



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. DURANTE
TRÊS ANOS APÓS EXPLORAÇÃO FLORESTAL SELETIVA EM UMA
FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME**

ITAJACY AUGUSTO SENA KISHI

BELÉM-PA

2005



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. DURANTE
TRÊS ANOS APÓS EXPLORAÇÃO FLORESTAL SELETIVA EM UMA
FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME**

ITAJACY AUGUSTO SENA KISHI

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

Orientador: Fernando Cristóvam da Silva Jardim

Co-orientadora: Izildinha de Souza Miranda

BELÉM-PA

2005



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. DURANTE
TRÊS ANOS APÓS EXPLORAÇÃO FLORESTAL SELETIVA EM UMA
FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME

ITAJACY AUGUSTO SENA KISHI

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

BANCA EXAMINADORA



Prof^o Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim (UFRA)
Orientador

Dr. João Olegário Pereira de Carvalho (Embrapa Amazônia Oriental)
1^o Examinador

Dr.^a. Maria de Nazaré Maciel (UFRA)
2^o Examinador

Dr.^a. Lia Cunha de Oliveira (UFRA)
3^o Examinador

AGRADECIMENTOS

Durante o curto período que passei na Pós-graduação, tive apoio de diversas formas, seja como contribuições ou apenas um pequeno gesto de amizade. Por isso, através deste espaço, venho expressar os meus sinceros agradecimentos.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao seu corpo docente, pela oportunidade de realizar este curso e aperfeiçoar meus conhecimentos;

À CAPES pela concessão de bolsa;

Ao CNPq, FUNTEC e BASA, pelo financiamento do projeto de pesquisa;

À Embrapa Amazônia Oriental, por conceder a área para realização de coleta de dados;

Ao orientador, Prof^o Fernando Cristóvam da Silva Jardim, Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia pelo apoio, estímulo, Respeito e competência na orientação da elaboração da dissertação. Obrigado pela compreensão!;

À co-orientadora, Prof^a Izildinha Miranda, Dra., também pela orientação quanto à elaboração da dissertação;

À Coordenadora do curso de Mestrado em Ciências Florestais, Prof^a Leonilde dos Santos Rosa, que levantou a minha auto-estima. Obrigado pela compreensão!;

À equipe de pesquisa MANEJO FCAP, pelo companheirismo e incentivo, desde a coleta de dados até a confecção deste trabalho. Valeu Fabricio Nascimento, Breno Bicceli, Rosana de Jesus, João Ricardo, Dinilde Serão, Tangriene Nemer, Josilene Valadares (*in memorian*), Lia Mara Vasconcelos, Marcos Jean, Rafaela de Paula e Zilma Patrícia, Davi de Souza;

À equipe de trabalho de Campo, moradores da Vila Betânia – Moju, em especial à família do Sr. Paulo Sérgio Barbosa Campelo, a qual acolheu a equipe do projeto dando-nos além de alojamento, um ambiente familiar para coleta de dados.

Agradecimentos especiais ao meu Pai Yasuo Kishi (*in memorian*), à minha mãe Elcenir Sena Kishi, aos meus irmãos Itajury kishi e Jussara Kishi e principalmente ao tio Coco pela força, incentivo e compreensão.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Fonte: KISHI, Itajacy Augusto Sena. **Dinâmica da população de *protium polybotryum* (turcz.) Engl. durante três anos após exploração florestal seletiva em uma floresta tropical de terra-firme.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.

**DINÂMICA DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. DURANTE
TRÊS ANOS APÓS EXPLORAÇÃO FLORESTAL SELETIVA EM UMA
FLORESTA TROPICAL DE TERRA FIRME**

RESUMO: Este trabalho objetivou ampliar o conhecimento a respeito da dinâmica da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em uma floresta tropical de terra firme, onde foram provocadas clareiras através de uma exploração florestal seletiva na área do Campo Estação Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, Km 30 da PA 150 no município de Moju, Estado do Pará. Os levantamentos foram realizados com base em dois níveis de abordagem: nível I, indivíduos com DAP menor de 5cm e nível II, indivíduos com DAP maior ou igual a 5cm, os quais foram mensurados dentro de parcelas de 2m x 2m e 10m x 50m, respectivamente. Após o primeiro levantamento, feito em junho de 1998, foram feitas medições a cada três meses até junho de 2001. Os resultados deste trabalho foram divididos sob dois enfoques, o primeiro, quanto ao nível I de abordagem, onde os indivíduos foram avaliados segundo a Taxa de Regeneração Natural (TR%), cuja equação é representada pela expressão $TR = [(A_1 - A_0) / (A_1 + A_0)] \times 100$, onde, A_0 = abundância absoluta no início do período, A_1 = Abundância absoluta final, durante três anos. Constatou-se que essa espécie regenera-se em qualquer área ou ambiente da clareira, sem depender de luminosidade para desenvolver-se mas, se beneficiando da luz para crescer. Assim conclui-se que *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. não necessita da formação de clareiras para regenerar-se e crescer. O segundo enfoque foi sobre o crescimento diamétrico dos indivíduos que compõe o nível II de abordagem, onde pode-se constatar que houve um incremento médio anual em diâmetro de 0,23 cm na população dessa espécie.

TERMO PARA INDEXAÇÃO: Dinâmica de população de plantas. Clareira, Taxa de regeneração natural, Incremento diamétrico, *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl.

Fonte: KISHI, Itajacy Augusto Sena. **Dinâmica da população de *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. durante três anos após exploração florestal seletiva em uma floresta tropical de terra-firme.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.

DYNAMICS OF *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. POPULATION DURING THREE YEARS AFTER SECTIVE LOGGING IN A TERRA FIRME FOREST

ABSTRACT: This work aimed to enlarge the knowledge regarding to the dynamics of the population of *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. in a terra-firme tropical forest in gaps caused by selective logging in the Experimental Station of the Embrapa Amazônia Oriental, Km 30 of the PA 150 road in the district of Moju, State of Pará. The survey were done on two sampling levels: level I, individuals with dbh small than 5cm; and level II, individuals with dbh larger or equal to 5cm, which were measured in plots of 2cm x 2cm and 10cm x 50cm, respectively. After the first survey in june 1998, data measurements were made every three months up to june 2001. The results of this work were divided in two approaches: level I, the individuals were evaluated according to the Natural Regeneration Rate (TR), wich is represented by the equation $TR = [(A_1 - A_0) / (A_1 + A_0)] \times 100$ were, A_0 = absolute abundance in the beginning of the period, A_1 = absolute abundance in the end of the period, during a three-year period. It could be observed that this species regenerated at any place or invironment in the gap. It does not depend on sunlight to develop, but it benefits from light to grow. So, it can be conduced that *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. does not need gap condition to regenerate and grow up. The second approach was on diameter growth of individuals that compose the level II where, it can be verified that there was an annual average diameter increment of 0,23cm for the population of *Protium polybotryum* (turcz.) Engl., during a three-year period.

INDEX TERMS: Tree population dynamics, Forest gap, Natural plant regeneration rate, Diameter growth, *Protium polybotryum* (turcz.) Engl.

Fonte: KISHI, Itajacy Augusto Sena. **Dinâmica da população de *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. durante três anos após exploração florestal seletiva em uma floresta tropical de terra-firme.** 2005. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2003.

SUMÁRIO

	Pg.
RESUMO.....	04
ABSTRACT.....	05
ÍNDICE DE FIGURAS.....	08
APRESENTAÇÃO.....	12

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Geral.....	15
1.2.2 Específico.....	16
1.3 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
1.3.1 Bases ecológicas para o manejo sustentável da floresta Amazônica.....	17
1.3.2 Conceito e formação de clareira	18
1.3.3 Sucessão florestal.....	20
1.3.4 Classificação das espécies em grupos ecológicos.....	21
1.3.5 Importância do conhecimento da dinâmica de clareiras.....	23
1.3.6 Descrição da espécie <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl.....	24
1.4 METODOLOGIA GERAL.....	26
1.4.1 Características gerais da área de estudo	26
1.4.2 Metodologia de Coleta de dados.....	28
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. COM DAP < 5 CM

2.1 INTRODUÇÃO.....	35
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.2.1 Caracterização geral da área de estudo.....	37
2.2.2 Metodologia de coleta e análise dos dados.....	37
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
2.3.1 Comportamento de <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. referentes às distâncias do centro das clareiras no período de junho de 1998 a junho de 2001.....	38

2.3.2	Comportamento de <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. referentes às direções Norte, Sul, Leste e Oeste no período de junho de 1998 a junho de 2001.....	45
2.4	CONCLUSÃO.....	49
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO DIAMÉTRICO DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. COM DAP \geq 5 CM

3.1	INTRODUÇÃO.....	53
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3.2.1	Caracterização geral da área de estudo.....	54
3.2.2	Metodologia de coleta e análise dos dados.....	54
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.3.1	Incremento diamétrico de <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. nas posições das parcelas do centro das clareiras para o interior da floresta, em três períodos distintos de observações.....	55
3.3.2	Incremento diamétrico de <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, em três períodos distintos de observações.....	57
3.3.3	Incremento diamétrico de <i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. nas clareiras avaliadas no experimento, a cada três meses de observações.....	58
3.4	CONCLUSÃO.....	61
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização do Campo Experimental da Embrapa, Moju, PA
- Figura 2:** Localização da área de estudo no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no Município de Moju-Pará.
- Figura 3:** Distribuição espacial das nove clareiras selecionadas para avaliação da dinâmica da floresta explorada em Moju - Pará
- Figura 4:** Desenho esquemático das parcelas amostrais para monitoramento da regeneração natural ($Ht \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm) em uma área de floresta densa de terra-firme durante trinta e seis meses após a exploração florestal seletiva em Moju-PA.
- Figura 5:** Taxa de regeneração (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas categorias de tamanho 1 (CT1 - $10 \text{ cm} \leq Ht < 130 \text{ cm}$), 2 (CT2 - $Ht \geq 130 \text{ cm}$ e $DAP < 2 \text{ cm}$), 3 (CT3 - $2 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$) e Somadas (CTS) em função das distâncias das parcelas do centro das clareiras para o interior da floresta no período de junho/1998 (1ª medição) a junho/2001 (2ª medição) em Moju-Pará
- Figura 6:** Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 1 ($10 \text{ cm} \leq Ht < 130 \text{ cm}$), em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.
- Figura 7:** Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 2 ($Ht \geq 130 \text{ cm}$ e $DAP < 2 \text{ cm}$), em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.
- Figura 8:** Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 3 ($2 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$), em relação às

distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

Figura 9: Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. com $Ht \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm, em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

Figura 10: Taxa de sobrevivência (%) de regeneração natural de um população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. após uma exploração florestal seletiva em uma área de terra firme no município de Moju-Pará.

Figura 11: Taxa de regeneração total (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas classes de tamanho 1 (CT1 - $10 \text{ cm} \leq Ht < 130 \text{ cm}$), 2 (CT2 - $Ht \geq 130 \text{ cm}$ e $DAP < 2 \text{ cm}$), 3 (CT3 - $2 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$) e Somadas (CTS) em função da localização das parcelas nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste no período de junho/1998 (1ª medição) a junho/2001 (13ª medição) em Moju-Pará.

Figura 12: Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 1 ($10 \text{ cm} \leq Ht < 130 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste.

Figura 13: Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 2 ($Ht \geq 130 \text{ cm}$ e $DAP < 2 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste

Figura 14: Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 3 ($2 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de

Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste

Figura 15: Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas classes de tamanhos Somadas (CTS), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste.

Figura 16: Desenho esquemático das parcelas amostrais para monitoramento dos indivíduos com DAP ≥ 5 cm de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em uma área de floresta densa de terra-firme trinta e seis meses após exploração florestal seletiva, em Moju-PA.

Figura 17: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium paraensis* Aubl. em relação às distâncias do centro das clareiras para o interior da floresta, em três anos de observação, em Moju-Pa.

Figura 18: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

Figura 19: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas direções (Norte, Sul, Leste, Oeste) das clareiras, em três anos de observação, em Moju-Pa.

Figura 20: Incremento diamétrico acumulado de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

Figura 21: Incremento corrente trimestral de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

APRESENTAÇÃO

O aproveitamento pleno e em bases sustentáveis das florestas tropicais como a amazônica ainda demandam conhecimentos básicos sobre o comportamento das espécies madeireiras que a compõem. Por essa razão, a viabilidade do manejo florestal tem sido questionada em função de incertezas quanto aos resultados práticos dos tratamentos silviculturais que visam melhorar as condições de luminosidade para os indivíduos remanescentes. Embora haja consenso de que todo o processo dinâmico da floresta está baseado na formação de clareiras, faltam dados experimentais que quantifiquem tal influência, seja do ponto de vista do processo de regeneração natural (recrutamento), seja do ponto de vista do crescimento da regeneração pré-existente.

A partir dessa constatação, o grupo de pesquisa Manejo FCAP executou o projeto “Rendimento sustentável em floresta tropical manejada”, com apoio financeiro do CNPq e FUNTEC em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental, o qual foi desenvolvido no campo Experimental da Embrapa no município de Moju – Pará, no período de 1998 a 2001.

O referido projeto teve como objetivo geral;

- Viabilizar condições de campo para estudantes desenvolverem dissertações de mestrado no curso de pós-graduação em Ciências Florestais da FCAP;
- Viabilizar a transferência de conhecimentos da pesquisa para o ensino de graduação;
- Ampliar o conhecimento sobre o comportamento das espécies arbóreas de terra firme, gerando subsídios a futuros planos de manejo sustentável;
- Avaliar aspectos da sucessão secundária em floresta de terra firme, pela formação artificial de clareiras;

Além disso, especificamente objetivou:

- Avaliar o comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em condições alteradas de luz;
- Identificar espécies heliófilas, tolerantes à sombra e intermediárias após a germinação das sementes;
- Selecionar espécies de rápido crescimento para futuros reflorestamentos;

- Identificar espécies com dormência no estágio de mudas não-estabelecidas em função das respostas à variação de luz;
- Identificar possíveis estações de crescimento para espécies arbóreas de terra firme;
- Estabelecer possíveis relações entre densidade da madeira e crescimento;
- Agrupar as espécies por semelhança de respostas.

Os dados coletados no projeto têm permitido gerar informações importantes acerca da dinâmica florestal após exploração seletiva. O estudo aqui proposto apresenta informações de uma das espécies arbóreas da composição florística da área.

O estudo se divide em três capítulos. No primeiro faz-se uma abordagem geral de contextualização da sucessão florestal no manejo da floresta tropical. No segundo capítulo, analisa-se o comportamento da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. com DAP menor que 5cm, através da taxa de regeneração natural. No terceiro capítulo, analisa-se o comportamento dos indivíduos com DAP maior que 5 cm em termos de crescimento diamétrico. Nos dois estratos verifica-se a possível influência das distâncias do centro das clareiras e das direções Norte, Sul, Leste e Oeste no comportamento da espécie.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 INTRODUÇÃO

Diante da ameaça que paira sobre a Amazônia em relação à possibilidade de depredação de seu patrimônio florestal, o manejo florestal sustentável tem sido apresentado nos meios acadêmicos, empresariais, governamentais e políticos como a alternativa mais promissora para a região, no que concerne à adoção de um estilo de desenvolvimento capaz de conjugar desenvolvimento socioeconômico e conservação ambiental. Dessa forma, o manejo florestal sustentável é definido como a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo.

Parece não haver dúvida, por parte dos órgãos oficiais, planejadores e pesquisadores, de que a sustentabilidade do manejo só será alcançada se forem considerados, na sua concepção e elaboração, os componentes ecológicos, sociais e econômicos. Mas, enquanto articulado em torno da concepção de desenvolvimento sustentável, o manejo florestal é ainda bem pouco preciso, carecendo de um arcabouço teórico-conceitual e de uma sólida base técnico-científica, capaz de dar conta das diversas dimensões envolvidas, passando do caráter normativo que o tem caracterizado, para o operacional (Souza, 2002).

Apesar de todos esses anos de experiência com o manejo florestal, a atividade não conseguiu alcançar a devida expressão prática como sistema de uso da terra nos países possuidores de florestas tropicais (Yared, 1992). O que se tem verificado é uma diminuição constante dos estoques de madeiras tropicais, paralelamente ao aumento das áreas alteradas, em função da utilização desses recursos em bases ecologicamente não-sustentáveis.

Embora as pesquisas sobre manejo florestal na Amazônia brasileira venham sendo desenvolvidas desde 1958, portanto há 44 anos, a descontinuidade dessas pesquisas ainda não permite que se tenham informações concretas envolvendo um ciclo completo de corte. Apesar disso, as análises dos resultados até agora obtidos permitem estabelecer diretrizes e recomendar ações para o manejo de florestas, tornando essa atividade substancialmente menos predatória e economicamente mais viável (Souza, 2002).

Um sistema de manejo florestal aplicado à produção madeireira envolve um conjunto de atividades relacionadas com os processos de extração da madeira, com o monitoramento da floresta e com os sistemas silviculturais aplicados para garantir as futuras safras (Yared,

1992). Os sistemas silviculturais compreendem o conjunto de procedimentos necessários para conduzir uma floresta manejada para produção de novas safras. É o processo pelo qual as safras produzidas por uma floresta são tratadas, removidas e substituídas por novas safras, resultando na produção de madeira de distintas formas (Silva, 1989).

Atividades silviculturais adequadas são cada vez mais exigidas pelo setor florestal, com o intuito de melhorar a produção e diminuir o impacto causado pela exploração madeireira, levando a menor tempo de retorno à área para a próxima exploração. O desconhecimento da auto-ecologia das espécies florestais dificulta o emprego dessas atividades, na maioria das vezes, por serem necessários conhecimentos básicos dessas espécies, principalmente seu comportamento em relação à abertura no dossel da floresta, pelas quais ocorre modificação na quantidade e qualidade da radiação que chega ao piso florestal.

Além do conhecimento do comportamento da maioria das espécies em diferentes micro-ambientes da floresta, existem outros fatores que dificultam a investigação das espécies arbóreas em florestas tropicais, como, por exemplo, a grande heterogeneidade florística desses ecossistemas, agravada pela falta de representatividade dessas espécies nas parcelas de estudo, muitas vezes sendo necessário plantios das espécies desejáveis.

Já existe consenso de que a dinâmica da floresta equatorial ou tropical depende fundamentalmente da formação de clareiras, cujo ciclo de abertura – recobrimento – fechamento – regula todo o processo de sucessão, até a floresta madura. Assim fica evidente a influência da luz no comportamento da vegetação (Jardim, 1995).

Cabe aos pesquisadores florestais ajustar as técnicas de condução da floresta residual às características ecofisiológicas das espécies de interesse, as quais, em virtude das respostas a variações na intensidade de luz, poderiam ser agrupadas por comportamento semelhante, o que facilitaria as decisões silviculturais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar a dinâmica populacional da espécie *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. (breu almescla), em uma floresta tropical úmida de terra firme explorada seletivamente no município de Moju-Pará.

1.2.2 Específicos

- a) Determinar a influência da distância do centro das clareiras de exploração sobre o crescimento e a taxa de regeneração natural dessa espécie;
- b) Determinar a influência das direções Leste, Oeste, Norte e Sul sobre o crescimento, e a taxa de regeneração natural dessa espécie;
- c) Determinar os grupos ecológicos da espécie (tolerantes à sombra, intermediárias e heliófilas) de acordo com as respostas de crescimento e a taxa de regeneração natural.

1.3 REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Bases ecológicas para o manejo sustentável da floresta Amazônica

A floresta amazônica apresenta um emaranhado complexo de interações biológicas. As preocupações gerais quanto ao modelo de desenvolvimento da Amazônia concentram-se na possibilidade de destruição do equilíbrio natural desse ecossistema e nas conseqüências dessa destruição, uma vez que ainda não foram avaliados precisamente todos os serviços que a floresta amazônica fornece relativos às suas funções ecológica e ambiental.

No nível do conhecimento atual, as preocupações com os efeitos da destruição da floresta amazônica atingem desde a dimensão local até a dimensão global.

O desafio ecológico da ciência florestal consiste em estudar as múltiplas funções ecológicas e ambientais que a floresta exerce, podendo assim prever com maior facilidade as conseqüências negativas que poderão surgir com a modificação da cobertura vegetal e reforçar os argumentos em favor da necessidade da adoção do manejo florestal sustentável (Souza, 2002).

Entre os fatores ecológicos críticos a serem considerados no manejo florestal sustentável (Hartshorn, 1995), estão: reprodução, regeneração natural, crescimento, dispersão de sementes, estabelecimento de mudas, luminosidade, processos ecológicos e as diversas funções do ecossistema florestal.

De acordo com Hartshorn (1995), há uma carência muito grande de informações científicas sobre a biologia reprodutiva das espécies em florestas naturais. Informações importantes sobre características reprodutivas, como fenologia, sistema reprodutor, polinização, dispersão e viabilidade de sementes, são importantes para garantir colheitas sustentáveis. No entanto, essas informações estão disponíveis apenas para uma pequena quantidade de espécies tropicais fornecedoras de produtos madeireiros ou não madeireiros.

A regeneração natural de espécies comerciais é outro fator-chave para sistemas de manejo em florestas tropicais. Um processo adequado de condução da regeneração natural é de fundamental importância para o uso sustentável das espécies comerciais.

O estoque de sementes, mudas e arvores de certas espécies pode não ser um indicador confiável de estoque futuro de indivíduos exploráveis. Em *habitats* naturais, como a floresta tropical, a maioria das populações de plantas enfrenta condições bastante restritas em seu ciclo de vida, principalmente nas fases de sementes ou de mudas. Todavia, uma distribuição diamétrica contínua e decrescente, na forma de “J invertido”, tem sido

reconhecida como um atributo essencial para garantir a sustentabilidade da exploração florestal madeireira (Jardim & Hosokawa, 1986 e Jardim, 1995).

Muitas sementes produzidas possuem baixa viabilidade (baixo poder de germinação) ou necessitam de condições de sítios específicas, envolvendo, por exemplo, umidade, calor e substâncias químicas, ou podem ainda depender da ação de dispersores (Hartshorn, 1995).

Outro ponto que requer maiores informações diz respeito ao papel dos distúrbios naturais, como a abertura de clareiras pela queda de árvores, na dinâmica das comunidades, na regeneração natural e na manutenção da biodiversidade.

Essas informações são importantes quando se trata de definir a intensidade das intervenções do manejo, as condições ecológicas que devem ser mantidas após as intervenções e os tratamentos silviculturais necessários para tal (Souza, 2002).

Um dos aspectos que desencorajam a adoção do manejo florestal é a taxa de crescimento extremamente baixa de muitas espécies tropicais de valor comercial, aliada a uma inadequada regeneração natural na floresta primária. O crescimento diamétrico médio na floresta amazônica é de aproximadamente 2 mm/ano (Silva, 1996). Entretanto, a abertura de clareiras pode favorecer o desenvolvimento rápido de espécies heliófilas, como cipós, espécies pioneiras ou espécies de valor comercial. Uma intervenção adequada resultante de uma exploração de baixo impacto, por exemplo, aliada a práticas silviculturais eficientes, pode aumentar as taxas de crescimento diamétrico de árvores jovens para algo em torno de 8 mm/ano (Silva, 1996).

A manutenção da biodiversidade da floresta é outro assunto de relevância especial em se tratando do manejo florestal sustentável. A produção florestal e a conservação da biodiversidade são compatíveis, portanto, a manutenção da diversidade no ecossistema florestal é uma ação necessária para a manutenção da estrutura dos ciclos e interações biológicas.

1.3.2 Conceito e formação de clareira

O conceito de clareira é bastante variado na literatura. Oldeman (1978) e Riera (1990) utilizam o termo “Chablis” para designar tanto a queda de uma árvore, como a perturbação que lhe é associada.

Bazzaz & Pickett (1980) definem clareiras como “brechas” no dossel da floresta, em que as condições ambientais diferem daquela do dossel fechado e onde os recursos, particularmente a luz, são liberados do controle dos indivíduos do dossel dominante.

Clareira é a área da floresta com dossel descontínuo, aberta pela queda de galhos de uma ou mais árvores, limitada pela copa das árvores marginais (Almeida, 1989; Barton *et al.*, 1989; Carvalho, 1997). Brokaw (1982) definiu clareiras como os autores citados acima. Entretanto, para ele, ela estende-se através de todos os estratos da floresta até uma altura média de dois metros do solo. Esse conceito foi expandido por Stocker (1985) para incorporar toda a extensão do piso até o dossel superior. Entretanto, ele foi questionado por Pickett (1983) por causa da idéia de uniformidade que encerra, ao contrário do ambiente altamente heterogêneo das clareiras. Mais simples ainda é o conceito de Uhl & Murphy (1981) de que clareira é simplesmente a área aberta resultante da queda de uma ou várias árvores, sem copa por cima.

Para Popma *et al.*, (1988), a área de uma clareira engloba sua zona de influência, cujo limite vai até aonde houver espécies pioneiras em regeneração. Almeida (1989) acha lógica a definição mais biológica que física utilizada por Popma *et al.*, (1988), reconhecendo que o impacto da abertura de uma clareira circunscreve um raio de ação numa área muito mais ampla do que aquela restrita pelas copas das árvores marginais.

Uma série de fatores pode originar uma clareira no dossel florestal, como a morte de uma árvore associada à ocorrência de doenças, ataque de insetos e cupins ou então senescência natural (Brokaw, 1985; Tabarelli, 1994), e a queda de uma ou mais árvores do dossel pela ação mecânica dos ventos e da chuva (Hartshorn, 1978; Brokaw, 1985; Almeida, 1989; O'Brien & O'Brien, 1995).

Cada fator pode formar clareiras de diferentes tamanhos. Dessa forma, clareiras pequenas tendem a ser formadas pela morte de uma árvore em pé, pela queda de uma árvore de pequeno porte ou ainda pela queda de parte da copa. Já grandes clareiras resultam da queda de uma ou mais árvores de grande porte, pela ação de ventos fortes, furacões e deslizamentos de terras. Com isso, a dinâmica da floresta ocorre de forma diferente de acordo com o processo de formação de clareiras, sendo comum a quebra do tronco próximo da região da copa ou do chão e a perda de parte da copa (Almeida, 1989).

Portanto, como o nível do distúrbio pode ser muito variado, as respostas ecofisiológicas da vegetação também devem ser complexas. Nesse contexto, as espécies arbustivo-arbóreas dos diferentes estratos verticais da floresta tendem a apresentar adaptações às várias condições ambientais existentes na floresta, ou seja, desde o sub-bosque sombreado até o centro de grandes clareiras naturais.

Considerando as florestas tropicais como mosaicos de diferentes fases sucessionais, em que a clareira é o elemento gerador da fase inicial do processo de sucessão, várias teorias

têm atribuído a esse tipo de distúrbio a elevada diversidade de espécies arbóreas nessas florestas. As alterações de temperatura, da relação vermelho/vermelho extremo da luz espectral, da intensidade da luz solar, da umidade relativa do ar e das características do solo, resultantes da abertura de clareiras, podem favorecer espécies pouco abundantes em uma floresta a encontrar condições para se estabelecer e competir, pelo menos durante algum tempo com as espécies dominantes, evitando assim a exclusão competitiva (Martins, 2000).

1.3.3 Sucessão florestal

No estudo da dinâmica de clareiras, procura-se entender a evolução do processo de sucessão ecológica em áreas abertas, nas florestas, pela ação de distúrbios, representados pela queda de uma ou mais árvores. Assim, são avaliados aspectos como alterações ambientais decorrentes da abertura da clareira, respostas em termos de recrutamento, sobrevivência e crescimento da vegetação pré-existente na forma de banco de sementes e plântulas, bem como o papel desses distúrbios na estrutura, na composição florística e na dinâmica da floresta, numa visão holística.

Para vários autores (Almeida, 1989; Vieira & Higuchi, 1990; Tabarelli, 1994; Carvalho, 1997; Fraver *et al.*, 1998), o processo sucessional em florestas tropicais se deve fundamentalmente às clareiras, sendo visto nesses ambientes, uma grande capacidade de regeneração das espécies. Após um desflorestamento, se a área for deixada sem distúrbios por determinado tempo, tem início o processo de recolonização, que prossegue até que a floresta seja reconstituída (O' Brien & O' Brien, 1995). A velocidade de recuperação da vegetação depende do grau e da natureza da perturbação e do período de formação, os quais podem indicar quais espécies colonizarão aquele ambiente (Clarck & Clarck, 1990).

Para que se possa ter um melhor entendimento do processo dinâmico da sucessão natural com base nas clareiras, é necessário que se faça uma definição prévia dos elementos que caracterizam o processo.

Sucessões, segundo Dajoz (1983), pode ser primária e secundária. A sucessão primária corresponde à instalação dos seres vivos em um meio que nunca havia sido povoado. A sucessão secundária aparece em um meio que já foi povoado, mas do qual foram eliminados os seres vivos por vários motivos.

Gomez e Pompa (1974) definem sucessão secundária como sendo as mudanças nos ecossistemas após a destruição parcial de uma comunidade, podendo ocorrer em uma pequena área de floresta nativa, após a queda de uma árvore, ou em vários hectares de uma

cultura abandonada. Para Richards (1952), esse processo é representado pela progressiva mudança na composição da floresta, desde as espécies secundárias (pioneiras) até as espécies primárias (clímax).

Tracey (1985) define sucessão secundária como o processo envolvendo várias combinações de estádios florísticos pioneiros, secundários iniciais e secundários tardios, antes que um estágio maduro da floresta seja restituído.

Segundo Jardim *et al.*, (1993) a dinâmica sucessional na floresta como um todo, pode ser representada por um processo contínuo de abertura-recobrimento-fechamento-abertura de clareiras.

Após a sua formação, uma clareira passa por um período mais ou menos longo de recuperação ou recobrimento (sucessão), que culmina com o fechamento da mesma. A duração desse período depende fundamentalmente do tamanho da clareira. Se esta for provocada pela queda de um galho ou de uma árvore pequena, seu fechamento poderá ser feito pela simples expansão lateral das copas das árvores em volta, ou pelo rápido crescimento vertical da regeneração natural avançada pré-existente, donde se depreende que a sucessão reinicia num estágio mais ou menos avançado e a cicatrização será rápida, favorecendo as chamadas espécies oportunistas de pequenas clareiras.

Quando a clareira é formada pela queda de uma grande árvore, seu fechamento é mais demorado, pois a sucessão será reiniciada num estágio muito menos avançado. Neste caso, para o recobrimento, haverá necessidade de um certo grau de colonização além do crescimento da regeneração avançada, resultando numa competição mais ou menos intensa até a predominância de algumas espécies do dossel. Essa situação pode favorecer as espécies chamadas oportunistas de grandes clareiras ou secundárias tardias, que normalmente são emergentes e desenvolvem grande fitomassa.

Em grandes clareiras, formadas pela queda de várias árvores, a sucessão é ativada nos seus estágios mais iniciais, com ampla colonização por invasoras e pioneiras, que competirão fortemente com a regeneração pré-existente, mas que, por serem de vida relativamente curta, serão gradativamente substituídas por vegetação mais persistente e de maior fitomassa até o completo fechamento do dossel.

1.3.4 Classificação das espécies em grupos ecológicos

Existem diversas formas de classificação das espécies em grupos ecofisiológicos, como por exemplo, semelhança entre taxas de mortalidade e crescimento (Martini, 1996) e

taxa de regeneração natural (Mory, 2000; Bicelli *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2001; Guimarães *et al.*, 2001; Kishi *et al.*, 2001).

Jardim & Hosokawa (1986) e Jardim *et al.* (1996) caracterizaram as espécies de acordo com a sua distribuição diamétrica. As espécies que apresentam distribuição diamétrica na forma contínua e decrescente são as chamadas tolerantes; as espécies com carência de indivíduos nas classes de tamanho menores ou distribuição descontínua são chamadas pioneiras e são fortemente heliófilas; as espécies cuja distribuição tem forma intermediária entre esses extremos são chamadas oportunistas, podendo ser de grandes ou pequenas clareiras, conforme demandem mais ou menos luz para se estabelecerem.

Segundo Carvalho (1997), a classificação das espécies em grupos ecofisiológicos podem ser feitas de acordo com suas características biológicas e ecológicas comuns levando em conta, principalmente, sua regeneração natural e seu padrão de crescimento, embora outros aspectos como tipo de sementes, a estrutura da madeira e a longevidade natural devam ser levados em consideração.

Na maioria das vezes os grupos ecológicos podem ser classificados como espécies exigentes por radiação (heliofilas) e tolerantes à sombra (tolerantes). Para Tanaka (1998), essa dicotomia não existe e sim um gradiente de exigências lumínicas que variam durante todo o ciclo de vida das espécies. Essa variação pode ser influenciada pela posição na estrutura vertical da floresta, estágio sucessional e estação do ano.

Deve-se atentar ao fato de que as espécies respondem à radiação de forma variada. Portanto, a princípio, deve-se saber se a espécie tolera ou não o sombreamento e, a partir daí, estudar qual o nível de radiação é mais adequado à espécie. Portanto, o pensamento de Tanaka (1998) é lógico, entretanto existe uma grande dificuldade em classificar essas espécies haja vista a grande heterogeneidade no comportamento das mesmas, onde espécies que pertencem até ao mesmo grupo ecológico, tem resposta variada quanto ao nível de radiação requerido para seu estabelecimento com sucesso.

Nas Florestas Tropicais Úmidas, existem pelo menos três regimes de luz bem distintos: altos níveis de radiação, altos níveis de sombreamento no sub-bosque e níveis intermediários de luz nas regiões de transição entre as clareiras e o sub-bosque, ou nas clareiras já parcialmente preenchidas.

Para descrever as espécies florestais que se adaptam às distintas condições de luz existentes nas florestas tropicais, pode-se reconhecer a existência de pelo menos três grupos distintos de espécies ou categorias sucessionais, que apresentam diferentes comportamentos de regeneração dentro da floresta: as espécies pioneiras, que ocorrem normalmente nas

clareiras e que necessitam de níveis mais elevados de luz para sua sobrevivência, as espécies secundárias iniciais, que são capazes de explorar níveis intermediários de luz e ocorrem nas regiões de transição entre as clareiras e o sub-bosque ou em clareiras parcialmente preenchidas, e por fim, as espécies de clímax que estão adaptadas a se desenvolver em condições de grandes sombreamentos, no sub-bosque da floresta (TURNBULL & YATES, 1993).

1.3.5 Importância do conhecimento da dinâmica de clareiras

Como grande parte do esforço da silvicultura visando maximizar a obtenção de produtos florestais como madeira, látex, frutos e resinas, baseia-se no cultivo de espécies mais adaptadas a condições de luz, temperatura, umidade, etc..., evidencia-se o papel do conhecimento da dinâmica de clareiras, para essa área da Ciência Florestal, por meio da geração de informações sobre adaptações das espécies às variações de tais fatores ambientais.

Apenas para exemplificar, algumas espécies típicas da condição de clareira como *Cecropia* spp, *Croton priscus*, *Solanum* spp, *Trema micrantha*, *Urera baccifera* e *Vernonia diffusa*, apresentam potencial para utilização na revegetação de áreas degradadas. Já outras espécies de importância comercial, amplamente estudadas em termos silviculturais, como *Euterpe edulis* e *Theobroma cacao*, são caracterizadas como representativas dos estádios mais tardios da sucessão, por isso necessitam ser cultivadas em determinado regime de sombreamento, principalmente na fase juvenil (Martins, 2000).

No manejo de florestas nativas, área da Engenharia Florestal em que se objetiva a obtenção de uma série de produtos florestais sem eliminação total da floresta e de forma sustentável, a dinâmica de clareiras também está diretamente incluída. A atividade antrópica, conhecida como exploração seletiva de determinadas espécies arbóreas como *Swietenia macrophylla*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata*, dentre outras, particularmente na floresta amazônica, gera clareiras de diferentes tamanhos e com variados níveis de impactos na floresta remanescente.

Assim, para o sucesso do manejo florestal, não basta determinar o diâmetro mínimo e o número máximo de árvores a serem exploradas numa determinada área, mas também conhecer aspectos como auto-ecologia das espécies, biologia reprodutiva e dispersão de sementes. Muitas espécies de alto valor comercial têm ocorrência preferencial em eco-unidades, em estádios sucessionais mais avançados da floresta, necessitando de determinado nível de sombra, principalmente na fase jovem. Dessa forma, a abertura de uma grande

clareira para retirada de uma árvore pode inibir a regeneração das espécies naquele ambiente (Martins, 2000).

A abertura de clareiras inerente à atividade de manejo florestal deve ser analisada cuidadosamente, buscando-se sempre o mínimo impacto na floresta, uma vez que essas áreas de distúrbios representam sítios favoráveis à colonização por determinadas espécies, que podem ser indesejáveis comercialmente, e desfavoráveis para as espécies que se deseja explorar de forma sustentável. Por exemplo, com o aumento da intensidade de luz pela formação da clareira, espécies pioneiras de rápido crescimento, madeira de baixa densidade e pouco valor comercial podem colonizar rapidamente a área, o mesmo acontecendo com espécies de lianas, impedindo a regeneração de espécies tardias de maior valor já presentes na área na forma de bancos de plântulas no sub-bosque (Martins, 2000).

1.3.6 Descrição da espécie *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl.

A espécie *Protium polybotryum* (turcz.) Engl. vulgarmente conhecida como breu-amescla ou amesclão na região de Moju, pertence à família Burseraceae, que é representada nos trópicos por 7 gêneros e aproximadamente 228 espécies (Daly, 1987). Segundo este autor as árvores desta família são de pequeno porte, mas algumas espécies podem atingir o dossel da floresta. Resina aromática é encontrada em quase todas as partes da planta, com cheiro lembrando incenso ou terpenos (breu). Suas folhas são alternas e compostas, geralmente imparipenadas. Os folíolos muitas vezes têm pulvínulo (*protium*). A margem é inteira ou serrada (*Protium subserratum* e *Crepidospermum rhoifolium*).

As inflorescências podem ocorrer com racemos, panícula ou pseudo-espigas. As flores são unissexuadas e muito pequenas (nunca passam de 5 mm), de cor creme, amareladas ou esverdeadas, raramente avermelhadas (*Trattinnickia*). As flores têm 3 a 5 sépalas, normalmente unidas, e 3 a 5 pétalas, livres ou unidas. Um disco está sempre presente, com 6 a 10 estames, às vezes inseridos num disco. O ovário é súpero, com um estilete, raramente com ramificações muito curtas, com um estigma, lobado ou inteiro, ou de 3 a 5 (tantos quanto os lóculos do ovário). Os frutos são drupáceos, às vezes capsulares, muitas vezes oblíquos. O pirênio está envolto por polpa de cor branca (nos neotrópicos), que se destaca devido à cor vistosa das válvulas ou columela ou devida à cor preta do pirênio.

A família pode ser confundida com outras pertencentes à ordem Sapindales, entretanto várias características levam à correta identificação da família: a presença quase sempre visível de resinas muito aromáticas, em ferimentos do tronco, de cor geralmente lembrando verniz,

esbranquiçadas ou incolores (em *Protium klugii* ela aparece esbranquiçada a esverdeada), e que, quando secas formam geralmente massas cristalizadas brancas, também muito aromáticas, isso associado com a presença de pulvínulos e o folíolo terminal flexionado (geniculado) (*Protium*) na maioria das espécies. Mesmo assim algumas espécies poderão ser confundidas com taxa da família Anacardeaceae, que possuem também resinas no tronco e folhas compostas.

Nada se sabe a respeito da polinização das Burceraceae neotropicais e a dispersão se dá por endozoocoria. Em espécies com frutos deiscentes, um interessante mecanismo de apresentação da semente ocorre: à medida em que a valva externa do fruto cai, a semente envolta em sua polpa, muitas vezes saborosa e adocicada se projeta para fora do lóculo, ficando pendurada pela região inferior do fruto (Daly, 1987). Devido à cor normalmente vistosa do interior das valvas (muitas vezes vermelha), a planta provavelmente deve atrair muitas aves. *Steatornis* (o guácharo) come frutos de *Dacryodes* e *Trattinnickia*, que possuem mesocarpo oleoso, importantes na sua dieta. Algumas espécies não apresentam cores vistosas no interior do fruto, sendo esbranquiçadas a esverdeadas. Provavelmente estas são dispersas por morcegos.

Algumas árvores que chegam a atingir grande porte, como *Tetragastris spp.* e *P. altsonii*, fornecem madeira para indústria, enquanto outras têm sua resina retirada, principalmente pela população local, para uso medicinal, na iluminação e para calafetar canoas.

O gênero *Protium* é representado em todas as matas do País, desde o norte até o extremo sul, reunindo desde espécies arbustivas, pouco expressivas como produtoras de madeira, até as arbóreas, com algumas espécies produtoras de madeiras com expressão comercial internacional, como as de *Protium decandrum* March. e *Protium sagotianum* March., comuns nas Guianas e no Brasil.

Protium polybotryum (turcz.) Engl. é uma árvore de dossel, com sapopemas. Nervura central na face superior ligeiramente proeminente; na face inferior carinada (Figura 1). Ocasional. Vertente e capinarana. Amazônia Ocidental (Ribeiro *et al.*, 1999).

Não foram encontradas informações específicas sobre a densidade, secagem, durabilidade, usos e principalmente o comportamento desta espécie.

É urgente a necessidade de estudos silviculturais, técnicas de manejo, tecnologia de produtos e subprodutos de algumas essências florestais nativas, consideradas potenciais, que poderão entrar na pauta de comercialização no mercado interno e para exportação de madeira, em substituição a espécies nobres, hoje consideradas em vias de extinção. A ausência de

informações torna-se um grande obstáculo para a adoção de práticas de manejo adequadas para utilização de forma racional e conservação (Carvalho, 1999).

1.4 METODOLOGIA GERAL

1.4.1 Características gerais da área de estudo

A área deste estudo está localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, situada no Km 30, à margem esquerda da Rodovia PA-150, no Município de Moju – PA, pertencente à microrregião 18 do Estado do Pará (Figura 1).

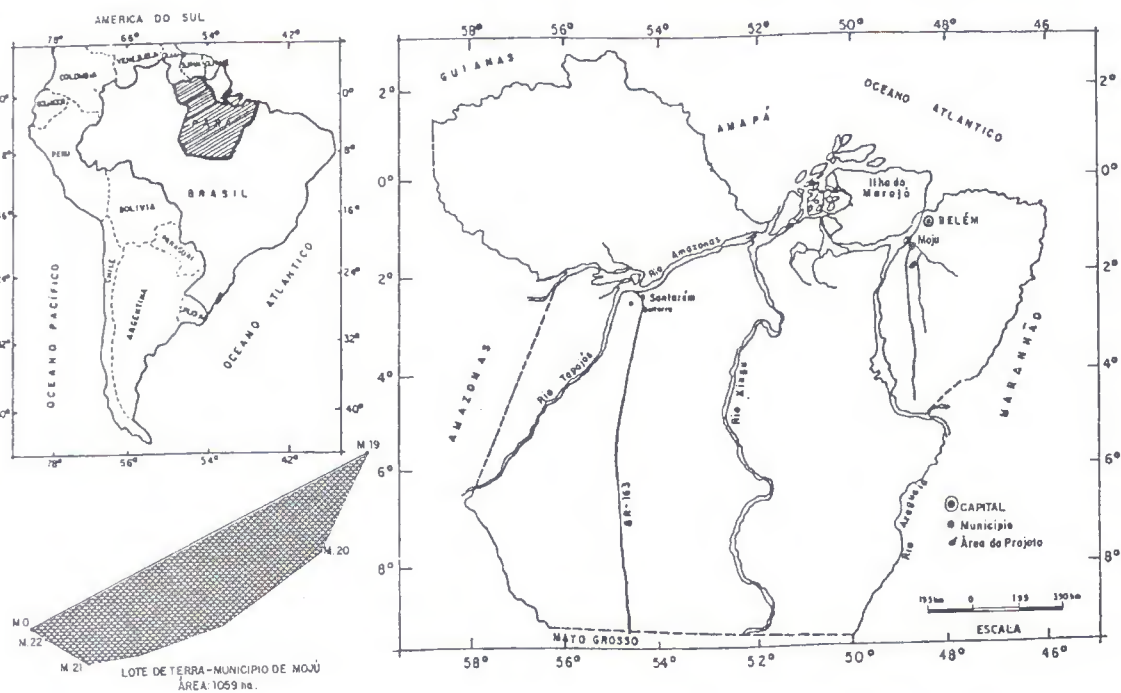


Figura 1: Localização do Campo Experimental da Embrapa, Moju, PA

O município de Moju, distancia 117 Km em linha reta da capital estadual. A área de estudo está situada entre as coordenadas geográficas 2° 08' e 2° 12' de latitude Sul e 48° 47' e 48° 48' de longitude a Oeste do meridiano de Greenwich, possuindo uma área de 1.059 ha na qual foram selecionados 200 ha de floresta tropical densa de terra firme, onde foi feita uma exploração madeireira seletiva (Figura 2).

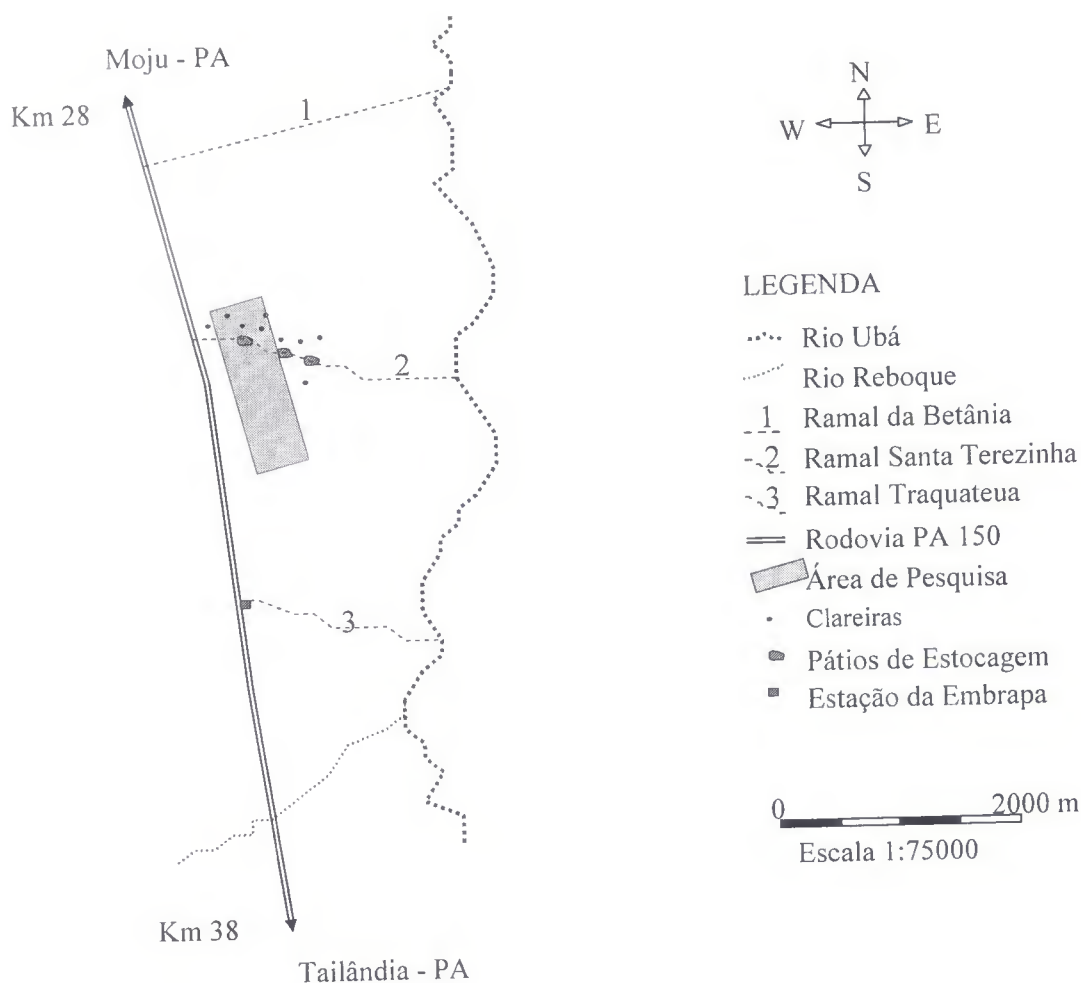


Figura 2 – Localização da área de estudo no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no Município de Moju-Pará.

O clima da região é Ami (quente e úmido), de acordo com a classificação de Koppen. O município apresenta clima do tipo mesotérmico e úmido. A temperatura média anual é elevada, girando em torno de 25,5° C, coincidindo com os meses de primavera do Hemisfério Sul, e as temperaturas mínimas diárias de 20° C ocorrem nos meses de inverno no referido hemisfério (Junho e agosto). A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 mm a 3.000 mm, com distribuição irregular, tendo período seco que vai de julho a dezembro. As chuvas, apesar de regulares, não se distribuem igualmente durante o ano. O período de janeiro a junho é o mais chuvoso, apresentando uma concentração de cerca de 80%, implicando grandes excedentes hídricos e, conseqüentemente, grandes escoamentos superficiais e cheias de rios. A insolação mensal varia entre 148,0 h e 275,8 h e os valores mais elevados ocorrem no

período de junho a dezembro, apresentando estreita relação com a precipitação. A umidade relativa do ar gira em torno de 85% (PROJETO GESPAN, 2003).

O relevo apresenta-se plano, com pequenos desnivelamentos, com o declive variando de 0 a 3%. O solo predominante é o Latossolo Amarelo, com diferentes texturas, ocorrendo também podzólicos vermelhos-amarelos, Glei Pouco Húmico e Plintossolos (SANTOS *et al.*, 1985).

A cobertura vegetal da região consiste de uma floresta tropical densa de terra firme, constituída por árvores de grande porte. A altura do dossel situa-se em uma faixa de 25m a 35m. As copas das árvores são frondosas, de forma irregular, formando uma cobertura contínua. O sub-bosque apresenta-se denso com ocorrência de algumas palmeiras.

As espécies mais importantes encontradas na formação da cobertura vegetal foram: *Vouacapoua americana* Aubl., *Manilkara huberi* Ducke, *Eschweilera sp.*, *Vochysia guianensis* Aubl. e *Dinizia excelsa* Ducke (Santos *et al.*, 1985). Predominam na área as famílias botânicas Lecythidaceae, Violaceae, Sapotaceae, Burseraceae, Moraceae e Leguminosae. As espécies mais importantes, segundo o IVIA (Índice de Valor de Importância Ampliado), encontradas na cobertura florestal depois da exploração florestal foram: *Rinorea guianensis* Aubl., *Lecythis idatimon* Aublet, *Eschweilera coriacea* (A. DC.) Mori, *Protium pilosum* (Cuatz.) Daly, *Vouacapoua americana* Aubl. e *Protium trifoliolatum* Enger (SENA *et al.*, 1999).

Protium polybotryum (Turcz.) Engl. não foi, apenas foi atingida de forma indireta pela abertura do dossel ocasionada pela extração de madeira.

1.4.2 Metodologia de Coleta de dados

O presente estudo iniciou-se em abril de 1998 e fez parte de uma linha de pesquisa do projeto “Rendimento sustentável em Floresta Tropical Manejada”, de responsabilidade do grupo de pesquisa MANEJO FCAP (Faculdade de Ciências Agrárias do Pará), que recebeu financiamento do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e SECTAM (Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente)/FUNTEC (Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia) e o apoio logístico da Embrapa Amazônia Oriental/FCAP e de moradores da região.

A coleta de dados foi realizada em uma área de 200 ha de floresta tropical primária de terra firme que sofreu uma exploração florestal seletiva, realizada pela empresa Perachi Ltda, sob orientação da Embrapa Amazônia Oriental, em outubro de 1997. A área de 200 ha foi dividida em 2 blocos iguais de 100 ha, onde foram inventariadas árvores de espécies

comerciais com $DAP \geq 25$ cm (bloco 2) e $DAP \geq 45$ cm (bloco 1). Ocorre no bloco-1 um número médio de 15,57 árvores/ha e, no bloco-2 26,83 árvores/ha. A área basal das mesmas no bloco1 foi de 5,76 m²/ha e, no bloco,2 foi de 7,80 m²/ha. O volume médio de madeira comercial foi de 77,84 m³/ha e 106,14 m³/ha nos blocos 1 e 2, respectivamente (Costa et al. 1998).

Dessa exploração resultaram várias clareiras, das quais nove foram selecionadas para a realização deste estudo, com tamanho variando entre 231 m² e 748 m² (Figura 3).

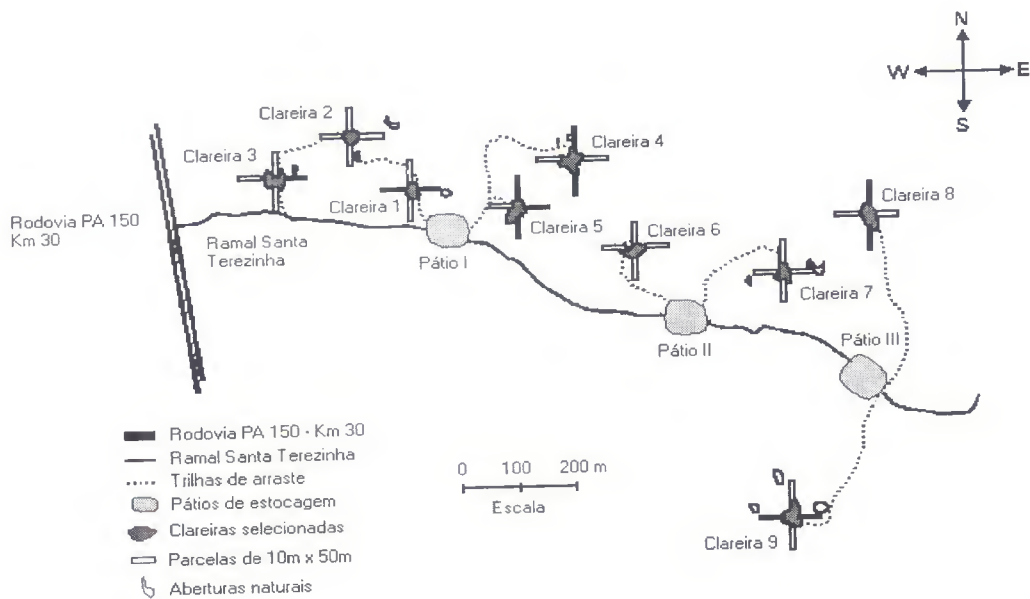


Figura 3 – Distribuição espacial das nove clareiras selecionadas para avaliação da dinâmica da floresta explorada em Moju - Pará

As clareiras tiveram o centro da área demarcado por processos topográficos, utilizando-se bússola e trena. A partir da bordadura da clareira para dentro da floresta foram implantadas parcelas amostrais para monitoramento ao longo de um raio de 50 metros, seguindo as direções Norte, Sul, Leste e Oeste.

Para realização do estudo, fez-se o levantamento de todos os indivíduos da espécie *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. com altura ≥ 10 cm e divididos em dois níveis de abordagem: Nível I - indivíduos da regeneração natural, com altura total ≥ 10 cm e $DAP < 5$ cm e Nível II indivíduos do povoamento adulto com $DAP \geq 5$ cm. . Esses indivíduos foram etiquetados com uma placa de alumínio contendo o número da clareira, o nível de abordagem

a que ela pertencia, a direção (Norte, Sul, Leste e Oeste e Centro), o número da sub-parcela e número do indivíduo dentro desta. Em seguida foi feita a primeira medição (medição base).

A partir da primeira medição, a cada três meses e sempre logo após o final de cada estação do ano, foram feitas remeidições, as quais começaram em junho de 1998 e terminaram em junho de 2001. Este levantamento se refere a um período compreendido entre a 1ª e a 13ª medição perfazendo assim três anos de avaliação.

Foram coletadas amostras de material botânico de todos os indivíduos analisados e seguidos os procedimentos para identificação botânica no herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, onde foi feita a descrição morfológica da espécie estudada.

O comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. foi avaliado sob dois enfoques. O primeiro, em termos de dinâmica populacional, foi analisado através da taxa de regeneração natural (TR), equação proposta por Mory (2000), que considerou a população com DAP < 5cm. O segundo, em termos de crescimento diamétrico, considerou a população com DAP \geq 5 cm. Para as duas variáveis, taxa de regeneração natural e crescimento diamétrico, analisou-se o comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste e de acordo com o afastamento das parcelas do centro das clareiras para o interior da floresta, na borda, a 20 m e 40 m. Tanto as direções quanto as distâncias têm como comparador o centro das clareias onde a intensidade de radiação é maior.

Para uma melhor abordagem foram consideradas quatro classes ou categorias de tamanho de acordo com a altura e DAP dos indivíduos, quais sejam: CT 1 (10 cm \leq Ht \leq 130 cm); CT 2 (Ht > 130 cm e DAP < 2 cm); CT 3 (2 cm \leq DAP < 5cm) e CT 4 (DAP \geq 5cm).

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. S. **Clareiras naturais na Amazônia central: abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal.** 1989. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – INPA: Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1989.

BARTON, A. M.; FETCHER, N.; REDHEAD, S. the relationship between treefall gap size and light flux in a Neotropical Rain Forest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v5, p. 437-439, 1989.

BAZZAZ, F. A. & PICKETT, S. T. A. physiological ecology of tropical succession: comparative review. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 11: 287-310. 1980.

BICELLI, B. C.; SERÃO, D. R.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da regeneração natural de *Newtonia suaveolens* (Miq) Brenan (timborana) em uma floresta tropical explorada seletivamente, em Moju, Pará, Brasil. In: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e V SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 2001. **Resumos...** Belém: FCAP. UAPG: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2001. v.1, p. 123-125.

BROKAW, N. V. L. the definition of tree fall gap and its effect on measure of forest dynamics. **Biotropica**, v. 14, n.2, p. 156-160, 1982.

BROKAW, N. V. L. Treefalls, regrowth, and community structure in a tropical forest. **Ecology**, Durham, 66 (3) : 682-7, 1985.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: Curso de manejo florestal sustentável. 1997. Curitiba. **Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. P. 43-58.

CARVALHO, J.O.P de. **Fenologia de cinco espécies arbóreas de interesse econômico na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa - CPATU, 1999. 3P. (Embrapa - CPATU. Documentos, 101).

CLARCK, D. B.; CLARCK, D. A. Distribution and effect on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rica tropical wet forest. 1990. **Journal Tropical Ecology**, v.6, p. 321-331, 1990

COSTA, D. H. M.; FERREIRA, C. A. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; CARVALHO, J. O. P. **Potencial madeireiro de 200 hectares de floresta densa no município de Moju, Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA- CPATU, 1998, 33P. (Documentos, 121).

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 4ª edição. Vozes. Rio de Janeiro. 472p. 1983.

DALY, D. C. **A taxonomic revision of *Protium* (Burseraceae) in eastern Amazônia and the Guianas**. Ph.D dissertation. City University of New York. 469pp. 1987.

FERREIRA, F. N.; KISHI, I. A. S.; SOUSA, D. G.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da regeneração natural de *Symphonia globulifera* L. Clusiaceae (anani), em uma floresta de terra firme explorada seletivamente, no município de Moju-Pará. In: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e V SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 2001. **Resumos...** Belém: FCAP. UAPG: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2001. v. 1, p. 130-132.

FRAVER, S.; BROKAW, N. V. L.; SMITH, A. P. Delimiting the gap phase in the growth cycle of Panamanian forest. 1998. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, p. 637-681, 1998.

GOMEZ E POPMA, A. Recovery of tropical ecosystems. In; (FARNWORTH & GOLLEY eds) **Fragile ecosystems**. Springer-verlag, New york. P113-138. 1974.

GUIMARÃES, R. P. M.; BICELLI, B. C.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica da regeneração natural de *Erisma uncinatum* Warm. (quarubarana) em um floresta tropical explorada seletivamente, em Moju-Pará. In: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e V SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 2001. **Resumos...** Belém: FCAP. UAPG: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2001. v. 1, p. 136-138.

HARTSHORN, G. S. Neotropical forest dynamics. **Biotropica**, v.12, p. 30-32, 1978. Suplemento.

HARTSHORN, G. S. Ecological basis for sustainable development in tropical forests. **Annu. Ver. Ecol. Syst.** n. 26, p. 155-75, 1995.

JARDIM, F. C. da S., HOSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16/17, n. único, 1986.

JARDIM, F. C. da S.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, A. L. **Dinâmica de sucessão natural em clareiras de florestas tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. 60p. (Documento SIF, 010).

JARDIM, F. C. da S. **Comportamento da Regeneração Natural de Espécies Arbóreas em Diferentes Intensidades de Desbaste por Anelamento, na região de Manaus-AM**. 1995. 169p. Tese (Doutorado) – UFV, Viçosa – MG, 1995.

JARDIM, F. C. da S.; SOUZA, A. L. de; SILVA, A. F. da; BARROS, N. F. de; SILVA, E.; MACHADO, C. C. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP menor que 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus-AM. **Boletim da FCAP**, n. 26, p. 31-52. Jul./dez. 1996.

KISHI, I. A. S.; FERREIRA, F. N.; SOUSA, D. G. de; JARDIM, F. C. da S. Comportamento da regeneração natural de *Rinorea guianensis* Aubl. Violaceae (acariquarana), em clareiras formadas pela exploração florestal seletiva numa área de terra firme em Moju-PA. In: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e V SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 2001. **Resumos...** Belém: FCAP. UAPG: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2001. v. 1, p. 150-152.

MARTINI, A. M. Z. **Estrutura e dinâmica populacional de três espécies arbóreas tropicais**. Campinas: UNICAMP. 1996. Dissertação (Mestrado) – UNICAMP, 1996.

MARTINS, S. V. Dinâmica de clareiras: aplicações na silvicultura e no manejo de florestas nativas. **FOLHA FLORESTAL**, n. 95, p. 15-17. 2000.

MORY, A. de M. **Comportamento de espécies arbóreas em diferentes níveis de desbaste por anelamento de árvores**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP.

- O' BRIEN, M. J. P. & O' BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 1995. 400p.
- OLDEMAN, R. A. A. Architecture and energy Exchange of dicotyledoneous trees in Forest. 1978, In: (TOMLINSON & ZIMERMANN eds) **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. P535-560. 1978.
- PICKETT, S. T. A. Differential adaptation of tropical trees species to canopy gaps and its role in community dynamics. **Tropical Ecology**, 24 (1) : p.68-84. 1983
- POPMA, J. et al. Pioneer species distribution in trefall gaps in neotropical rain forest; a gap definition and its consequences. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, p. 77-88, 1988.
- PROJETO GESPAN – **Gestão Participativa de Recursos Naturais**. Informações básicas sobre o município de Moju, Pará: uma contribuição para seu planejamento. Moju: Prefeitura Municipal de Moju, 2003
- RIBEIRO, J. E. L. da S. *et al.* **Flora da reserva Ducke**: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia central. Manaus: INPA, 816p. il. 1999.
- RICHARDS, P. W. **The tropical rain Forest**. Cambridge Univ. 1952, Press. 450p. 1952
- RIERA, B. lês chablis: un modele pour l' exploitation forestière. In: **Atelier sur 1' aménagement et la conservatio de l' écosystème forestier tropical humide**. Étude de cas.
- SANTOS, P. L. dos; SILVA, J. M. L. da; SILVA, B. N. R. da; SANTOS, R. D. dos; REGO, G. S. Levantamento semidetalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras para culturas de dendê e sengueira. Projeto Moju, Pará: **Relatório técnico**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1985. 192 p.
- SENA, J. R. C. de; JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R. Variação florística em clareiras de exploração florestal seletiva, em Moju-PA. In: Seminário de Iniciação Científica da FCAP, 10., Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 3., Belém. **Resumos**. Belém: FCAP, UAPG: Amazônia Oriental, 1999.
- SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain forest of the brazilian amazon after logging**. Oxford forestry institute, Department of plant sciences: university of oxford.1989. Thesis of doctor.
- SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996.
- SOUSA, D. G. de; FERREIRA, F. N.; KISHI, I. A. S.; JARDIM, F. C. S. Dinâmica de regeneração natural de *Vouacapoua americana* Aubl. (acapu), em uma floresta tropical manejada, no município de Moju-PA. In: XI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FCAP e V SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, Belém, 2001. **Resumos...** Belém: FCAP. UAPG: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2001. v. 1, p. 142-144.

SOUZA, A. L. L. de; **Desenvolvimento sustentável, manejo florestal e o uso dos recursos madeireiros na Amazônia: desafios, possibilidades e limites.** – Belém: UFPA/NAEA, 2002. 302p.: il.; 22 cm.

STOCKER, G. C. Aspects of gap regeneration theory and the management of tropical rainforest. In: (SHEPHERD & RICHTER eds). **Managing the tropical forest.** Australian National University. P225-228. 1985.

TABARELLI, M. **Clareiras naturais e a dinâmica sucessional de um trecho de floresta na serra da cantareira, SP.** 1994. 132p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

TANAKA, A. **Ecofisiologia do estabelecimento de plântulas em plantios de enriquecimento em Novo Aripuã.** 1998. 135p. Dissertação (Mestrado): INPA, Manaus, 1998.

TRACEY, J. G. A note on rainforest regeneration. In: (SHEPHERD & RICHTER eds) **Managing the tropical forest.** Australian National University. P225-228. 1985.

TURNBULL, M. H. & YATES, D. J. (1993) Seasonal variation in red/far-red ratio and photon flux density in the Australian Sub-Tropical Rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology** 64: 111-127.

UHL, C. & MURPHY, P. G. Composition, structure, and regeneration of a terra firme forest in the Amazon basin of Venezuela. **Tropical Ecology**, 22 (2) : 219-237. 1982.

VIEIRA, G.; HIGUCHI, N. Efeito do tamanho de clareiras na regeneração natural em floresta mecanicamente explorada na Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Resumos...** Campus do Jordão: SBS, SBEF, 1990. p. 22-27.

YARED, J. A. G. **Análise dos projetos de manejo de florestas naturais na Amazônia oriental:** aspectos silviculturais, ecológicos e de legislação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1992.

CAPÍTULO 2

2. COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.)

Engl.COM DAP < 5 CM

2.1 INTRODUÇÃO

A regeneração em clareiras naturais, que ocupa um lugar central nos atuais modelos propostos de equilíbrio dinâmico dessas florestas, tem sido analisada por vários autores (Hartshorn, 1980; Whitmore, 1989; Thompson et al., 1998). Por outro lado, apesar de sua importância prática, a dinâmica inicial da regeneração natural e o estabelecimento das plântulas de espécies arbóreas em áreas sob manejo, uma atividade que tem se tornando a cada dia mais praticada na Amazônia brasileira é, talvez, um dos aspectos menos estudados na área da ecologia florestal (Leal Filho, 2000).

Costa & Mantovani (1995) dizem que o entendimento dos processos e mecanismos responsáveis pela dinâmica das populações e de padrões em comunidades é fundamental no estabelecimento de critérios de manejo nos trópicos, haja vista que um dos princípios da silvicultura das florestas tropicais é que diferentes espécies respondem de forma diferenciada aos diversos graus de abertura. De acordo com Clarck & Clarck (1995), para obter um entendimento da regeneração de árvores de bosques tropicais, será necessário avaliar simultaneamente a sobrevivência e o crescimento desses indivíduos, em microambientes a longo prazo.

A manipulação do dossel da floresta é uma das técnicas viáveis para influenciar a estrutura e a composição da regeneração nas florestas tropicais úmidas. É, portanto, de importância vital, em termos de silvicultura, entender como as mudas de diferentes espécies respondem aos diferentes níveis de abertura do dossel. As respostas das populações de mudas de interesse para o manejo incluem as variações nas populações, como a dinâmica de mortalidade e crescimento (Jennings et al., 2000).

Os níveis de desbastes que devem ser aplicados vem sendo estudados (Jardim, 1995; Sandel, 1998; Mory, 2000), numa tentativa de imitar os distúrbios naturais e tem-se conseguido resultados promissores. Através desses resultados, deve-se indicar até mesmo o nível de exploração que deve ser feito, permitindo uma recuperação mais rápida da floresta, tornando possível a manutenção do estoque necessário.

Seguindo esse pensamento, o estudo do comportamento das espécies florestais em relação às clareiras vem a ser de suma importância como respostas ao manejo florestal. Existem vários entraves que impedem que a floresta seja manejada de forma correta, como

por exemplo a falta de conhecimento da auto-ecologia das espécies, o que dificulta a tomada de decisão na aplicação de tratamentos silviculturais. O estudo do comportamento das espécies em relação às aberturas no dossel florestal não é o único fator para um manejo correto dessas florestas, mas sem dúvida nenhuma, será uma grande contribuição para a aplicação de técnicas silviculturais adequadas. Existem outras linhas de pesquisa que devem ser estudadas, como por exemplo a fenologia de espécies arbóreas, para que se possa realizar o corte das árvores garantindo regeneração para repor o estoque necessário para as colheitas futuras (Serrão, 2001).

O presente estudo se propõem a descrever a dinâmica populacional de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em termos de mortalidade e recrutamento, enfocando as características de regeneração e estabelecimento de mudas, considerando os indivíduos com altura maior ou igual a 10 cm e DAP menor de 5 cm, nas distâncias do centro das clareiras para dentro da floresta (centro, borda, a 20m e 40 m) e nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização geral da área de estudo

A caracterização e descrição da área de estudo podem ser encontradas no item 1.4.1 do Capítulo 1.

2.2.2 Metodologia de coleta e análise dos dados

Para este estudo foram utilizadas parcelas quadradas de 2m de lado, nas quais foram registrados os indivíduos com altura total maior ou igual a 10 cm e DAP menor que 5cm. Esses dados foram analisados trimestralmente. As parcelas foram instaladas em um raio de 50 metros localizadas na bordadura da clareira, a 20 metros e a 40 metros, orientadas nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, e ainda outra parcela no centro da clareira para efeito de comparação (Figura 4).

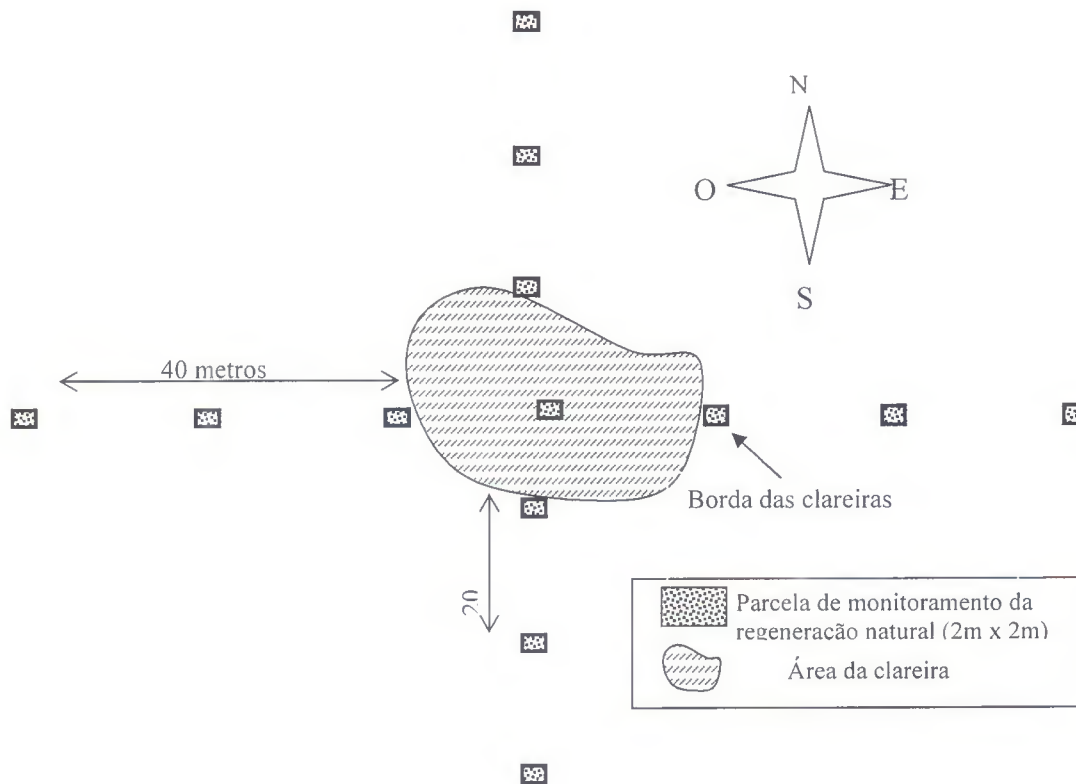


Figura 4 - Desenho esquemático das parcelas amostrais para monitoramento da regeneração natural ($Ht \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm) em uma área de floresta densa de terra-firme durante trinta e seis meses após a exploração florestal seletiva em Moju-PA.

A dinâmica da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. foi avaliada em termos da flutuação da população com $Ht \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm, através da taxa de regeneração natural, taxa de Mortalidade e Taxa de Ingresso nas seguintes classes de tamanhos:

Classe de tamanho 1 (CT 1) : $10 \text{ cm} \leq Ht \leq 130 \text{ cm}$;

Classe de tamanho 2 (CT 2) : $Ht > 130 \text{ cm}$ e $DAP < 2 \text{ cm}$;

Classe de tamanho 3 (CT 3) : $2 \text{ cm} \leq DAP < 5 \text{ cm}$

A taxa de regeneração natural (TR), equação matemática proposta por Mory (2000), é definida como sendo a razão entre a abundância absoluta resultante do processo dinâmico da regeneração natural e crescimento e a abundância absoluta do início do estudo, expresso em percentagem:

$$TR = [(A_1 - A_0) / (A_1 + A_0)] \times 100, \text{ onde:}$$

TR = Taxa de regeneração natural em percentagem;

A = Abundância absoluta definida em JARDIM (1986);

$A_1 = A_0 + n_i - n_s =$ Abundância absoluta final;

$A_0 =$ Abundância absoluta inicial;

$n_i =$ nº de indivíduos que ingressaram no estudo, por mudança de categoria de tamanho devido ao crescimento (in-put) ou por germinação;

$n_s =$ nº de indivíduos que saíram do estudo por morte ou mudança de classe de tamanho (out-put).

Esse comportamento foi analisado em relação às direções Norte, Sul, Leste e Oeste, bem como em relação às distâncias do centro da clareira para o interior da floresta na bordadura, a 20 m e a 40 m, considerando o período total de 36 meses e considerando os períodos de 3 meses entre cada medição.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. referente às distâncias do centro das clareiras no período de junho de 1998 a junho de 2001.

A análise dos resultados referentes às distâncias do centro das clareiras, considerando o total dos indivíduos (CTS) em 36 meses de observação (comparação da 1ª com a 13ª medição), após a exploração florestal, mostra que a taxa de regeneração natural (TR%) da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. no centro, na borda, a 20 m e a 40 m do centro das clareiras foi positiva (Figura 5). Estes valores indicam que houve um adensamento na população da espécie nesse período, onde o ingresso foi maior que a mortalidade ou egresso, mostrando que a espécie foi capaz de regenerar-se tanto em ambientes de clareiras (centro e borda) quanto em ambientes de dossel fechado. Pode-se observar também um decréscimo da TR% total à medida em que se afasta do centro das clareiras, constatando os benefícios da abertura do dossel para o recrutamento dessa espécie.

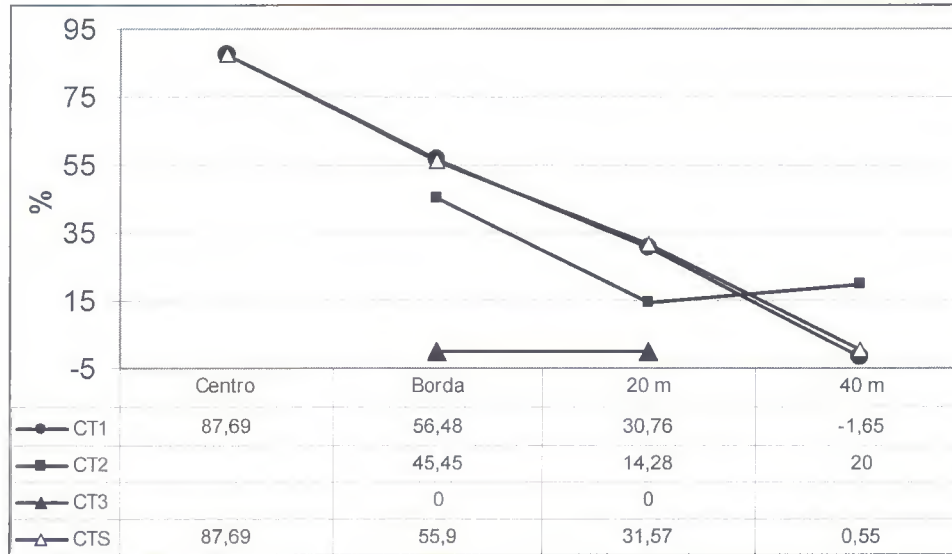


Figura 5 – Taxa de regeneração (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas categorias de tamanho 1 (CT1 - $10 \text{ cm} \leq \text{Ht} < 130 \text{ cm}$), 2 (CT2 - $\text{Ht} \geq 130 \text{ cm}$ e $\text{DAP} < 2 \text{ cm}$), 3 (CT3 - $2 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$) e Somadas (CTS) em função das distâncias das parcelas do centro das clareiras para o interior da floresta no período de junho/1998 (1ª medição) a junho/2001 (2ª medição) em Moju-Pará

Esse mesmo comportamento pode ser observado na classe de tamanho 1 (CT 1), que abrange o maior número de indivíduos quando comparado com o total dos mesmos. Portanto, essa categoria foi a que mais influenciou no comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. no período estudado, com valores de TR% de 87,69; 56,48; 30,76; -1,65, respectivamente para o centro, a borda, 20 m e 40 m do centro das clareiras. Essa capacidade de estabelecimento, tanto em clareiras quanto em áreas de dossel fechado é comportamento típico de espécies tolerantes ou de germinação irrestrita, conforme classificam Saito et al. (2003).

Segundo esse autor, mudas dessas espécies são encontradas por todo lugar do chão da floresta. Elas são capazes de germinar igualmente fora ou debaixo do dossel fechado, apresentando alta densidade e larga frequência debaixo do dossel fechado e em clareiras. *Douguetia flagellaris*, *Tapura amazônica* e *Palicourea anisolaba* pertencem a esse grupo. *Protium apiculatum* é também considerada desse tipo, pela larga frequência tanto em dossel fechado quanto em clareiras, apesar de ter apresentado um alto índice de concentração (Saito et al., 2003). Espécies desse tipo são caracteristicamente tolerantes à sombra.

Na classe de tamanho 2 (CT 2), a TR% positiva reflete crescimento (indivíduos que cresceram e passaram da CT 1 para CT2) e não mais recrutamento. Não foram encontrados

indivíduos no centro das clareiras. No entanto, pode-se observar uma TR % total maior na bordadura das clareiras (45,45) do que a 20 m (14,28) e 40 m (20,00). Esse comportamento mostra a alta capacidade de aclimação da espécie ao aumento de luminosidade. Apesar dessa tendência de maior crescimento em ambientes mais iluminados, essa espécie mostra sua capacidade de crescer mesmo no sub-bosque da floresta (parcelas a 20 e 40 m). Os valores positivos na CT 1 e CT 2, mostram que essa espécie não dependeu dos microambientes provocados pela formação das clareiras para geminar suas sementes e crescer seus indivíduos, mas se beneficiou dos mesmos. Na classe de tamanho 3 (CT 3) não houve registro de indivíduos no centro e 40 m das clareiras. Nas demais distâncias, a TR % foi igual a zero, ou seja, a população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. permaneceu em equilíbrio estático, não havendo nem ingresso nem egresso de indivíduos.

Através de uma análise da flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) em intervalos de medição curtos de 3 meses, é possível identificar sazonalidade no padrão reprodutivo e comportamento de mudas pré-existentes dessa espécie nos variados ambientes da floresta (Figura 6). Para Serrão (2001), o estudo da fenologia de espécies arbóreas, é importante para que se possa realizar o corte das árvores sem correr o risco de não haver regeneração para repor o estoque necessário para as colheitas futuras.

A 40 m, onde as parcelas estão localizadas sob dossel fechado, a TR% para a classe CT1, no primeiro ano de avaliação, foi positiva no trimestre dez/mar (Figura 6). No segundo ano, os trimestres onde o recrutamento foi maior que a mortalidade e/ou o egresso foram set/dez, dez/mar e mar/jun com os valores 1,73%, 2,76 e 1,06 respectivamente. No terceiro ano a TR% foi positiva nos trimestres dez/mar (0,6%) e mar/jun (2,86%). Esse comportamento mostra uma tendência de maior recrutamento dos indivíduos dessa espécie na estação chuvosa, nesses ambientes.

Nas parcelas a 20 m do centro das clareiras, que representa um ambiente intermediário entre o sub-bosque da floresta e a borda das clareiras, a tendência de comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. é semelhante às parcelas a 40m, sendo que, no primeiro ano a TR% segue um padrão decrescente do trimestre jun/set a mar/jun. No segundo e no terceiro ano de avaliação, a TR% foi positiva somente nos trimestres dez/mar e mar/jun respectivamente.

Nas parcelas da borda e do centro das clareiras, no primeiro trimestre do primeiro ano de avaliação, a TR% foi bem maior que nas parcelas a 20 e 40m e foi decrescendo até o final do primeiro ano. No segundo ano, na borda das clareiras, a TR% foi positiva somente nos

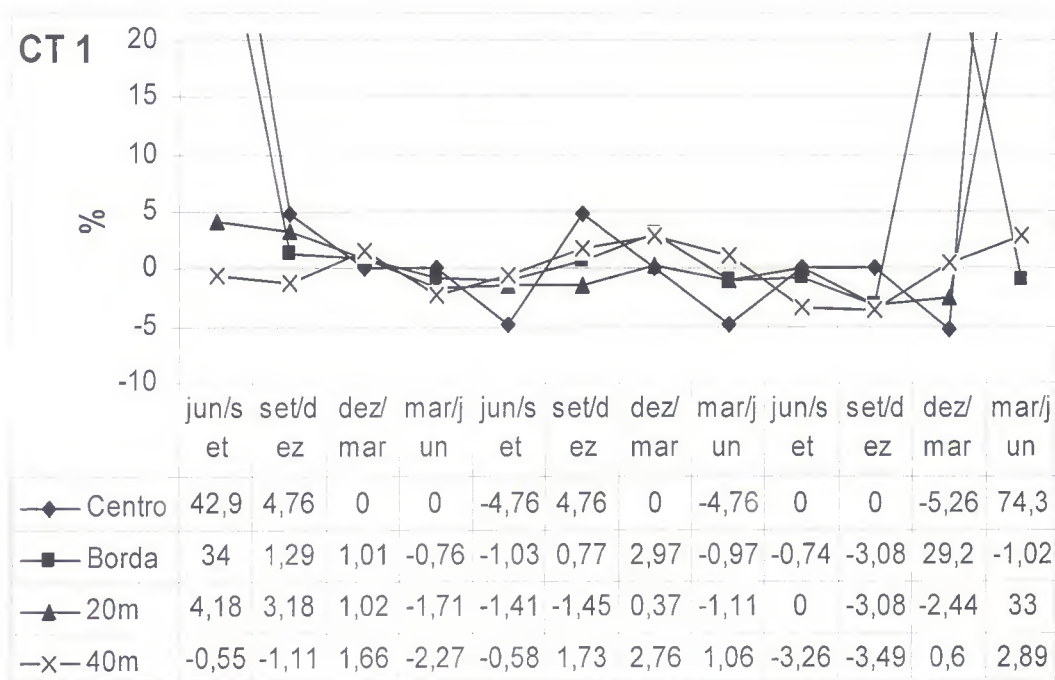


Figura 6 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 1 ($10 \text{ cm} \leq \text{Ht} < 130 \text{ cm}$), em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

trimestres set/dez (0,77%) e dez/mar (2,97%), e no terceiro ano essa espécie teve um grande recrutamento no trimestre dez/mar (29,2%).

No centro das clareiras, a TR% foi positiva no trimestre set/dez e mar/jun, respectivamente para o segundo e terceiro ano. A TR% zero no centro das clareiras representa um equilíbrio estático, onde não houve nem ingresso nem mortalidade de indivíduos.

A partir desses resultados, ficou claro um maior recrutamento da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nos trimestres jun/set e set/dez que correspondem ao período menos chuvoso na região, principalmente no primeiro ano de avaliação. O'Brien & O'Brien (1995) explicaram que grande parte das espécies florestais aguardam a estação chuvosa para dispersão e germinação de suas sementes. Isso é coerente com os resultados deste estudo, onde após a dispersão, na estação chuvosa, ocorre a germinação e, conseqüentemente, o recrutamento de indivíduos na estação seca. Carvalho et al. (2001), estudando a fenologia reprodutiva de cinco espécies, na mesma área, constataram um período de disseminação das espécies *Copaifera multijuga*, *Hymenaea courbaril*, *Dipteryx odorata*, no final da estação chuvosa e no início da época seca.

No centro e na borda das clareiras, pode-se notar que os maiores valores na TR% são encontrados no início e quase final do período de avaliação (Figura 6). O início do período de

avaliação coincide com o início da época mais seca e o final com o fim da época chuvosa. Considerando que a elevada taxa de regeneração natural no início do estudo seja reflexo de uma grande disseminação e recrutamento, este favorecido pelas clareiras da exploração florestal seletiva, nos dois trimestres que antecede (época chuvosa) o período de avaliação deste estudo, é possível, preliminarmente sugerir que *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. tenha um pico de disseminação de sementes a cada três anos.

As espécies arbóreas tropicais apresentam diferentes comportamentos em relação aos eventos fenológicos, onde algumas florescem e frutificam uma ou até duas vezes por ano, como por exemplo algumas espécies de *Eschwilera* e *Carapa guianensis* (Jennings, 1997). Outras florescem em intervalos irregulares que podem variar de 18 meses a 24 meses, ou a cada 2 a 4 anos, como observou Jennings (1997) em algumas espécies na floresta do Tapajós. O'Brien & O'Brien (1995) encontraram um padrão bienal de fenologia para *Protium giganteum* Engler e *Vochysia vismiifolia* Spruce.

Na CT 2, não foram registrados indivíduos no centro das clareiras. Na bordadura das clareiras, a TR% foi maior no trimestre mar/jun (16,7%) do primeiro ano de avaliação (Figura 7). Esse pico foi proveniente do egresso de dois indivíduos da CT 1 para CT 2. O valor positivo na TR% na CT2 representa crescimento dos indivíduos na CT1. Os demais valores positivos são provenientes do egresso de apenas um indivíduo da CT 1. A TR% negativa no último trimestre do estudo é resultante da morte de um indivíduo.

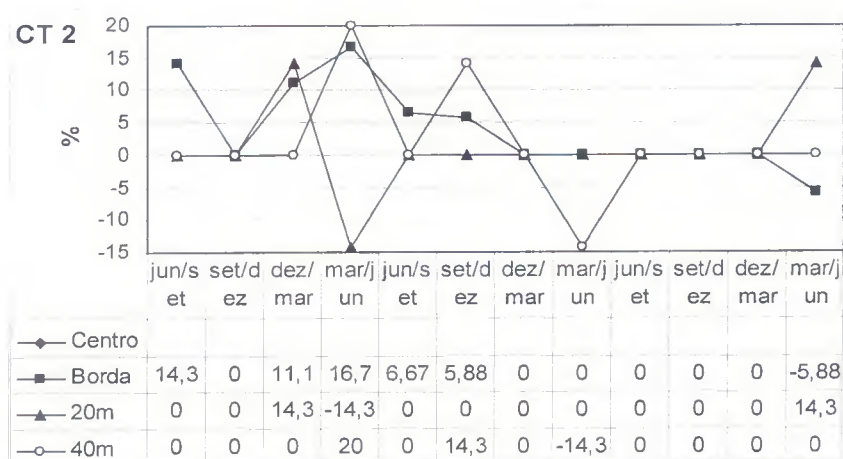


Figura 7 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 2 ($Ht \geq 130$ cm e $DAP < 2$ cm), em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

A 20m, a TR% foi positiva nos trimestres dez/mar do primeiro ano e mar/jun do terceiro ano, também reflexo do egresso de um indivíduo da CT 1 para CT2. A TR% negativa ocorreu pela morte de um indivíduo. A 40m a TR% foi positiva nos trimestres mar/jun do primeiro ano e set/dez do segundo ano e foi negativa no trimestre mar/jun devido à morte de um indivíduo. Todas as taxas de regeneração natural iguais a zero representam equilíbrio estático, onde não ocorreu nem ingresso e nem mortalidade ou egresso. De maneira geral, quanto maior o indivíduo maior sua estabilidade na população.

Na CT 3 só foram registrados dois indivíduos um na Borda e outro a 20m que permaneceram em equilíbrio estático durante o período estudado (Figura 8).

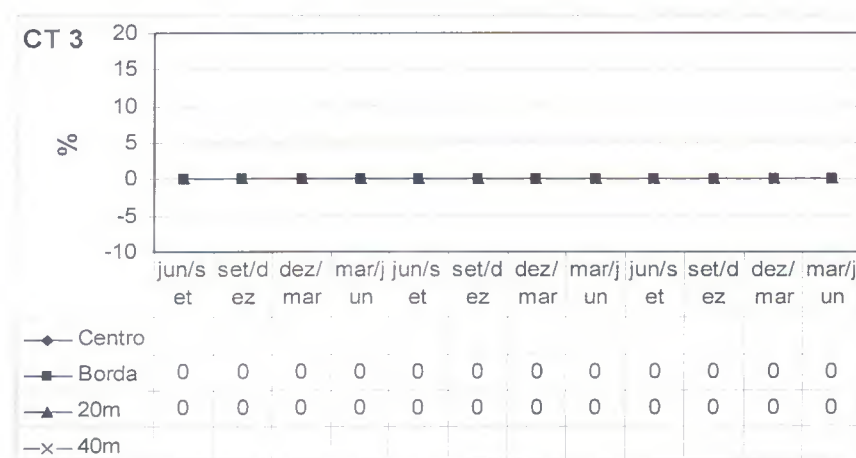


Figura 8 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 3 ($2 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$), em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

O comportamento da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. com $Ht \geq 10 \text{ cm}$ e $\text{DAP} < 5 \text{ cm}$ (Figura 9) é basicamente determinada pela classe de tamanho 1 (CT 1), que abrange o maior número de indivíduos quando comparado com o total dos mesmos. Portanto, essa categoria foi a que mais influenciou no comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl.

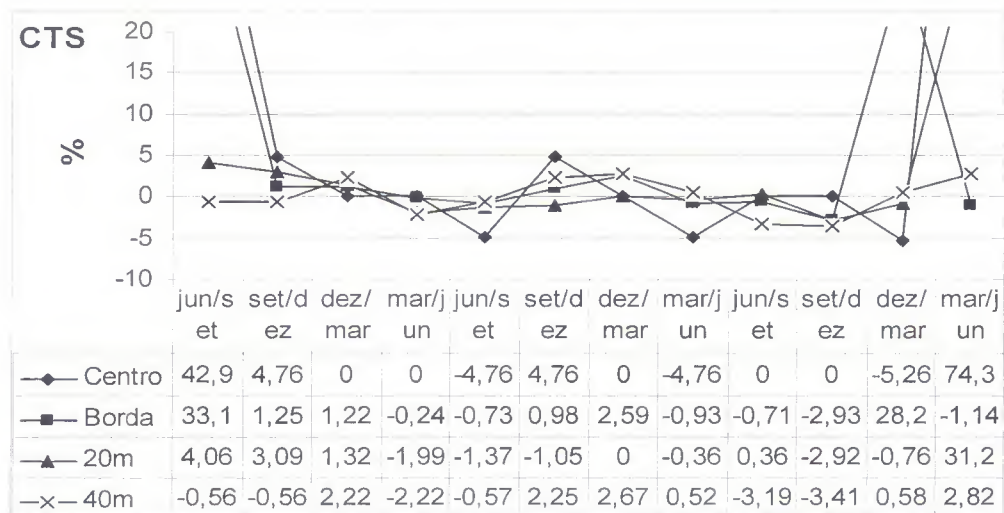


Figura 9 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. com $Ht \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm, em relação às distâncias do centro das clareiras, no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará.

A influência da intensidade de radiação pode ser observada na Figura 10, que apresenta a taxa de sobrevivência de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em relação às distâncias da abertura do dossel. A sobrevivência média dos indivíduos da espécie foi de 59,32%, o que se aproxima dos resultados obtidos por Nascimento (2003), que encontrou TR de 62,58% para *Lecythis idatimon*, na mesma área deste estudo. Esses resultados mostram que há uma relação inversa entre sobrevivência e a distância que os indivíduos estão da abertura da clareira. No centro das clareiras a sobrevivência foi de 75 %, isso porque nessas parcelas haviam somente 4 indivíduos, dos quais morreu apenas um indivíduo ao fim de três anos de monitoramento. Nas parcelas localizadas na borda e a 20 m da clareira, a sobrevivência aos 36 meses após a exploração florestal seletiva, foi decrescendo à medida que se distancia do centro da clareira com valores de 73,73% e 50,76 %, respectivamente. A 40m a sobrevivência teve um leve aumento chegando a 55,31 %.

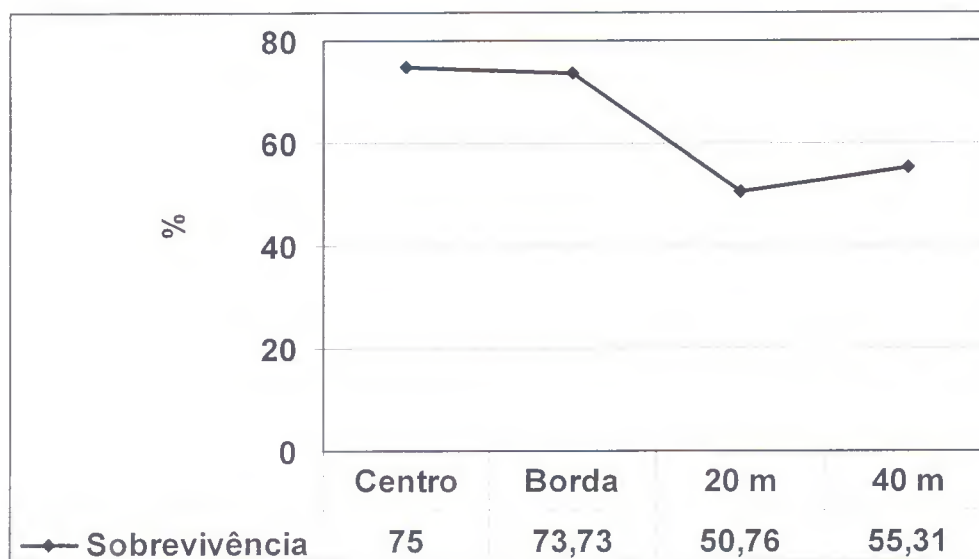


Figura 10 : Taxa de sobrevivência (%) de regeneração natural de um população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. após exploração florestal seletiva em uma área de terra firme no município de Moju-Pará.

Nascimento (2003), na mesma área, estudando *Lecythis idatimon*, que tem características de espécie tolerante, também encontrou resultados que mostram uma relação inversa entre sobrevivência e as distâncias que os indivíduos estão do centro das clareiras. Nemer et al. (2002), avaliando a mortalidade de mudas transplantadas em clareiras em uma floresta em Moju, encontrou para *Protium paraensis* Aubl. e *Sterculia pruriens* K. Shum. sobrevivência de 100 %, quando transplantadas ao centro das clareiras, sendo a última espécie indicada para programas de enriquecimento. Os dados mostraram que houve uma taxa de 80% de sobrevivência das espécies transplantadas da regeneração natural, três meses após o plantio. Os autores verificaram ainda que a sobrevivência das espécies está associada a um gradiente de luminosidade, pois todas as espécies utilizadas no plantio mostraram maior sobrevivência quando instaladas no centro e em parcelas próximas ao centro da clareira, do que no interior da floresta.

2.3.2 Comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. referente às direções Norte, Sul, Leste e Oeste no período de junho de 1998 a junho de 2001.

Os resultados referentes às direções, considerando o total dos indivíduos (CTS), em 36 meses de observação (comparando a 1º com a 13º medição), após a exploração florestal, mostram que a taxa de regeneração natural (TR%) da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. no centro, ao Norte, ao Sul, ao Leste e a Oeste foram positivos (Figura 11) com

valores de 87,69; 43,07; 25,62; 7,02 e 55,89, respectivamente. Esses valores indicam que houve um adensamento no povoamento nesse período, onde o ingresso é maior que a mortalidade ou egresso, merecendo destaque a Oeste e ao Norte onde a TR% total foram maiores. Valores bem próximos foram encontrados na CT1 mostrando que foi a categoria que mais influenciou no comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. no período estudado.

A CT 2 de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. apresentou maior TR% na direção Oeste (100,00%), seguida das direções Leste (42,85%), Sul (25,00%) e Norte (0 %). No centro da clareira não ocorreu indivíduos. Resultados semelhantes foram encontrados por Nemer (2003) com *Eschweilera odora* na mesma área de estudo, mostrando que no crescimento das espécies a direção Leste-Oeste exerce grande influência pela melhor incidência dos raios solares. Segundo Malheiros (2001), o eixo Leste-Oeste oferece maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa para as plantas. Nessa condição o maior valor (TR%) apresentado na direção Oeste é devido a maior incidência de radiação solar pela manhã, pois à tarde fica comprometida por nuvens e chuvas (Orians,1980). Na CT 3, foram registrados indivíduos apenas nas direções Leste e Oeste, que permaneceram em equilíbrio estático durante o período estudado.

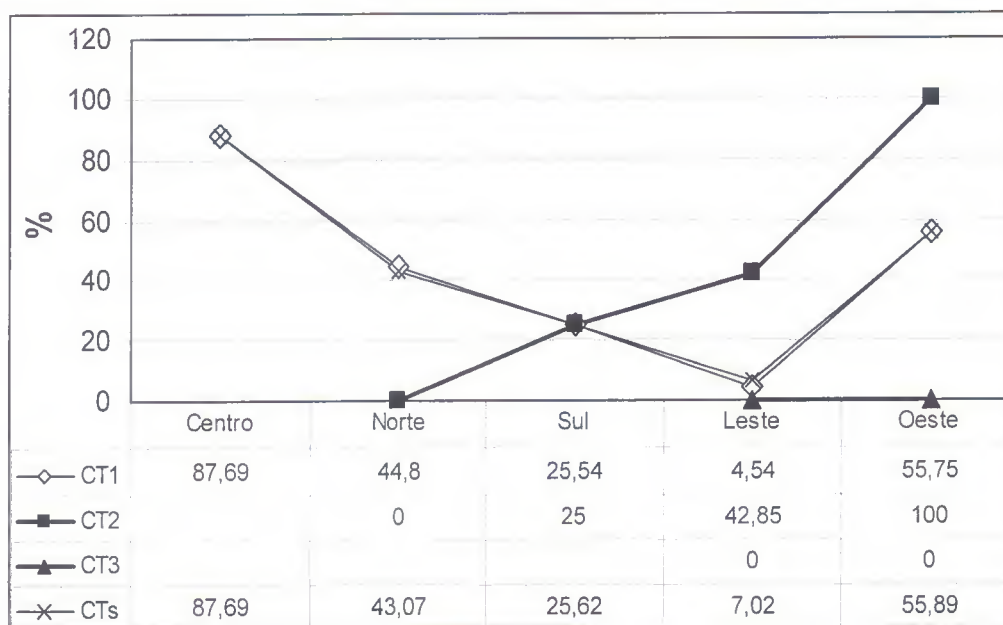


Figura 11 – Taxa de regeneração total (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas classes de tamanho 1 (CT1 - $10 \text{ cm} \leq \text{Ht} < 130 \text{ cm}$), 2 (CT2 - $\text{Ht} \geq 130 \text{ cm}$ e $\text{DAP} < 2 \text{ cm}$), 3 (CT3 - $2 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$) e Somadas (CTS) em função da localização das parcelas nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste no período de junho/1998 (1ª medição) a junho/2001 (13ª medição) em Moju-Pará.

Na CT 1, não houve grandes diferenças entre os eixos Leste-Oeste e Norte-Sul (Figura 12). Pode-se notar no trimestre dez/mar do segundo e do terceiro ano, que a TR% foi maior no eixo Leste-Oeste do que no eixo Norte-Sul, que pode ser devido à maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa para as plantas (Malheiros, 2001).

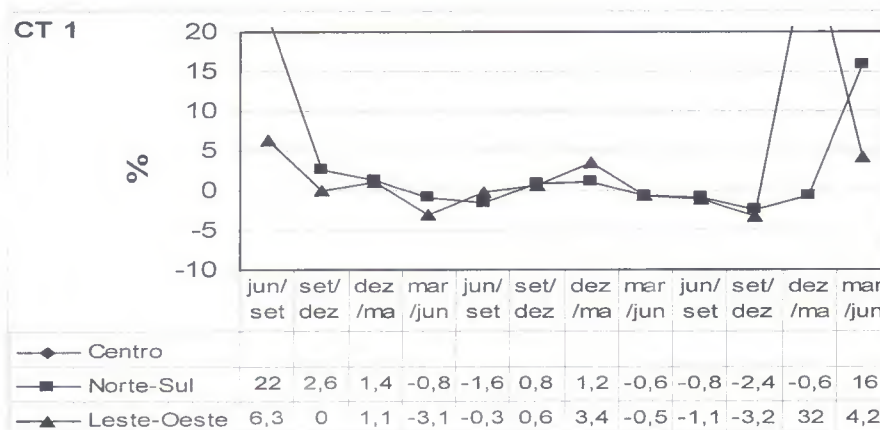


Figura 12 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 1 ($10 \text{ cm} \leq \text{Ht} < 130 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste.

Esse fato pode ser melhor observado na CT 2 (Figura13), onde a influência dessa maior radiação parece refletir mais no crescimento dessa espécie, principalmente no período mais chuvoso. Outra observação importante é o fato dessa maior radiação no eixo Leste-Oeste ter influenciado somente no início do período de avaliação. Talvez o processo natural de fechamento das clareiras tenha contribuído para esse comportamento.

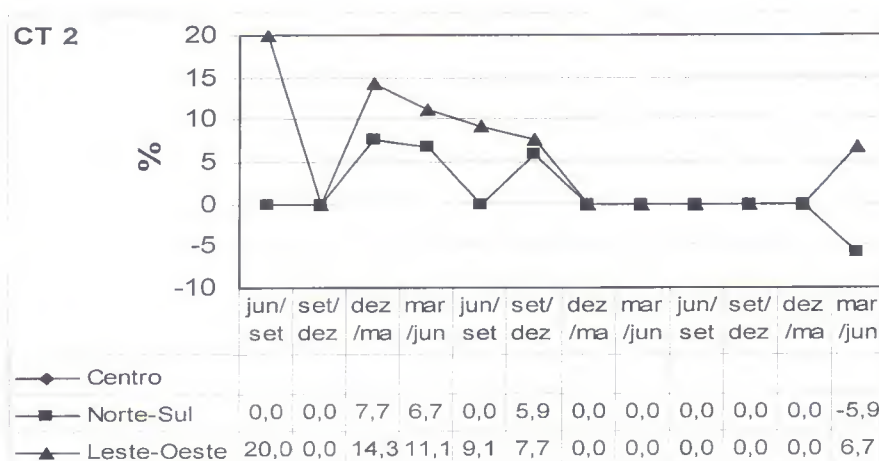


Figura 13 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 2 ($\text{Ht} \geq 130 \text{ cm}$ e $\text{DAP} < 2 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste

Na CT3, foram registrados indivíduos somente no eixo Norte-Sul, que permaneceram em equilíbrio estático durante o período de avaliação (Figura 14).

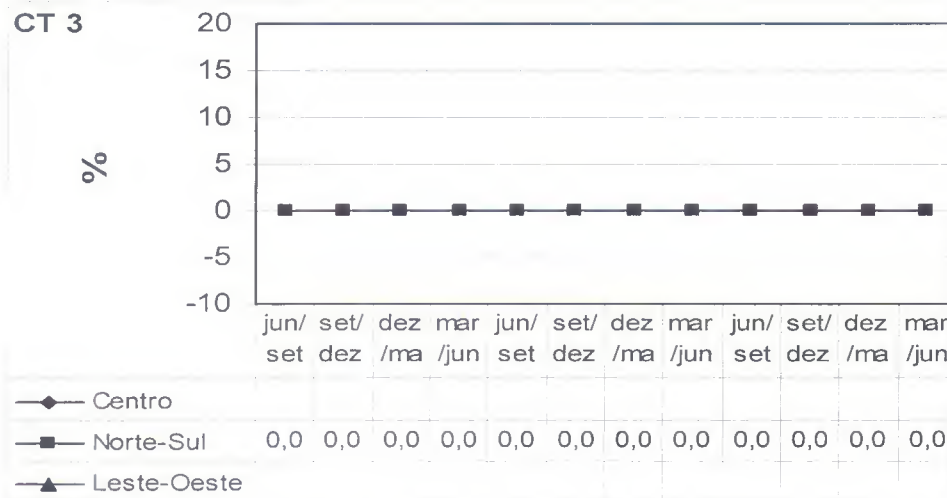


Figura 14 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. na classe de tamanho 3 ($2 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5 \text{ cm}$), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste

O comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas classes de tamanho somadas (Figura 15), mostra que a classe de tamanho 1 (CT 1), que abrange o maior número de indivíduos quando comparado com o total dos mesmos, foi a que mais influenciou no comportamento de *Protium polybotryum* (Turcz.).

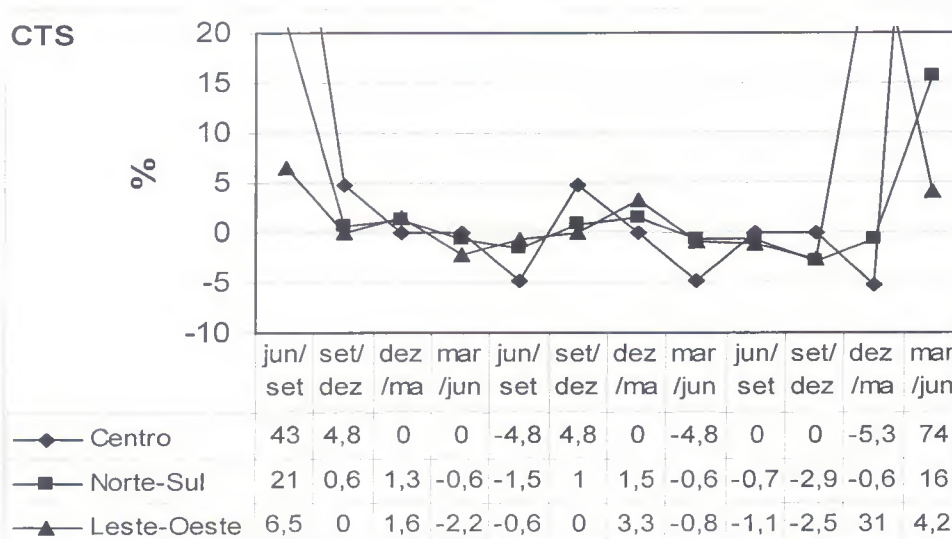


Figura 15 : Flutuação da taxa de regeneração natural (TR%) de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas classes de tamanhos Somadas (CTS), no período de junho/1998 a junho de 2001 após uma exploração florestal no município de Moju – Pará. Comparação do centro das clareiras com os eixos Norte-Sul e Leste- Oeste.

2.4 CONCLUSÃO

As clareiras da exploração florestal seletiva estimularam recrutamento e crescimento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nos primeiros três anos após a exploração.

A regeneração dessa espécie foi irrestrita nos variados ambientes, apesar da TR% maior nos ambientes mais iluminados, caracterizando *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. como uma espécie tolerante à sombra.

Os picos de ingresso nos trimestres jun/set e set/dez sugerem que a disseminação tenha ocorrido entre os dois trimestres anteriores dez/mar e mar/jun que coincide com a estação chuvosa e início da estação seca. Daí se conclui que a exploração florestal no período do verão estimula a regeneração da espécie.

Os indivíduos de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. localizados nas parcelas do eixo Leste-Oeste, apresentaram maior crescimento que os localizados no eixo Norte-Sul. Da mesma forma ocorreu com TR%. Portanto, plantios de enriquecimento com essa espécie em clareiras de exploração, devem preferencialmente obedecer o sentido Leste – Oeste.

Protium polybotryum (Turcz.) Engl. apresentou uma relação inversa entre sobrevivência e a distância que os indivíduos estão da abertura da clareira. Por isso os ambientes de borda e centro de clareiras são os maíos recomendados para plantios de enriquecimento

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-BUYLLLA, E. R. and MATRINEZ-RAMOS, M. 1992. Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia* neotropical pioneer tree – an evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. **Journal of Ecology**, 80:275-290

CARVALHO, J.O.P de; Carvalho, M. S. P. de; BAIMA, A. M. V.; MIRANDA, I. L.; SOARES, M. H. M. **Informações básicas sobre ecologia e silvicultura de cinco espécies arbóreas da Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa - CPATU, 2001. 29p.; 22 cm (Embrapa - CPATU. Comunicado Técnico, 102).

CHAZDON, R. L. 1988. Sunflecks and their importance to Forest understory plants. **Advances in ecological research**, 18:1-63.

CLARCK, D. B.; CLARCK, D. A. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rica tropical wet forest. **Journal of tropical Ecology**, v. 6, p. 321-331, 1995.

COSTA, L. G. S.; MANTOVANI, W. Dinâmica sucessional da floresta mesófila semidecídua em Piracicaba (SP). **O ecologia Brasiliensis**. V. I: Estrutura, funcionamento e manejo dos ecossistemas brasileiros. Esteves, F. A. (editor), 1995, p. 291-305. Programa de Pós-Graduação em ecologia – Instituto de Biologia – UFPJ, Rio de Janeiro – RJ, 1995.

FERRAZ, J.; OHTA, S. and de SALES, P. C. 1998. **Distribuição dos solos ao longo de dois transectos em floresta primária ao Norte de Manaus (AM)**. In: Higuchi, N.; Campos, M. A. A.; Sampaio, P. T. B. and dos Santos, J. (eds) Pesquisas Florestais para Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradada da Amazônia. p111-143. MCT-INPA/JICA. Manaus.

GENTRY, A. H. 1990. **Floristic similarities and differences between southern Central America and upper and central Amazonia**. In: Gentry, A. H. (eds). Four Neotropical Rainforests. Yale University Press, New Haven, USA. P.141-157.

HARTSHORN, G. S. Neotropical Forest dynamics. **Biotropica**, Ohio, v.12, p.30-32, 1980. Supl.

JARDIM, F. C. da S., HOSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 16/17, n. único, 1986.

JARDIM, F. C. da S. **Comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes intensidades de desbastes por anelamento, na região de Manaus – Am.**, 1995. 169p. Tese (Doutorado) – UFV, Viçosa, 1995.

JENNINGS, S. B. **The response of tree seedlings to canopy disturbance in an Amazonian rain forest**. Oxford forestry institute, Department of plant sciences: university of oxford. 1997. Thesis of doctor.

JENNINGS, S. B. et al. **Estudos da dinâmica de regeneração natural de onze espécies na Floresta Nacional, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, DFID, 2000.

LEAL FILHO, N. **Dinâmica inicial da regeneração natural de florestas exploradas na Amazônia brasileira**. 2000. 157p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MALHEIROS, M. A. B. **Caracterização do fluxo de radiação fotossinteticamente ativa, irradiância espectral e relação vermelho: vermelho extremo em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-Pará, Brasil**. 2001. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2001.

MONTGOMERY, R. A. e CHAZDON, R. L. 2002. Light gradient partitioning by tropical seedlings in the absence of canopy gaps. **ecologian**, 131:165-174.

MORY, A. de M. **Comportamento de espécies arbóreas em diferentes níveis de desbaste por anelamento de árvores**. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP.

NASCIMENTO, Z. P. D. **Dinâmica populacional de *Lecythis idatimon* Aublet. Após exploração florestal seletiva em uma floresta tropical de terra-firme**. Dissertação

(Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2003.

NEMER, T. C. **Dinâmica da População de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers (Matamata-branco) durante três anos após a exploração seletiva de uma floresta de terra firme, Moju - Pará - Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2003.

NEMER, T. C.; JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R. Sobrevivência de mudas de espécies arbóreas três meses após o plantio em clareiras de diferentes tamanhos, Moju-PA. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 217- 221, mar/abr. 2002.

NIIYAMA, K. and ABE, S. 2002. Tree demography throughout the tree life cycle. In Nakashizuka, T. and Matsumoto, Y. (eds.) Diversity and interaction in a Temperate Forest Community: **Ogawa Forest Researve of Japan**. Pp155-166, Springer-Verlag. Tokyo.

O' BRIEN, M. J. P. & O' BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais.** Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 1995. 400p.

ORIAN, G. H. The influence of tree-falls in tropical Forest in tree species richness. **Tropical Ecology**, V. 23, n.2, p.255-279, 1980.

PRANCE, G. T. 1990. **The Floristic composition of the florests of Central Amazonian Brazil.** In: Gentry, A. H. (Eds). Four Neotropical Rainforests. Yale University Press, New Haven, USA. p. 12-140.

SAITO, S; SAKAI, T; NAKAMURA, S; HIGUCHI, N. Three types of seedling establishments of tree species in an Amazonian terra-firme foret. In: **Projeto Jacaranda-Fase II: pesquisas florestais na Amazônia Central.** CPST- Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical e INPA- Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus: Inpa 2003. p. 31-41.

SANDEL, M. P. **Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em florestas nativas da Amazônia.** 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado) – FCAP, Belém, 1998.

SERRÃO, D. R. **Crescimento e mortalidade de espécies arbóreas, em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-PA, Brasil.** Belém-PA. 2001. 120p. Dissertação (Mestrado) – FCAP, 2001.

THOMPSON, J.; PROCTOR, J.; SCOTT, D. A.; FRASER, P. J.; MARRS, R. H.; MILLER, R. P. & VIANA, V. Rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil: artificial gaps and plant response to them. **For. Ecol. Management**, v.102, p.305-321, 1998

VITOUSEK, P. M. and DENSLOW, J. S. 1986. Nitrogen and phosphorus availability in tree fall gaps of a lowland tropical rain forest. **Journal of ecology**, 74:1167-1178.

WHITMORE, T. C. 1996. **A review of some aspects of tropical rain Forest seedling ecology with suggestions for further enquiry,** In : Swain, M.D. (eds) Man and the

Biosphere Series Vol. 17 The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings, pp3-39.
UNESCO/Parthenon, Paris/ Carnforth.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of Forest trees. **Ecology**,
v.70, p.536-538, 1989

WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; SWAINE, M. D.; KENNEDY, D.; GOODWIN-
BAILEY, C. I. and GONG, W. K. 1993. Use of hemispherical photographs in Forest
ecology: measurement of gap size and totals in a Bornean tropical rain Forest,. **Journal of
Tropical Ecology**, 9:131-151.

CAPÍTULO 3

3. CRESCIMENTO DIAMÉTRICO DE UMA POPULAÇÃO DE *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. COM DAP \geq 5 CM

3.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a oferta de madeiras de florestas naturais apresenta uma série de características que trazem incerteza quanto à tendência futura. A qualidade das madeiras oferecidas mudou, conforme observa Villela (1995). Existe hoje um número menor de espécies e as árvores são menores e mais jovens no sudeste Asiático. Os custos da madeira também aumentaram, principalmente, porque a matéria-prima encontra-se em lugares cada vez mais distantes e de difícil acesso e a tecnologia utilizada para extraí-la necessita ser melhor adequada (Aguiar, 1992).

Na atual conjuntura, com o pouco conhecimento das propriedades da madeira, o setor industrial deve priorizar seus investimentos para o desenvolvimento tecnológico ou à aquisição de novas técnicas para a produção de madeira (Aguiar, 1992). Portanto, só através de práticas silviculturais será possível garantir a oferta de recursos madeireiros em longo prazo, possibilitando a continuação da expansão e crescimento da economia madeireira, cuja matéria-prima básica é madeira em toras.

A região amazônica é rica em recursos naturais, apresentando uma floresta com grande diversidade de espécies, que necessita de estudos possibilitando um melhor manejo e utilização adequada. É urgente a necessidade de estudos silviculturais, técnicas de manejo, tecnologia de produtos e subprodutos de algumas essências florestais nativas, consideradas potenciais, que poderão entrar na pauta de comercialização no mercado interno e para exportação de madeira, em substituição a espécies nobres, hoje consideradas em vias de extinção.

Apesar da importância ecológica e econômica das espécies florestais, existe ainda pouca informação científica sobre os aspectos silviculturais e ecológicos, para a conservação de algumas espécies. A ausência de informações torna-se um grande obstáculo para a adoção de práticas de manejo adequadas para utilização de forma racional e conservação (Carvalho, 1999).

Este estudo objetiva avaliar o crescimento diamétrico das árvores de *Protium paraensis* Aubl. com DAP maior ou igual a 5 cm, em diferentes condições de radiação solar, em clareiras abertas pela exploração seletiva de uma área de floresta natural.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização gerais da área de estudo

A área de estudo fica localizada no Campo Experimental da Embrapa, no município de Moju-Pará. A caracterização e descrição da área de estudo podem ser encontradas no item 1.4.1 do Capítulo 1.

3.2.2 Metodologia de coleta e análise dos dados

Nessa área foi feita uma exploração florestal seletiva, realizada pela empresa Perachi Ltda, sob orientação da Embrapa Amazônia Oriental, em Outubro de 1997, onde foram provocadas várias clareiras, das quais nove foram selecionadas, com tamanho variando entre 231m² e 748m².

Em cada uma das nove clareiras selecionadas foram instaladas faixas de 10m x 50m, começando na bordadura da clareira para dentro da floresta, nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, portanto, quatro faixas por clareira (Figura 16).

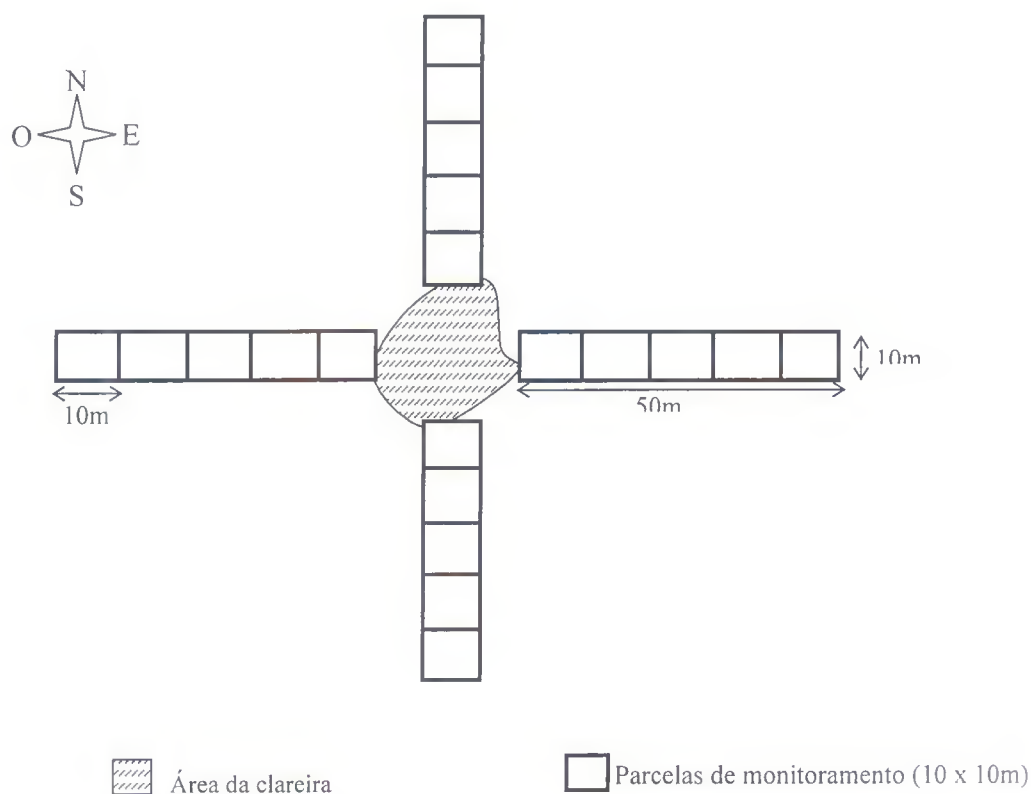


Figura 16: Desenho esquemático das parcelas amostrais para monitoramento dos indivíduos com DAP ≥ 5 cm de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em uma área de floresta densa de terra-firme trinta e seis meses após exploração florestal seletiva, em Moju-PA.

Cada faixa foi dividida em parcelas quadradas de 10m de lado, que foram numeradas de 1 a 5, da borda da clareira para a mata, que constituem o nível II de abordagem.

Após a instalação das parcelas, fez-se a identificação dos indivíduos de *Protium paraenses* (aubl.) Maech e realizou-se o registro da CAP (circunferência a 1,30 m do solo) com o auxílio de uma fita métrica que posteriormente foi transformada em DAP (diâmetro a 1,30m do solo). O ponto de medição do diâmetro foi estabelecido sempre que possível a 1,30m do solo e marcado com um anel pintado com tinta à base de óleo, vermelha, para evitar erros de leitura em medições subseqüentes. Sempre que ocorriam anormalidades, como sapopemas, danos ou deformação, o ponto de medição era transferido para um local acima, livre dessas anormalidades. O monitoramento foi trimestral, com início após a exploração florestal, sendo a primeira medição realizada em junho de 1998, perfazendo treze medições em trinta e seis meses de observação.

A identificação dos indivíduos no campo foi feita pelo nome vulgar, com posterior identificação no herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, a partir do material botânico coletado.

Protium polybotryum (Turcz.) Engl. Não sofreu exploração florestal. Portanto, sua estrutura diamétrica só foi afetada por danos indiretos da exploração. A distribuição dos indivíduos da espécie em classes de diâmetro foi realizada a partir de 5 cm até o valor máximo encontrado de 43,9 cm.

O crescimento diamétrico foi analisado, através do incremento corrente trimestral e anual, em relação às direções Norte, Sul, Leste e Oeste, bem como em relação às distâncias do centro da clareira para o interior da floresta, na bordadura, a 20 m e a 40 m.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Variação do incremento diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. do centro das clareiras para o interior da floresta, em três períodos distintos de observações.

O estudo do crescimento de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. em relação ao centro das clareiras mostrou que, a 30 m da borda das clareiras, o incremento em diâmetro dessa espécie foi maior do que nas demais posições, ao longo de todo o período estudado (Figura 17). Durante esses três anos os indivíduos de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl., nessa posição, tiveram crescimento diamétrico total de 1,19 cm, cerca de duas vezes maior que o

crescimento diamétrico total das outras parcelas, provavelmente pela influência de outra clareira, que pode ser natural ou mesmo clareira de exploração. Amézquita (1998), ao estudar o comportamento de uma espécie de sub-bosque, constatou que o crescimento foi duas vezes maior nas plantas localizadas nas clareiras do que em sub-bosque.

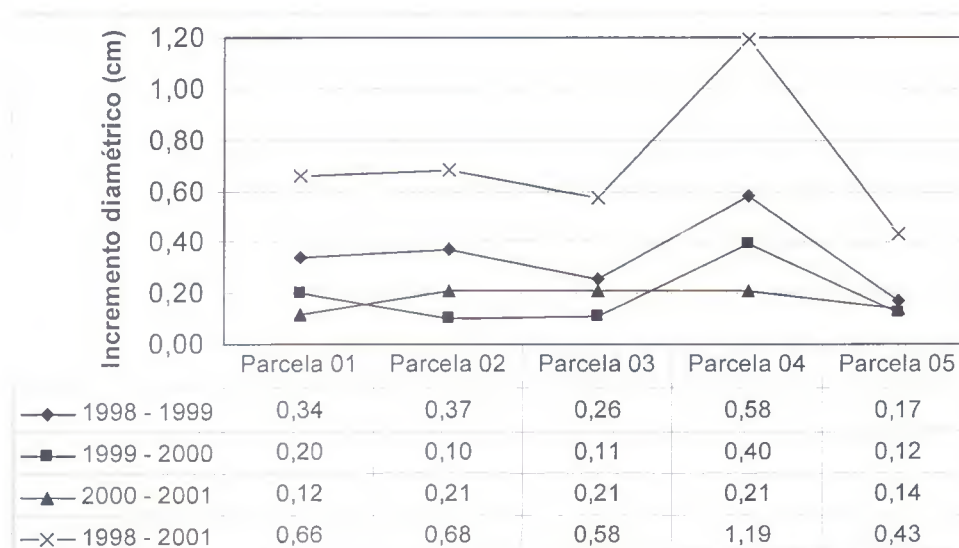


Figura 17: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium paraensis* Aubl. em relação às distâncias do centro das clareiras para o interior da floresta, em três anos de observação, em Moju-Pa.

O incremento anual de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. mostrou um comportamento oscilante nas cinco diferentes posições, porém verificou-se que em geral, diminuiu com o passar do tempo. Essa tendência de diminuição do crescimento também foi encontrada por Nemer (2003) em estudos com *Eschweilera odora* (Poepp), que atribuiu esse fato ao aumento da competição interespecífica, resultante do adensamento característico da sucessão em clareiras, principalmente aquelas da exploração florestal, as quais são de tamanho maior.

De maneira geral, o incremento corrente anual, decresceu ao longo do período de estudo, provavelmente, em consequência da competição por água, luz e nutrientes com outras espécies, no ambiente densamente povoado em torno das clareiras (Figura 18).

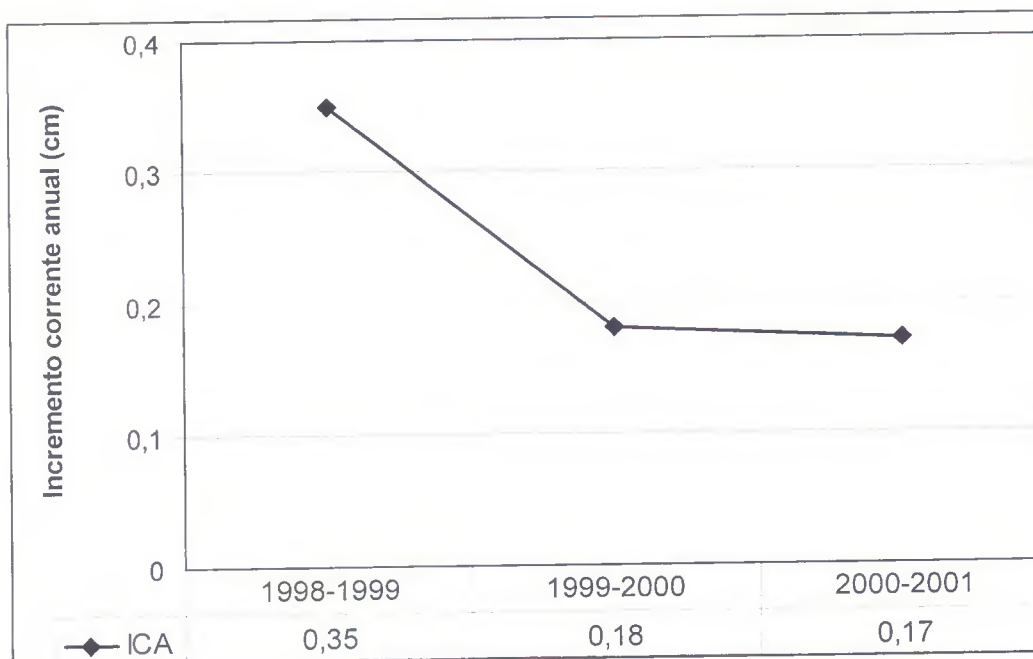


Figura 18: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

O primeiro ano após a exploração é o período da cicatrização, onde o dossel está ainda aberto e a incidência de radiação direta no piso florestal é maior que nos anos seguintes, pelo recobrimento do piso e do dossel da floresta. Essa quantidade de radiação propicia um crescimento mais acelerado da população no primeiro ano quando comparado aos anos seguintes. Vasconcelos (2004), estudando a população de *Rinorea guianensis* Aublet., na mesma área, também encontrou maior incremento corrente anual no ano 1, onde provavelmente, a imediata formação da clareira contribuiu para um acelerado crescimento, devido a disponibilidade de água, luz e nutrientes.

3.3.2 Incremento diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas direções Norte, Sul, Leste e Oeste, em três períodos distintos de observações.

O maior crescimento diamétrico acumulado de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. ocorreu nas direções Leste e Oeste das clareiras, com valores de 0,9cm e 0,75cm respectivamente, nos três períodos estudados, ou seja, em três anos de observação (Figura 19), concordando novamente com estudos de Malheiros (2001), que constatou que o eixo Leste-

Oeste oferece maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa para as plantas. Esse comportamento pode ser observado em todos os períodos estudados, sendo que no último ano de avaliação a direção Oeste foi a que teve um destaque especial. Bazzaz (1984) afirma que a borda Leste de uma clareira recebe menor quantidade de radiação solar no período da tarde, em comparação à luz que chega na borda Oeste pela manhã, em função da formação de nuvens convectivas naquele período do dia devido à posição do sol.

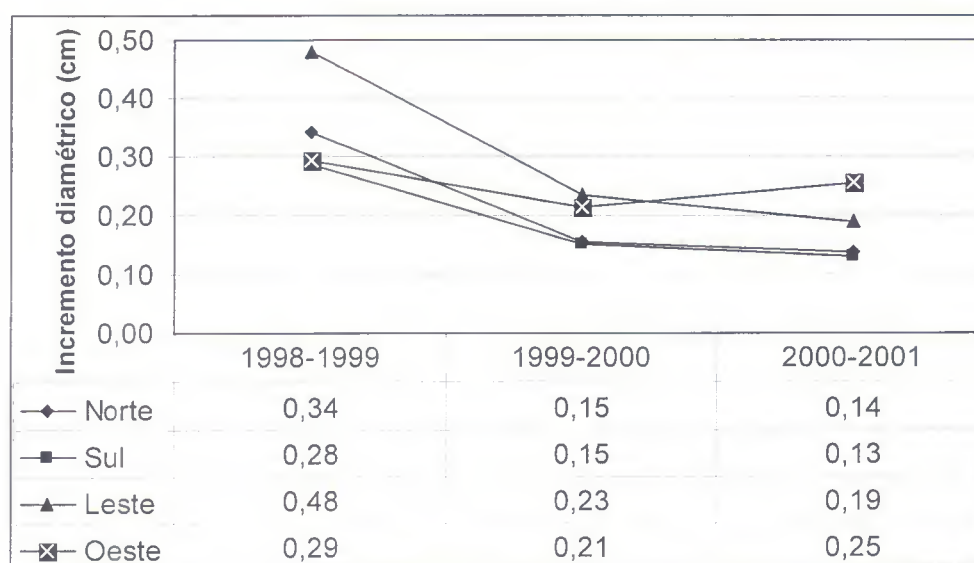


Figura 19: Incremento corrente anual diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas direções (Norte, Sul, Leste, Oeste) das clareiras, em três anos de observação, em Moju-Pa.

Esses resultados concordam com o estudo de Nemer (2003), quando analisou os gradiente Norte-Sul e Leste-Oeste e constatou que no gradiente Leste-Oeste o incremento em diâmetro dos indivíduo, de *Eschweilera odora* (Poepp) foi maior do que o gradiente Norte-Sul, e atribuiu esse comportamento à maior incidência de luz solar no gradiente Leste-Oeste.

A posição do sol no infinito relativo condiciona a incidência de sua radiação num relativo paralelismo sobre as plantas distribuídas ao longo do eixo Norte-Sul. Com isso, a massa vegetal atravessada pela radiação é mais densa que aquela ao longo do eixo Leste-Oeste que atravessa a clareira. Assim sendo, o eixo Leste-Oeste oferece maior quantidade e qualidade de radiação fotossinteticamente ativa para as plantas (Malheiros, 2001).

3.3.3 Incremento diamétrico de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nas clareiras avaliadas no experimento, a cada três meses de observações.

Os resultados da avaliação do comportamento da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. referente ao crescimento diamétrico ao longo de três anos mostram um incremento médio anual de 0,23cm, totalizando 0,7 cm ao final dos três anos de estudo (Figura 20). Esse valor é considerado baixo, quando comparado com o crescimento de *Jacaranda copaia* (0,40 cm/ano) (Serrão, 2001). Nascimento (2003), na mesma área de estudo, registrou valores semelhantes a estes ao avaliar o comportamento de *Lecythis idatimom* Aublet, com um crescimento diamétrico de 0,24 cm por ano. Nemer (2003), estudando *Eschweilera odora* (Poepp), encontrou um crescimento de 0,33 cm por ano na mesma área. Essas duas espécies foram classificadas pelos autores como tolerantes à sombra, sugerindo o caráter tolerante para *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl., por apresentar um padrão de crescimento semelhante àquelas.

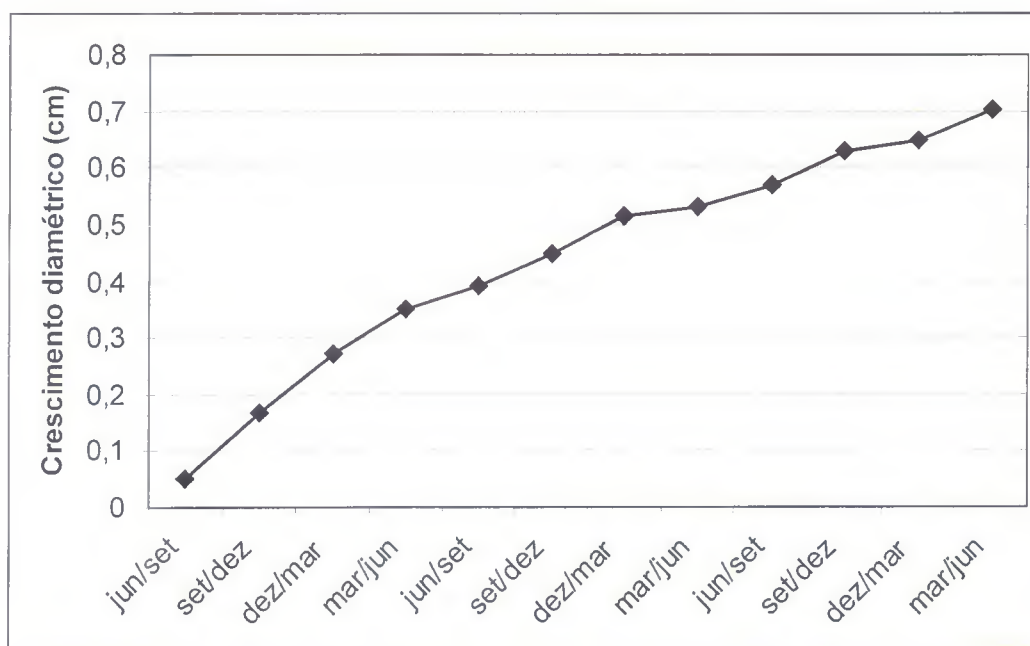


Figura 20: Incremento diamétrico acumulado de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

Os valores do incremento corrente trimestral em diâmetro, perfazendo um total de três anos, mostrou uma variação do incremento entre os trimestres, com forte indicação de sazonalidade nesse comportamento, onde se observa pico de crescimento no período de setembro a dezembro (Figura 21).

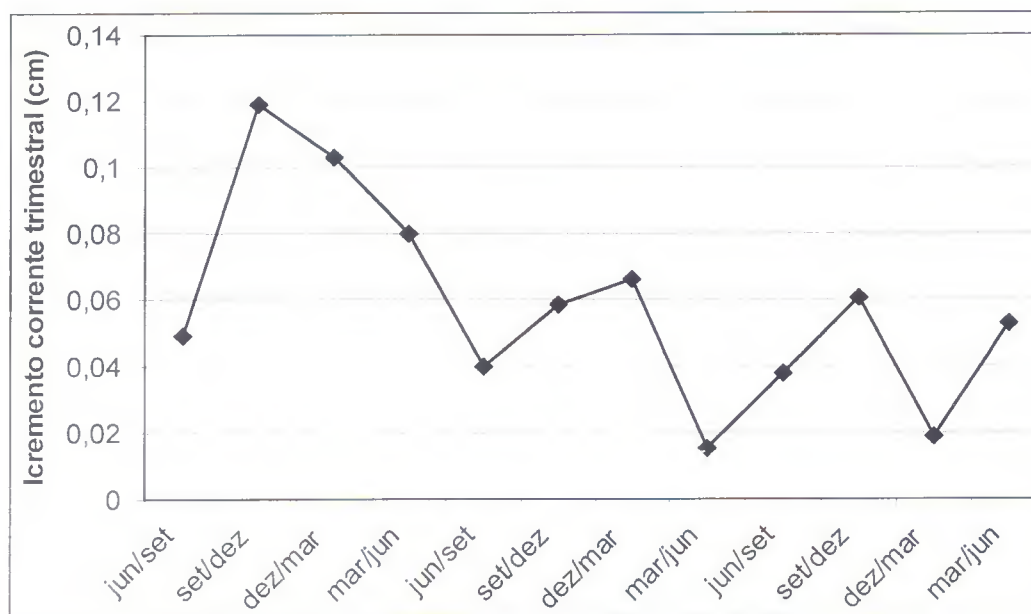


Figura 21: Incremento corrente trimestral de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. durante três anos de observação, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju-Pará.

Pode-se observar que no trimestre menos chuvoso (set/dez) o incremento diamétrico foi maior, o que pode sugerir que o fluxo energético de radiação solar direta que ocorre nesse período foi um importante componente nesse incremento, principalmente nas árvores maiores (Malheiros, 2001). Esse mesmo autor constatou que, no sub-bosque, o valor da irradiância espectral foi maior no período mais chuvoso, decorrente do maior quantitativo de radiação solar difusa que penetra no interior da floresta.

O incremento periódico anual em diâmetro da população *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. de 0,23cm, está de acordo com estudos de Silva et al.(1996), que na região do Tapajós, encontraram um incremento periódico anual para espécies tolerantes em torno de 0,2 cm. Poderia se prever que o tempo necessário para os indivíduos atingirem diâmetro de corte de 45 cm seria em torno de 195 anos em sistema monocíclico. Já o sistema de corte policíclico, onde a espécie se adequa perfeitamente, seria de aproximadamente 44 anos, ou seja, a cada 44 anos a espécie cresce em torno 10,00 cm. Os indivíduos com DAP igual ou superior a 45 cm seriam explorados no primeiro ano e os indivíduos com DAP entre 35 cm e 45 cm seriam explorado no segundo corte, quando já teriam atingido o diâmetro de corte, e assim por diante, em condições naturais, sem tratamentos silviculturais. Todavia, o período de estudo de três anos é suficiente apenas para se fazer uma inferência preliminar a esse respeito

3.4 CONCLUSÃO

O incremento diamétrico dos indivíduos da população de *Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. nos três anos avaliados foi maior no primeiro ano após a exploração e foi diminuindo nos anos seguintes, porém não houve relação entre as distâncias e as direções do centro das clareiras para dentro da floresta, portanto, pode-se concluir que somente a formação de clareiras diretas influenciam no crescimento da espécie.

O crescimento diamétrico da espécie apresentou uma sazonalidade no período estudado, mas com média de 0,23 cm por ano, durante três anos de observação. Com base nesse incremento diamétrico da espécie nos três anos estudados, pode-se preliminarmente, sugerir um ciclo de corte de 44 anos. Porém, há necessidade de um monitoramento mais prolongado para uma inferência precisa.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O.R. de. **Fatores tecnológicos que limitam o crescimento da indústria de lâminas compensadas da Amazônia.** [s.l.: s.n.], 1992. Apresentado no 1º Congresso Internacional de Madeira Tropical, Manaus, 1992b.

AMÉZQUITA, P. Light environment affects seedlings performance in *Psicotria aubletiana* (Rubiaceae), a tropical understory shrub. **Biotropica**, v.30, n.1, p. 126-129, 1998.

BAZZAZ, F. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Ann. Ver. Ecol. Syst.**, n. 11, p.287-310, 1980.

CARVALHO, J.O.P de. **Fenologia de cinco espécies arbóreas de interesse econômico na Floresta Nacional do Tapajós.** Belém: Embrapa - CPATU, 1999. 3P. (Embrapa - CPATU. Comunicado Técnico, 102).

MALHEIROS, M. A. B. **Caracterização do fluxo de radiação fotossinteticamente ativa, irradiância espectral e relação vermelho: vermelho extremo em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-Pará, Brasil. 2001.** 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2001.

NASCIMENTO, Z. P. D. **Dinâmica populacional de *Lecythis idatimon* Aublet. Após exploração florestal seletiva em uma floresta tropical de terra-firme.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2003.

NEMER, T. C. **Dinâmica da População de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers (Matamata-branco) durante três anos após a exploração seletiva de uma floresta de terra firme, Moju - Pará - Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2003.

SERRÃO, D. R. **Crescimento e mortalidade de espécies arbóreas, em clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju-PA, Brasil.** Belém-PA. 2001. 120p. Dissertação (Mestrado) – FCAP, 2001

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. DE C. A.; OLIVEIRA, R. P. and OLIVEIRA, L. C. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Review.** Belém-Pará, 75 (4), 1996.

VASCONCELOS, L. M. R. **Avaliação da dinâmica populacional de *Rinorea guianensis* Aublet (acariquarana) Violaceae, em uma floresta tropical primária explorada seletivamente, Moju-Pará, Brasil.** Belém-Pará. 2003. 63p. Dissertação (Mestrado) – UFRA, 2004.

VILLELA, A. Reflorestamento, alternativa para oferta de madeiras. **Revista da Madeira**, v. 1, n.1, p.8-11, 1995.