 34(4) 2004: 621 – 633.

FILHO, N. L.; SANTOS, G. R. dos; FERREIRA, R. L. Comparando técnicas de nucleação utilizadas na restauração de áreas degradadas na Amazônia brasileira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.587-597, 2013.

FINA, B. G.; MONTEIRO, R. Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de cerrado sensu stricto, município de Aquidauana-mato grosso do sul. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.577-585, 2013.

FINEGAN, B. **Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforesteria**. Turrialba - Costa Rica, Centro Agronômico Tropical de Investigacion y Ensenanza - CATIE, 1992. 153 p.

FIPE- Fundação Instituto de Pesquisa Econômica. **ANÁLISE DA ESPACIAL DA MINERAÇÃO NO PARÁ**. SP. 2009.

FRANCEZ, L. M. de B; CARVALHO, J. O. P de; BATISTA, F. de J. , JARDIM, F. C. da S.; RAMOS, E. M. L. S. Influência da exploração florestal de impacto reduzido sobre as fases de desenvolvimento de uma floresta de terra firme, Pará, Brasil, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 743-753, out.-dez., 2013

FRANCEZ, L. M. de B. **Impacto da exploração florestal na estrutura de uma área de floresta na região de Paragominas, PA**, considerando duas intensidades de colheita de madeira. 2006. 203 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

FREIRE, K. S. da F. **Avaliação da regeneração natural como indicadora de restauração florestal no parque estadual cachoeira da fumaça, ES.** 2013. 40 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal da Universidade do Espírito Santo, Espírito Santo, 2013.

GANDOLFI, S.; FILHO, H de. F. L.; BEZERRA, C. L.F; Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivos-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos São Paulo, **Revista brasileira de biologia**, v.55, n 4, p. 753-767, nov., 1995.

Gubert-Filho, F.A. (1993), O desflorestamento do Estado do Paraná em um século. Paper presented at Conferência del Mercosur sobre Medio Ambiente e Aspectos Transfronteirizos, 61-69. Posadas, Argentina.

GUEVARA, Rosa; ROSALES, Judith y SANOJA, Elio. Vegetación pionera sobre rocas, un potencial biológico para la revegetación de áreas degradadas por la minería de hierro. INCI . 2005.

HOSOKAWA, T.R.; MOURA, de J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao Manejo e economia de florestas.** Curitiba, PR: UFPR, 2008.

HYDRO. **Mineração de Bauxita.** Disponível em: < <http://www.hydro.com/pt/Aluminio/A-Hydro-no-Brasil/Sobre-o-aluminio/Ciclo-de-vida-do-aluminio/Mineracao-de-bauxita/>>. Acesso em 20 de Outubro de 2013.

IBGE-**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150550&search=paralp-aragominas/>>. Acesso em 20 de março de 2014.

IBRAM- **INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO.** Mineração gera mais de 270 mil empregos no Pará, 2014. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/>>. Acesso em 22 de Outubro de 2014.

JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju- PA. **Acta Amazônica.** Vol. 37(1), p. 37-48. 2007.

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L.; SILVA, A. F. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus – AM. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p.267-278, 1996.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 567-577, dez. 2010.

KILBURN, P.D.. Analysis of the species- Area Ration, Ecology, 47: 831-843, 1966.

LEITÃO FILHO, H. DE F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. **IPEF**, n. 35, p. 41-46,1987.

LIMA, Hernani Mota de; FLORES, José Cruz do Carmo; COSTA, Flávio Luiz. Plano de Recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina: um estudo comparativo. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, V. 59 n. 4, p. 397-402, 2006.

LIMA, et al. Fitossociologia de um trecho de floresta ombrófila densa na Reserva de desenvolvimento Sustentável Uacari, Carauari, Amazonas. **Scientia Plena**, nº 8, 2012.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmentos de floresta Estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n. 2, p. 59-74, 2000.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J. F., Patriota, A.L. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, vol.27, n.2, 2003.

MARTINS, F. R. O Método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual no interior do Estado de São Paulo. São Paulo-USP, 1979, 239 p. (Tese de doutorado em Botânica).

MARTINS, S. V; ALMEIDA, D. P.; FERNANDES, L. V; RIBEIRO, T. M. Banco de Sementes como Indicador de Restauração de uma Área Degradada por Mineração de Caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n.6, p. 1081-1088, 2008.

MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de Ecossistemas Degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.293p.

MATA, M.F; FELIX, L.P. Flora da Paraíba, Brasil: Inga Mill (Leguminosae-mimosoideae). *Revista Brasileira de Biociências* 5 (2): 135-137 (2007).

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**. São Paulo, vol.24, n.68, 2010.

MELO, F.P.L et al. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (ORG.). **GERMINAÇÃO: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MELO, M.S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no nordeste do Pará-brasil**. 2004, 116 f. Dissertação (Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura, "Luiz de Queiroz", São Paulo, 2004.

Mendes, F. da S., et al. Dinâmica da composição florística do sub-bosque em floresta tropical manejada, no município de Moju-Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 2, abr./jun. 2012.

MENDES, F. da S., et al. Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju-Pa. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 379-391, abr.-jun., 2013. *Ciência Florestal*, v. 23, n. 2, abr.-jun., 2013

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**. 4 ed., São Paulo, 2005.

MIRANDA NETO, A. et al. Transposição do banco de sementes do como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p. 1035-1043, 2010.

MIRANDA, I. S. Análise florística e estrutural da vegetação lenhosa do Rio Comemoração Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil, **Acta Botânica**, v. 30, n.3, p. 393-422, 2000.

MITJA, D. et al. Plant species richness and floristic composition change along a rice-pasture sequence in subistence farms of Brazilian Amazon (Benfica, State of Pará). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 124, p. 72-84, 2008.

MONTAGNINI, F., FINNEY, C., 2011. Payments for Environmental Services in Latin MORAES, R.M., DELITTI, W.B.C; RINALDI, M.C.S; REBELO, C.F. Ciclagem mineral em mata Atlântica de encosta e mata sobre restinga, ilha do Cardoso, SP; Nutrientes em serapilheira acumulada. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4. 1998, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: ACIESP, 1998.p 71-77.

NAPPO, M. E.; FILHO, A. T. de O, MARTINS, S.V. A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de mimosa scabrella bentham, em área minerada, em poços de caldas, MG, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.17-29.b, 2000.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda e The Nature Conservancy (TNC). **Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará**. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128 p., 2013.

Nepstad, D.C.; Uhl, C.; Pereira; C.A. & Silva, J.M.C. Barreiras ao estabelecimento de árvores em pasto abandonados da Amazônia: banco de sementes, predação de sementes, herbivoria, e seca. In: Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo. Gascon, C. & Moutinho, P. (eds.) pp. 191- 218. Manaus, Amazonas, 1998.

NETO, F. V. C. et al. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379-387, jul.-set., 2013.

NETO, J. P. B. et al. Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, em viçosa, minas gerais INPA, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 311-320, out-dez, 2007.

OMEJA, P.A., Chapman, C.A., Obua, J., Lwanga, J.S., Jacob, A.L., Wanyama, F., Mugenyi,R.,. Intensive tree planting facilitates tropical forest biodiversity andbiomass accumulation in Kibale National Park, Uganda. *Forest Ecology and Management* 261, 703–709, 2011.

PARROTTA, J.A., KNOWLES, O.H., 2001. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: examples from the Brazilian Amazon. **Ecol. Eng.** 17, 219–239.

PINTO, A.; AMARAL, P.; SOUZA JUNIOR, C.; VERÍSSIMO, A.; SALOMÃO, R.; GOMES, G.; BALIEIRO, C. 2009. **Diagnóstico Socioeconômico e Florestal do Município de Paragominas**. Relatório Técnico. Belém/PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon. 65 p.

POOLE, R.W. An introduction to quatitative Ecology. McGraw-Hill. New York. 532p, 1974.

QUANZ, B. et al. Exploração florestal de impacto reduzido não afeta a florística do banco de sementes do solo. *Rev. Ciências Agrárias*, v. 55, n. 3, p. 204-211, jul-set. 2012.

REGENSBURGER, B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração de argila através da regularização topográfica, da adição de insumos e serrapilheira, de atratores da fauna**. 2004. 94 f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

REIS, A.; TRES, D. R.; BECHARA, F. C. A Nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: Espaço para o imprevisível. In: Simpósio sobre Recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares e Workshop sobre recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo: Avaliação da aplicação e aprimoramento da resolução SMA 47/03, Instituto de Botânica, sp. 2006.

RIMA- **Plano de recuperação de áreas degradadas do Projeto MBP – Mina Bauxita Paragominas (Platô Mitônia 3)**. Companhia Vale do Rio Doce: Paragominas-PA, 2006.

RODRIGUES, B.D.; MARTINS, S.V; LEITE, H.G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, Viçosa - MG. v. 34, n.1, p. 65-73, 2010.

RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, S., NAVE, A.G., ARONSON, J., BARRETO, T.E., VIDAL, C.Y., Brancalion, P.H.S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261, 1605–1613, 2011.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. das C.; SILVA, J. M. da L. da; OLIVEIRA JUNIOR, R. G. de; GAMA, R. J. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA, 2003. 51 p. (Série Documentos, n.162).

SANTANA, C. A. DE A. S. **Estrutura e florística de fragmentos de florestas secundárias de encosta no município do rio de janeiro**. Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza. Seropédica, Rio de Janeiro-Março 2002, 133 p.

SANTARELLI, E.G. Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed). **Matas ciliares conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: FAPESP, , p.313-317, 2009.

SANTOS, J. H. da S., et al. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 387-396, 2004.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L.F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Revista Brasil. Bot.*, V.31, n.1, p.179-187, jan.-mar. 2008.

SER. Society for Ecological Restoration, **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**, 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org>>. Acesso em 27 de agosto de 2013.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos ambientais causados pela mineração. *Revista espaço da Sophia-* n. 8, 2007. Disponível em <

<http://www.registro.unesp.br/sites/museu/basededados/arquivos/00000429.pdf>>. Acesso em 14 de Out. 2013.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. Sucessionais. **Natureza & Conservação**, n 1, v.1, p. 28-36, 2013.

VALÉRIO, A. F.; et al; Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma floresta ombrófila mista montana, município de Irati, Pr – brasil. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 137-147, abr./jun. 2008.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; Peter Trüby. Deposição de serapilheira e nutrientes por espécies nativas em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 42, n. 1, p. 129 - 136, jan-mar. 2012.

Whitmore, T.C. 1990. **An introduction to tropical rain forest**. Clarendon Press, Oxford. 226pp.

## APÊNDICE

**Tabela 1 A-** Dados de área (m<sup>2</sup>) das parcelas, número de espécies novas por parcela, número de espécies novas acumulado por área amostrada e os logaritmos do número de espécies e da área amostrada.

n	Parcelas	Nº Esp.	Acumulada	log S	log A	ln A
	(m <sup>2</sup> )	Novas por Parcela				
1	1000	11	11	1,041393	3	6.907755
2	2000	6	17	1,230449	3.30103	7.600902
3	3000	3	20	1,30103	3.477121	8.006368
4	4000	3	23	1,361728	3.60206	8.29405
5	5000	7	31	1,491362	3.69897	8.517193
6	6000	3	34	1,531479	3.778151	8.699515
7	7000	6	40	1,60206	3.845098	8.853665
8	8000	4	42	1,623249	3.90309	8.987197
9	9000	1	43	1,633468	3.954243	9.10498
10	10000	2	45	1,653213	4	9.21034
11	11000	4	48	1,681241	4.041393	9.305651
12	12000	3	50	1,69897	4.079181	9.392662

**Tabela 2 A-** Resumo da análise de variância para a variável altura relacionada ao fator tempo, tratamento relacionado com o tempo, GL- Grau de liberdade, SQ-Soma dos quadrados, QM- Quadrado Médio. Platô Miltônia III, Paragominas-PA.

F. VARIACÃO	GL	SQ	QM	F	p
Bloco	5	432,0648	86,41296	0,91 NS	P>0,005
Trat.	3	8340,776	2780,259	29,24 **	0,0000
Erro(a)	20	1901,958	95,09788		
Tempo	5	3.071.117	614,2234	48,51**	0,0000
TratxTempo	15	2969,94	197,996	15,64**	0,0000
Erro(b)	95	1202,774	12,66078		
Total	143	17918,63			

**Tabela 3A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável altura relacionada com o fator tratamento, Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

	Média (H cm)	Comparações (SNK 5%)
T3 (Topsoil + NPK)	26,65	a
T1 (Topsoil)	10,82	b
T2 (Topsoil+Ser.)	9,65	b

T4 (Topsoil+ Ser.+ Som. 7,44 b

**Tabela 4A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável altura relacionada ao fator tempo, Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

Tempo	Alt. (H cm)	Teste SNK 5%
1 (30 dias)	3,99	<b>c</b>
2 (60 dias)	12,25	<b>b</b>
3 (90 dias)	15,32	<b>a</b>
4 (120 dias)	15,92	<b>a</b>
5(180 dias)	17,05	<b>a</b>
6 (150 dias)	17,29	<b>a</b>

**Tabela 4A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável altura relacionada ao fator tempo, e tratamentos (T1, T2, T3, T4) Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

Tratamentos	Tempo					
	30	60	90	120	150	180
<b>1 (Topsoil)</b>	4,3b	12,38a	13,45a	10,42a	13,13a	11,26a
<b>2 (Topsoil+Ser.)</b>	3,75c	11,02abc	13,55ab	9,67abc	12,31abc	7,6bc
<b>3 (Topsoil+Ser.+NPK)</b>	4,61ec	18,93dbc	26,8cbc	34,63bbc	34,55bb	40,41a
<b>4(Topsoil +Ser.+Som.)</b>	3,34a	6,68ab	7,5abc	8,98abc	9,19ac	8,95abc

**Tabela 5 A-** Resumo da análise de variância para a variável número de indivíduos relacionada ao fator tempo, tratamento relacionado com o tempo, GL- Grau de liberdade, SQ-Soma dos quadrados, QM- Quadrado Médio. Platô Miltônia III, Paragominas-PA.

**ANOVA:**  
Análise de  
variância raiz  
do número de  
indivíduos

F. VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	p
Bloco	5	13,3311	13,3311	0,25 NS	p maior 0,05
Trat.	3	136,1063	136,1063	4,3 **	0,0068
Erro(a)	20	210,8972	210,8972		

Tempo	5	42	42,1984	20,63**	0,0000
TratxTempo	15	15,245	15,24507	2,48**	0,004
Erro(b)	95	38,8553	38,8553		
Total	143	456,6334			

**Tabela 6A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável número de indivíduos relacionada com o fator tratamento, Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

Trat.	Média (Nº de Ind.)	Comparações (SNK 5%)
T4 (Topsoil + NPK+Som.)	6,0828	<b>a</b>
T3 (Topsoil+NPK)	4,7878	<b>ab</b>
T2 (Topsoil+Ser.)	4,1942	<b>b</b>
T1(Topsoil)	3,4235	<b>b</b>

**Tabela 7A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável número de indivíduos relacionado ao fator tempo, Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

Tempo	Nº de Ind.	Teste SNK 5%
3 (90 dias)	5,1471	<b>a</b>
2 (60 dias)	5,0752	<b>a</b>
4 (120 dias)	4,8032	<b>a</b> <b>b</b>
5(150 dias)	4,7894	<b>b</b>
1(30 dias)	4,3692	<b>b</b>
6 (180 dias)	3,5485	<b>c</b>

**Tabela 8A-** Testes de Médias SNK a 5%, para a variável número de indivíduos relacionada ao fator tempo, e tratamentos (T1, T2, T3, T4) Platô Miltônia 3, Mineração Paragominas S.A., Paragominas-PA.

Trat.	30	60	90	120	150	180
Topsoil	12,6736 <b>ab</b>	15,9201 <b>ab</b>	18,6624 <b>ab</b>	8,8804 <b>b</b>	12,6025 <b>ab</b>	4,5796 <b>c</b>
T2 (Topsoil+Ser.)	19,1844 <b>ab</b>	20,7025 <b>ab</b>	19,8025 <b>a</b>	19,9809 <b>ab</b>	20,7936 <b>ab</b>	7,5625 <b>b</b>
T3 (Topsoil+Ser.+NPK)	13,6161 <b>b</b>	27,7729 <b>ab</b>	28,6225 <b>ab</b>	27,1441 <b>ab</b>	23,5225 <b>ab</b>	19,0096 <b>ab</b>
T4 (Topsoil + NPK+Som.)	34,1056 <b>ab</b>	42,1201 <b>ab</b>	41,8609 <b>ab</b>	42,9025 <b>a</b>	38,44 <b>ab</b>	24,4036 <b>bb</b>



