



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

HELAINÉ KÉLLEM OLIVEIRA DIAS

**VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM
FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA, PARÁ, AMAZÔNIA
ORIENTAL, BRASIL**

BELÉM – PARÁ

2006



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

HELAINÉ KÉLLEM OLIVEIRA DIAS

**VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM
FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA, PARÁ, AMAZÔNIA
ORIENTAL, BRASIL ¹**

¹ Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração Silvicultura e Manejo Florestal, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Maristela Machado Araujo, Dra.

Co-Orientadores:

Daniel Jacob Zarin, PhD

Francisco de Assis Oliveira, Dr.

BELÉM – PARÁ

2006

Dias, Helaine Kéllem Oliveira

Vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo em floresta secundária sob manipulação de água, Pará, Amazônia Oriental, Brasil / Helaine Kéllem Oliveira Dias. – Belém, 2006.

78f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

1. Sementes florestais. 2. Banco de sementes. 3. Chuva de sementes. 4. Disponibilidade de água. 5. Floresta secundária. 6. Silvicultura.

I. Título.

CDD 634. 9562

HELAINÉ KÉLLEM OLIVEIRA DIAS

**VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM
FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA, PARÁ, AMAZÔNIA
ORIENTAL, BRASIL**

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

Apoio Financeiro:

* Convênio Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA) / Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

* Fundação Andrew Mellon / Projeto Manflora.

BELÉM – PARÁ

2006



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM
FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA, PARÁ, AMAZÔNIA
ORIENTAL, BRASIL

HELAINÉ KÉLLEM OLIVEIRA DIAS

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

APROVADA em 17 de Março de 2006.

Banca Examinadora:

Maristela Machado Araujo – Dra.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Manoela Ferreira Fernandez da Silva – Dra.
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

João Olegário Pereira de Carvalho - PhD
Embrapa Amazônia Oriental (EMBRAPA)

Fernando Cristóvam da Silva Jardim – Dr.
Universidade Federal da Amazônia (UFRA)

DEDICATÓRIA

Primeiramente a DEUS...

¹⁰ *Pelo que Davi louvou ao Senhor perante toda a congregação e disse: Bendito És Tu, Senhor, Deus de Israel, nosso Pai, de eternidade em eternidade.*

¹¹ *Teu, Senhor, é o poder, a grandeza, a honra, a vitória e a majestade; porque Teu é tudo quanto há na face da terra; Teu, Senhor, é o reino, e Tu te exaltaste sobre chefe sobre todos.*

¹² *Riquezas e glória vêm de Ti, Tu dominas sobre tudo, na tua mão há força e poder, contigo está o engrandecer e a tudo dar força.*

¹³ *Agora, pois, ó nosso Deus, graças Te damos e louvamos o Teu glorioso nome.*

¹⁴ *Porque quem sou eu, e quem é o meu povo, para que pudéssemos dar voluntariamente estas coisas? Porque tudo vem de Ti, e das Tuas mãos to damos.*

I Crônicas 29. 10-14 (Bíblia Sagrada)

AGRADEÇO

Aos meus amados Pais...

LUÍZ VENÂNCIO DIAS (*In Memoriam*)

MIRIAM DE OLIVEIRA DIAS

...os maiores incentivadores dos meus estudos...

DEDICO

E especialmente à,

JOHN NASCIMENTO de OLIVEIRA, meu amado noivo, pelo apoio, carinho, compreensão e incentivo constante na elaboração deste trabalho.

Amo você!

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo!

Escrever uma dissertação não é simples! Entretanto, o aprendizado que se extrai nesta fase é imensurável. Neste momento, aproveito para expressar, meus sinceros agradecimentos a todos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha orientadora Maristela Machado Araujo, pelo empenho, dedicação, apoio, incentivo, compreensão. Obrigada, principalmente, pela simplicidade e humildade e pelo aprendizado inesquecível que obtive com você até a conclusão desta dissertação. Especialmente, por sua amizade sincera e carinho. Enfim, por ter sido uma segunda mãe. Maristela que Deus continue te abençoando durante toda a tua vida!

Aos professores Francisco de Assis Oliveira, pela disponibilidade em me atender sempre que precisei e Daniel Jacob Zarin, pelo financiamento desta pesquisa.

A Agencia de Desenvolvimento da Amazônia (ADA), pelo financiamento da bolsa de estudos e pela compra de equipamentos.

Aos meus professores do mestrado, em especial, Paulo Contente, Cordeiro, Izildinha e em especial ao prof. Fernando Jardim, que foi um dos examinadores desta dissertação.

Agradeço a Selma Ohashi e Noemi Leão pelo apoio e incentivo.

Ao prof. João Olegário Carvalho (EMBRAPA), pela contribuição ímpar na minha dissertação. À prof. Manoela Ferreira (MPEG), pela valiosa avaliação, da mesma.

Ao prof. Raimundo Nonato da Silva e equipe pelo apoio empenhado durante o período de coleta de dados na estação experimental de Castanhal.

Ao Projeto Manflora, na pessoa do prof. Daniel Zarin, assim como, de maneira especial, ao estimado casal Livia e Steel Vasconcelos pelo apoio. Aos meus amigos no laboratório do projeto: Luciana, Beatriz, Neuber, Wilson, Walquiria e Débora assim como, à equipe de campo Evandro, Glebson e seu Osório.

À coordenadora do mestrado prof. Leonilde Rosa, à Dra. Terezinha Bastos (EMBRAPA), à Eliane Leal e ao Sr. Manoel.

Agradeço aos novos amigos “gaúchos” são eles: a Ângela Ávila, o prof. Solon Longhi, pelas considerações ao meu trabalho, ao prof. Eduardo Pagel, pelo auxílio nas análises estatísticas e por fim ao Dr. Ghendy Júnior.

Aos amigos do curso de mestrado, especialmente, à Edna Luciana, Thiago e Sérgio.

A minha amada mãe Miriam pelo amor e dedicação aos meus irmãos: Kleicy, Klevffysson, Jimmy e Jhon. Ao Luíz, Helouise, à Dina, Byanne e Byelle.

A minha segunda família, Antônio José, Carlota, Michelle, Mylene e Mylleide que me dispensaram todo o apoio, principalmente, ao amor da minha vida, John Nascimento.

AGRADEÇO.

LISTA DE FIGURAS	p.
FIGURA 1 - Localização do fragmento de floresta secundária, área de estudo do Projeto Manflora, no município de Castanhal, Pará, Brasil.	21
FIGURA 2 Precipitação (PP - mm) e temperatura média (TM - °C) durante o período de estudo (Abril/2003 a Março/2005). (Fonte: Projeto Manflora - precipitação e Embrapa Amazônia Oriental - temperatura).	22
FIGURA 3 Sistema de irrigação utilizado nas parcelas sob manipulação de água, em floresta secundária, Projeto Manflora, Castanhal, Pará, Brasil.	24
FIGURA 4 Esquema amostral dos coletores distribuídos nas sub-parcelas de 10x10m, em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil.	27
FIGURA 5 Coletores de galhos, folhas, frutos e sementes utilizados em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil.	28
FIGURA 6 Procedimento de coleta do banco de sementes do solo, em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil.	30
FIGURA 7 Disposição das amostras de solo em bandejas, na casa de vegetação (lado direito da foto - solo e lado esquerdo da foto – serapilheira).	31
FIGURA 8 Densidade de sementes (m ²), em dois anos de estudo da chuva de sementes, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil.	37
FIGURA 9 Densidade de sementes (m ²) na chuva de sementes, considerando duas estações (1- jun-nov/ verão) e (2- dez-mai/ inverno), em floresta secundária no município de Castanhal, Pará, Brasil.	38

- FIGURA 10 Porcentagem de sementes dispersadas durante os dois anos de estudo da chuva de sementes: ano 1 (Ab-2003 a Mç-2004) e ano 2 (Ab-2004 a Mç-2005) em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. 39
- FIGURA 11 Porcentagem de frutificação das três espécies mais representativas (*Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens* e *Myrcia sylvatica*) em floresta secundária, em dois anos de observações no município de Castanhal, Pará, Brasil. 41
- FIGURA 12 Densidade de sementes dispersadas na chuva de sementes (CS) em relação à precipitação pluviométrica (PP) e temperatura (T°C) durante os dois anos de estudo em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. 42
- FIGURA 13 Número de espécies encontradas na chuva de sementes, durante os dois anos de estudo, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. 43
- FIGURA 14 Densidade de sementes germinadas (m²), em sete meses de estudo sobre o banco de sementes do solo de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. 46
- FIGURA 15 Densidade de sementes germinadas (m²), no banco de sementes do solo, nas frações solo e serapilheira, de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. 47
- FIGURA 16 Densidade do banco de sementes / m², em 5 cm de profundidade, de acordo com cada fração (solo e serapilheira) e formas de vida, em floresta secundária no município de Castanhal, Pará, Brasil. 49
- FIGURA 17 Curva de germinação de espécies, considerando 80 amostras (5 m²) de banco de sementes do solo, em floresta secundária, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. [Fração Serapilheira (Se), Fração Solo (So) e Fração serapilheira somada ao solo (Se + So)]. 50

LISTA DE TABELAS

	p.	
TABELA 1	Análise da vegetação para os dois tratamentos, em termos de número de espécies (NE) e densidade de indivíduos (DI), em floresta secundária no Município de Castanhal, Pará.	33
TABELA 2	Densidade de sementes por m ² em cada ano de estudo, Ano 1 (abril-2003 a março-2004) e Ano 2 (abril-2004 a março-2005) e em cada estação, Estação 1 (junho a novembro- verão) e Estação 2 (dezembro a maio- inverno), da chuva de sementes em floresta secundária em Castanhal, Pará.	35
TABELA 3	Comparação da densidade de sementes em dois anos de estudo, conforme a sazonalidade (Estação 1 e Estação 2), através do Teste de Hotelling, na chuva de sementes em floresta secundária em Castanhal, Pará.	36
TABELA 4	Porcentagem de indivíduos por forma de vida, na chuva de sementes, durante dois anos de pesquisa, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil.	43
TABELA 5	Comparação do número de espécies e número de sementes germinadas no banco de sementes do solo, através da análise multivariada, em floresta secundária em Castanhal, Pará, Brasil.	45
TABELA 6	Porcentagem de sementes germinadas, por forma de vida, nas frações solo e serapilheira, em banco de sementes de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil.	48

SUMÁRIO

	p.	
1	INTRODUÇÃO	3
2	REVISAO DA LITERATURA	5
2.1	A VEGETAÇÃO	5
2.2	Chuva de sementes	8
2.3	Fenologia	10
2.4	Banco de sementes do solo	12
2.5	Germinação, dormência e longevidade das sementes	15
2.6	Influência da água na vegetação e germinação de sementes	17
2.7	Análise Multivariada	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	ÁREA DE ESTUDO	20
3.1.1	<i>Localização</i>	20
3.1.2	<i>Caracterização geral da área</i>	22
3.1.3	<i>Delineamento Experimental</i>	23
3.2	MÉTODOS	24
3.2.1	<i>Vegetação</i>	24
3.2.2	<i>Chuva de Sementes</i>	27
3.2.3	<i>Fenologia</i>	29
3.2.4	<i>Banco de Sementes do Solo</i>	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	VEGETAÇÃO	32
4.2	CHUVA DE SEMENTES	34
4.3	BANCO DE SEMENTES DO SOLO	44
4.4	VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM FLORESTA SECUNDÁRIA.	51
5	CONCLUSÕES	54
6	RECOMENDAÇÕES	55
7	REFERENCIAS	56
8	APÊNDICES	67

VEGETAÇÃO, CHUVA DE SEMENTES E BANCO DE SEMENTES DO SOLO EM FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA, PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL

Autora: Helaine Kéllem Oliveira Dias

Orientadora: Maristela Machado Araújo

RESUMO

O Bioma Amazônia tem sofrido intensos processos de alteração e conversão das áreas de floresta onde após o abandono, são formados fragmentos de vegetação em diferentes estágios sucessionais, conhecidos, também, por vegetações secundárias ou capoeiras. As florestas secundárias apresentam mecanismos de regeneração que permitem o restabelecimento de áreas alteradas. Sabendo-se que o desenvolvimento das florestas secundárias está associado à duração da estação seca, nesta pesquisa interroga-se, se o fator “água” influencia os mecanismos de regeneração natural da floresta. Assim, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência da disponibilidade de água na produção de sementes, via chuva de sementes, e no banco de sementes do solo em floresta secundária, após múltiplos ciclos, na região de Castanhal, Pará, Brasil. A vegetação arbórea e arbustiva foi inventariada, em oito parcelas de 10m x 10m, sendo quatro testemunhas (controle) e quatro com o tratamento irrigação, onde foram identificados e medidos os indivíduos com DAP igual ou maior que 1cm. Os dados de vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo foram analisados por análise multivariada. A caracterização da vegetação, também, considerou parâmetros fitossociológicos. A coleta de dados para análise da chuva de sementes foi realizada através de coletores durante dois anos de estudo. O banco de sementes do solo foi avaliado através da coleta de amostras do solo com 5 cm de profundidade, subdivididas em duas frações: solo e serapilheira. Como resultado, observou-se que a irrigação não apresentou influência sobre a vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo. Na vegetação, as espécies predominantes foram *Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens* e *Myrcia sylvatica*. Na chuva de sementes a densidade foi baixa. No segundo ano de estudo houve maior dispersão de sementes do que no primeiro. No banco de sementes do solo foram encontradas 7.090,8 sementes/m² na fração solo e 1.916 sementes/m² na fração serapilheira. A forma de vida predominante foi erva, seguida de arbusto, graminóide, cipó e árvore. As espécies presentes em todos os compartimentos da floresta, e com potencial diferenciado para atuar no restabelecimento de áreas alteradas, foram *Banara guianensis*, *Casearia arborea*, *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica*, *Nectandra cuspidata* e *Vismia guianensis*. Esta última, apesar do baixo número de indivíduos na vegetação, apresenta elevada produção de sementes e estoque no solo, permitindo sua ampla ocorrência em florestas sucessionais na região.

Palavras-chave: Floresta secundária; manipulação de água; chuva de sementes; banco de sementes do solo; Amazônia.

VEGETATION, SEED RAIN AND SOIL SEED BANK IN FOREST SECONDARY UNDER MANIPULATION OF WATER, PARÁ, AMAZONIAN ORIENT, BRAZIL

Author: Helaine Kéllem Oliveira Dias

Adviser: Maristela Machado Araújo

ABSTRACT

The Amazon biome has been undergoing intense processes of alteration and conversion of forests. After abandonment, converted areas form forest fragments of different successional stages. These forest fragments present regeneration mechanisms that allow the reestablishment of altered areas. Considering that secondary forest development is associated with dry season length, this research addresses the following question: does water availability also influence the mechanisms of forest natural regeneration? Thus, the general objective of this work was to evaluate the influence of water availability on seed production (through seed rain) and soil seed bank in a secondary forest subjected to several cycles of slash-and-burn agriculture in Castanhal, Pará, Brazil. The diameter at breast height (DBH, measured at 1.3 m height) of trees with $DBH \geq 1$ cm was measured in eight 10 m x 10 m plots, with four replicate plots for the dry-season irrigation treatment and four plots left untreated as controls. Vegetation, seed rain, and soil seed bank data were analyzed with multivariate statistics. The characterization of vegetation also considered phytosociological parameters. Seed rain was measured using collectors for two years. The seed bank was evaluated in soil samples (depth = 5 cm) divided in two fractions: soil and litter. The results show that dry-season irrigation did not influence vegetation, seed rain, and soil seed bank variables. The predominant overstorey trees were *Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens* e *Myrcia sylvatica*. There was low density of seeds in seed rain. Seed dispersion was higher for the second year of study than for the first year. Soil seed bank had 7090.8 seeds/m² in the soil fraction and 1916 seeds/m² in the litter fraction. The predominant life forms were herbs, followed by shrubs, grasses, lianas, and trees. *Banara guianensis*, *Casearia arborea*, *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica*, *Nectandra cuspidata* and *Vismia guianensis* were found in all of the forest compartments and showed differential potential to reestablish altered areas. *Vismia guianensis* showed low number of individuals, but this species has high seed production and stock in soil, which allows for its wide occurrence in successional forests in the region.

Keywords: Secondary forest, manipulation of water availability, seed rain, soil seed bank, Amazonia.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o homem tem utilizado os recursos naturais de forma desordenada, sem os critérios básicos de sustentabilidade. Este processo tem comprometido a estrutura, composição e dinâmica dos ecossistemas naturais, desencadeando danos severos ao meio ambiente.

No Brasil, devido à sua dimensão continental e à grande variação geomorfológica e climática, observa-se a formação de ambientes naturais com elevada diversificação da fauna e flora. Esta peculiaridade faz com que o país possua a maior riqueza biológica do mundo, abrigando entre 10% e 20%, de 1,5 milhões de espécies já catalogadas (BRASIL, 2004). A região amazônica é um dos maiores patrimônios naturais do planeta, representando a maior biodiversidade do mundo (PARÁ, 2001).

Cerca de um terço da Amazônia brasileira está sob o processo de desmatamento e fragmentação florestal, resultando em mudanças na estrutura e florística, fato que, conseqüentemente, influencia na conservação da biodiversidade deste ecossistema (FERNÁNDEZ; SHANLEY, 2004).

O início do desmatamento na Amazônia brasileira foi influenciado pela construção de rodovias, juntamente com incentivos do governo para a colonização da terra, impulsionando a imigração de várias regiões (FEARNSIDE, 1984; 1988). Esse processo de ocupação incentivou o corte e queima da vegetação existente, para a utilização das áreas na agropecuária, principalmente, ao longo das principais rodovias como a Belém-Brasília. A redução das áreas florestais causa mudanças globais, como as influências nas condições climáticas e perda da biodiversidade (FEARNSIDE, 2003). Contudo, o Bioma Amazônia tem sofrido intensos processos de alteração e conversão da floresta que, após abandono, resulta em fragmentos de vegetação em diferentes estágios sucessionais. Estas vegetações secundárias, conhecidas, regionalmente, como florestas secundárias ou capoeiras, apresentam estratégias de regeneração diferenciada, em função da estrutura e florística na região, forma de uso da terra e sítio em que estão inseridas.

Apesar das ações das instituições de pesquisa e ensino e organizações não governamentais no intuito de identificar, questionar e se opor à ocupação sem planejamento, as ações são ainda incipientes, considerando que novas áreas com florestas têm sido ocupadas e alteradas na região.

Muitas informações ainda são necessárias para o entendimento dos processos sucessionais, de diferentes regiões na Amazônia. Entre os estudos sobre ecossistemas secundários, surgem dúvidas de como a sazonalidade, definida por período de redução do

índice pluviométrico, influencia no desenvolvimento das florestas secundárias. Tomando-se como base os estudos de Zarin et al. (2001), que relataram que o acúmulo de biomassa nas florestas secundárias está associado à duração da estação seca. Interroga-se se o fator “água” estará influenciando, também, sobre os mecanismos de regeneração natural de florestas secundárias.

Para responder essa questão foi investigado se existe diferença entre o ambiente natural de floresta (controle) e o tratamento com irrigação, em relação aos mecanismos específicos de regeneração (chuva de sementes e banco de sementes do solo).

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência da água na produção de sementes, via chuva de sementes e no banco de sementes do solo de floresta secundária, após múltiplos ciclos, na região de Castanhal, Pará, Brasil.

Para verificar essa prerrogativa, foram considerados os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar a influência da irrigação na composição e estrutura de floresta secundária, após dois anos de irrigação.
- b) Caracterizar a composição e estrutura da vegetação através de parâmetros fitossociológicos;
- c) Analisar a influência da irrigação sobre os aspectos qualitativos e quantitativos da chuva de sementes;
- d) Caracterizar a frutificação e a dispersão de espécies predominantes em floresta secundária;
- e) Avaliar a influência da irrigação sobre a composição florística e a densidade do banco de sementes do solo;
- f) Analisar o potencial de sementes existentes no solo;
- g) Determinar espécies representativas na floresta, através de um balanço entre a vegetação, densidades de sementes na chuva de sementes e no banco de sementes no solo.

2 REVISAO DA LITERATURA

2.1 A Vegetação

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores desafios deste final de século, devido ao elevado nível de perturbações antrópicas nos ecossistemas naturais (VIANA; PINHEIRO, 1998).

De acordo com Jardim e Silva (2003), a Amazônia é considerada a maior reserva contínua de floresta tropical do mundo, devido a sua diversidade de espécies florestais. Pires-O'Brien e O'Brien (1995) descreveram que o valor das florestas tropicais está ligado, à enorme biodiversidade associada à mesma.

A diversidade de espécies é uma característica exclusiva do nível da organização biológica de uma comunidade, expressando sua estrutura, a diversidade de uma comunidade poderá ser alta se apresentar elevada abundância de espécies ocorrendo uniformemente. Por outro lado, a diversidade será baixa se uma comunidade for composta por poucas espécies e/ou se, apenas poucas espécies predominarem no ambiente (BROWER e ZAR, 1984).

Barros (1986) relatou que a floresta tropical úmida é uma complexa mistura de espécies arbóreas. Jardim (1995) mencionou que a floresta equatorial (tropical úmida), não perturbada apresenta um equilíbrio dinâmico, limitando-se a repor o material perdido por morte natural.

Conforme Oliveira e Silva (2001), a redução de áreas de florestas primárias no planeta tem sido uma preocupação mundial, por acarretar sérios problemas de degradação ambiental e exaustão dos recursos naturais. No entanto, a produtividade de madeira em florestas naturais pode ser aumentada, se o potencial de crescimento destas florestas for manejado, através de técnicas apropriadas para cada tipologia florestal (JARDIM, 1995).

Homes et al. (2002), estudando florestas primárias, relataram que dentre todas as atividades silviculturais, a extração de madeira é aquela que causa maior impacto. Por outro lado, Jardim e Silva (2003) descreveram que a grande pressão exercida pela exploração desordenada e predatória dos recursos florestais, requer a realização de estudos para o entendimento das características da floresta, permitindo o planejamento e garantindo o manejo sustentável da mesma.

Carvalho (1992), avaliando o impacto causado pela extração madeireira (T₁- corte de árvores com DAP \geq 45 cm e T₂- DAP \geq 55 cm), na Floresta Nacional de Tapajós, verificou que a diversidade da floresta primária reduziu somente no primeiro ano após a extração, novamente atingindo a diversidade inicial no terceiro ano.

Vários distúrbios podem originar a sucessão secundária nos trópicos, como a queda de galhos ou árvores por senescência, tempestades, chuvas, desabamento de terra e queimadas, assim, formando clareiras (WHITMORE, 1990; GARWOOD, 1989; BROKAW, 1987).

No entanto, a maior pressão observada na Amazônia é aquela que conduz a floresta à destruição, tal modelo de exploração necessita de novas estratégias que sustentem a população na região (FEARNSIDE, 2003).

Conforme Vieira (1996), na região Bragantina, nordeste paraense, são comuns florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais, formadas após o uso na agricultura. Essas áreas são mantidas em pousio, até que um novo ciclo agrícola ocorra.

A mudança da paisagem por ações antrópicas é, geralmente, mais severa do que pela formação natural de uma clareira do mesmo tamanho (GOMES-POMPA; VAZQUEZ-YANES, 1981).

Segundo Richards (1998), uma floresta secundária pode ser caracterizada da seguinte forma: primeira fase da sucessão, sendo dominada por ervas daninhas, incluindo gramíneas que, geralmente, são efêmeras e possuem ciclo de vida em torno de um ano; a segunda fase pode ser dominada por arbustos e plantas herbáceas; após a primeira e segunda fase, as árvores, provenientes de dispersão gradual de sementes de espécies pioneiras, podem restabelecer o dossel. De forma geral, na floresta secundária, observa-se rápido crescimento, presença de espécies pioneiras de vida curta, com dispersão anemocórica e zoocórica.

Conforme Felfili e Rezende (2003), a riqueza florística consiste no número de plantas presentes em uma área, parcela ou comunidade. Nesse contexto, Vieira (1996) estudou florestas secundárias de diferentes idades, (5, 10, e 20 anos) e floresta madura de 40 anos, na região Bragantina e destacou que estágios sucessionais mais avançados apresentam maior riqueza. Concordando, Araújo (1998) verificou a riqueza florística da vegetação em florestas secundárias de três diferentes idades e observou que a floresta de 30 anos apresentou maior riqueza florística, seguida pelas florestas de 17 e 6 anos. Estes estudos confirmam a afirmação de Budowiski (1966), de que em florestas sucessionais a riqueza florística é menor nas primeiras fases de sucessão, muitas vezes com o domínio de uma ou poucas espécies.

A vegetação pode ser caracterizada a partir de metodologias específicas, considerando o enfoque principal do trabalho. Araújo (1998) analisou a estrutura e a composição florística em três ecossistemas sucessionais (6, 17 e 30 anos), avaliando indivíduos com altura maior ou igual 10 cm, os quais foram abordados em intensidades amostrais diferentes, considerando 4, 100 e 1000 m². A análise das florestas foi feita através da estrutura horizontal (abundância, frequência e dominância), estrutura vertical (posição sociológica e regeneração natural),

índice de diversidade de Shannon-Wiener e Coeficiente de similaridade de Sorensen. Vieira (1996) analisou a densidade, dominância, índice de valor de cobertura, diversidade (Índices de Simpson e de Shannon-Wiener), e similaridade (Sorensen) entre florestas secundárias.

Coelho (2002) analisou, estruturalmente, a vegetação em florestas de três estágios sucessionais (4, 8 e 12 anos), definindo a amostragem em duas classes de tamanho. Na classe I, foram inventariados os indivíduos com $DAP \geq 1$ cm, para o cálculo da densidade, dominância absoluta e relativa, enquanto que, na classe II, inventariou os indivíduos com $DAP < 1$ cm. Neste estudo, foram calculados os valores de densidade e frequências absoluta e relativa.

Araújo et al. (2005) analisaram a vegetação em florestas secundárias na Amazônia Oriental em dois sítios (4 e 12 anos), representando uma cronosequência sucessional, onde avaliaram a dinâmica dos ecossistemas. No resultado, observaram a substituição de algumas espécies arbóreas pioneiras. Em relação ao estabelecimento dos indivíduos na floresta, Bazzaz (1979) descreveu que nos estágios iniciais de colonização, a competição entre os indivíduos pode ser ausente, como o crescimento de plântulas jovens, entretanto, após essa fase, as espécies iniciais começam a ser substituídas.

O estudo da vegetação é importante, considerando-se sua função como fonte de sementes em uma floresta. Fenner e Katajima (1999) mencionaram que a composição florística de uma vegetação é consequência da regeneração bem sucedida.

Conforme Garwood (1989), as sementes representam papel importante na regeneração e restabelecimento das florestas, principalmente, após alteração natural ou mesmo antrópica.

Neste enfoque, Garwood (1996) caracterizou cinco estágios de desenvolvimento da plântula: estágio de semente, desde a maturação até a germinação; fase de expansão da plântula entre a germinação, emissão de radícula e cotilédones; estágio da reserva, quando a plântula ainda depende da reserva da semente; estágio autônomo, quando o indivíduo torna-se fotossintético; e estágio juvenil, onde estão contidos muitos indivíduos, desde os mais jovens até aqueles que estão passando para a subpopulação adulta.

As espécies pioneiras caracterizam o início da sucessão natural, também sendo conhecidas como intolerantes à sombra (RICHARDS, 1998; CARVALHO, 1982; CARVALHO, 1992), secundárias (HALL; SWAINE, 1980) ou heliófilas (OLIVEIRA, 1995). Em contrapartida, as espécies tolerantes à sombra, primárias e esciófilas, descritas pelos mesmos autores, ocupam estágios sucessionais mais avançados.

Conforme Swaine e Whitmore (1988) e Garwood (1996), as sementes de espécies pioneiras necessitam da abertura no dossel e da entrada de luz para germinarem, se

estabelecerem e atingirem a maturidade, enquanto espécies clímax podem germinar e se estabelecer na sombra. Além disso, as espécies pioneiras apresentam peculiaridades como produção de sementes elevada e contínua.

2.2 Chuva de sementes

A chuva de sementes consiste na entrada natural de diásporas numa determinada área. De acordo com Harper (1977), é um dos fatores determinantes do potencial populacional no habitat, sendo tema de importante abordagem, quando se deseja descrever a dinâmica de ecossistemas.

Martinez-Ramos e Soto-Castro (1993) descreveram que a chuva de sementes é a maior fonte de propágulos para a regeneração. Além deste mecanismo, o banco de sementes e o banco de plântulas também contribuem efetivamente para o restabelecimento de florestas alteradas (VIEIRA, 1996).

Na chuva de sementes em floresta primária, Leal Filho (2000) observou que o número de plântulas estabelecidas foi, significativamente, maior nas áreas de borda de clareiras (16 plântulas/m²) do que nas áreas de floresta primária (13 plântulas/m²), acrescentando que o estabelecimento dos indivíduos, foi influenciado pela intensidade luminosa e pela proximidade de fontes produtoras de sementes.

Outro fato semelhante foi constatado por Araújo et al. (2004), em Floresta Estacional Decidual, onde observaram o maior número de sementes na borda e dique do que na parte central do fragmento de floresta ciliar, mencionando que as sementes foram provenientes da própria vegetação e de fragmentos próximos.

Vieira (1996) estudou a chuva de sementes em floresta secundária de cinco anos, observando 883 sementes/m², enquanto, em floresta madura de 40 anos encontrou 220 sementes/m². No mesmo trabalho foi mencionado o predomínio de quatro espécies (*Cecropia palmata*, *Miconia* sp., *Myriaspota* sp. e *Vismia guianensis*), as quais representaram 71% do total de sementes coletadas na chuva de sementes da floresta de cinco anos. Já na floresta madura, apenas a espécie *Didymopanax morototoni*, representou 35% de todas as sementes coletadas.

Quanto à composição florística, Vieira (1996) relatou que o número de espécies é diretamente proporcional aos estágios serais da floresta, mencionando a presença de 70 espécies na floresta de 5 anos, 93 espécies na floresta de 10 anos, 104 espécies na floresta de

20 anos e 134 espécies na floresta madura (40 anos). As densidades descritas foram 10.591; 6.320; 6.170 e 2.641 sementes, respectivamente, nos estágios sucessionais estudados.

Apesar da maior fonte de sementes ser proveniente da vegetação local, as sementes podem ser dispersadas de várias outras formas. Van der Pijl (1982) classificou a dispersão de acordo com os agentes dispersores e formas de dispersão, em, anemocórica, autocórica, zoocórica.

Determinadas sementes são leves e possuem alas ou tufo de pêlos que facilitam a dispersão pelo vento (anemocórica). Algumas são expelidas do fruto de forma explosiva (autocórica) e outras sementes são levadas, passivamente, pela água da chuva (hidrocórica). No entanto, um grande número de espécies apresenta sementes que são disseminadas por pássaros e mamíferos, caracterizando a dispersão zoocórica (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Richards (1998) descreveu que a maior proporção de árvores em florestas úmidas tem frutos e sementes que atraem aves e mamíferos.

A chegada de sementes na área é maior mediante a presença de dispersores que carregam frutos e sementes às florestas (JANZEN, 1980). As espécies vegetais apresentam padrões de dispersão próprios variando de espécie para espécie (FENNER; KATAJIMA, 1999).

Adams (1997), estudando a dispersão de sementes em floresta secundária de diferentes idades, observou a efetividade de morcegos atuando como agentes dispersores.

Conforme Fenner e Katajima (1999), após a produção, dispersão e germinação das sementes, ocorre o estabelecimento da plântula, sendo que a perpetuação das espécies na floresta depende, principalmente, da proporção de diásporas dispersadas. Além disso, apenas uma pequena proporção de sementes sucede no desenvolvimento, pois muitas etapas são necessárias até que a planta se torne estabelecida (KÖSTLER, 1956).

No mesmo contexto, Richards (1998) relatou que a abundância de plântulas depende da disponibilidade de sementes viáveis dispersadas na área, e/ou que se encontram dormentes no solo. Assim, os mecanismos de regeneração são indicativos importantes para caracterizar o restabelecimento da vegetação, através da chuva de sementes, banco de sementes do solo e presença de banco de plântulas (ARAÚJO, 2002).

As sementes, depois de dispersadas da planta mãe, são espalhadas dentro dos ambientes de forma heterogênea. Conseqüentemente, alguns locais tem possibilidades restritas para desenvolver as plântulas (FENNER, 1985).

2.3- Fenologia

A fenologia é o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos nos indivíduos vegetais, assim como de suas causas, em relação aos fatores bióticos e abióticos (LIETH, 1974). Dessa forma, quando se observam as fenofases de uma vegetação, como a frutificação, por exemplo, estuda-se fenologia.

As observações fenológicas, obtidas de forma sistemática, subsidiam o entendimento dos períodos de reprodução (floração, frutificação) e da disponibilidade de recursos para os polinizadores e dispersores. Além disso, permitem fazer inferências sobre o processo de regeneração das espécies, nos ecossistemas (FRANKIE, BAKER e OPLER, 1974).

Na floresta tropical úmida primária ao norte da Tailândia, o principal período de floração, para a maioria das espécies estudadas, é durante os meses de dezembro e janeiro, nesta ocasião o clima é, geralmente, muito seco (CHEKE, NANAKORN e YANKOSES, 1979).

De acordo com Pires-O'Brien e O'Brien (1995), a floração e a frutificação são eventos biológicos importantes das plantas, relatando que a sazonalidade dessas fenofases em floresta tropical conduzem à falta de alimentos para os animais que dependem das flores e dos frutos produzidos na floresta.

Larcher (2000) descreveu que a transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva ou maturidade é marcada pela capacidade da planta produzir flores, sendo a indução floral um pré-requisito para este evento. Entretanto, em muitas plantas, o início da formação das flores requer uma indução por fatores externos como radiação, temperatura, ou redução hídrica. Além disso, os fatores ambientais, em conjunto com a regulação de mecanismos endógenos, influenciam a frequência da floração, o início da frutificação e o amadurecimento dos frutos e sementes, principalmente, quando se considera o estado nutricional da planta.

Da mesma forma, Alencar, Almeida e Fernandes (1979) relataram que a fenofase floração pode ser influenciada pelos fatores climáticos e fisiológicos da planta.

Jansen (1967) descreveu entre os fatores associados ao processo reprodutivo das plantas, que a falta de chuva previne a queda de flores, diluição do néctar, inundação dos abrigos dos insetos, deiscência explosiva dos frutos e as atividades dos fungos, assim, favorecendo a frutificação.

Em floresta próxima do Rio Jarí, Pires-O'Brien e O'Brien (1995) descreveram os padrões de floração e frutificação de espécies florestais arbóreas, classificando-os como: Cíclicos (sazonais) e Acíclicos (não-sazonais).

O padrão cíclico ou sazonal se subdivide em: Anual, quando se observa regularidade da fenofase, normalmente uma vez por ano; Bienal, quando ocorre a cada dois anos; e Plurianual quando ocorre em intervalos de três ou mais anos.

O padrão acíclico se subdivide em: Gregário, quando as árvores florescem aleatoriamente sem sincronia; Massivo-extensivo, quando uma ação ambiental aciona a floração sincronizada de diversos indivíduos; e Rara, ou espaçada quando apenas um número pequeno de indivíduos floresce, num período de três ou mais anos.

D'Eça-Neves e Morellato (2004) estudaram sessenta métodos de amostragem utilizados em estudos da fenologia ao longo de 30 anos, em florestas tropicais, e concluíram que a falta de padronização das metodologias dificultam as comparações entre os estudos.

Denslow e Gomez-Diaz (1990) estudaram os aspectos reprodutivos de espécies em clareiras, na floresta neotropical úmida na Costa Rica, através de transectos permanentes. A frutificação, observada durante um ano, mostrou um padrão não-sazonal das espécies.

Freitas (1996) observou a frutificação em floresta de várzea, no município de Afuá, Pará e relatou que a frutificação de 50% das espécies iniciou no período seco, estendendo-se durante o período chuvoso. Do total de espécies observadas, 36% iniciaram a fenofase frutificação durante o período chuvoso e 14% frutificaram durante todo o período de observação (15 meses).

Penhalber e Mantovani (1997), avaliando aspectos reprodutivos de espécies em floresta secundária, observaram a presença de 90 espécies, pertencentes a 37 famílias. Algumas das espécies que apresentaram maior frutificação foram: *Mikania cordifolia*, *M. micrantha* e *Myrcia rostrata*.

Leão e Macqueen (2001) comentaram que a época de disseminação das sementes e a periodicidade do evento são fundamentais para o planejamento adequado e eficiente das atividades na floresta.

A presença de determinada espécie na regeneração pode ser mais claramente entendida, quando a fenologia das espécies presentes nas comunidades é conhecida (CARMO e MORELLATO, 2000).

Assim, o conhecimento da fenologia e síndrome de dispersão das espécies contribui para o entendimento da chuva de sementes e, conseqüentemente, do estoque de sementes no solo.

2.4 Banco de sementes do solo

O banco de sementes do solo é o estoque de sementes não-germinadas que se encontram na superfície do solo, sendo potencialmente, capazes de substituir plantas adultas que morrem (BAKER, 1989).

O banco de sementes ocorre na maioria dos habitats e o número de sementes presentes, como propágulos dormentes excedem o número de plantas. Além disso, este estoque é composto por sementes produzidas na área e sementes trazidas de outros lugares (HARPER, 1977).

Conforme Fenner (1985), o estudo de banco de sementes requer não somente a avaliação quantitativa, mas o entendimento da dinâmica (processos de entrada e saída).

Richards (1998) relatou que as sementes são enterradas por animais e por processos físicos e que o tempo que permanecem viáveis é incerto. Algumas sementes podem ser destruídas por fungos, bactérias ou consumidas pela fauna do solo, porém, uma grande proporção permanece dormente por muitos anos. Destacou também, que a distribuição horizontal de sementes no solo é muito variável mesmo em pequenas distâncias, entretanto, verticalmente, a profundidade que atingem depende da textura e outras características do solo. Putz (1983) e Vieira (1996) relataram que a maior proporção de sementes ocorre nos primeiros 5 cm do solo.

A variação de sementes nos solos, considerando espécies, densidade e forma de vida, pode ser alta dependendo da região de estudo, histórico de uso da terra, tipo de vegetação e profundidade de coleta (GARWOOD, 1989).

No caso de ecossistemas com alteração antrópica, Whitmore (1990) destacou que o grau da interferência influencia na potencialidade do banco de sementes do solo. As áreas cultivadas por muitos anos são invadidas por espécies herbáceas, incluindo algumas gramíneas e ciperáceas que, em muitos casos, superam o desenvolvimento de árvores pioneiras, devido à distância de fonte de diásporas e ausência de sementes dormentes no solo (BAZZAZ e PICKETT, 1980).

Garwood (1989), comparando os mecanismos de regeneração, relatou que, geralmente, o estoque de sementes do solo contribui mais para a regeneração natural inicial do que a chuva de sementes. Por outro lado, Whitmore (1983) descreveu que a regeneração inicial, no momento da abertura de uma clareira, pode ser fortemente influenciada por espécies da circunvizinhança, que estejam dispersando sementes, as quais poderão predominar na composição florística da área.

As florestas se modificam a partir dos distúrbios naturais e, conseqüentemente, aberturas no dossel (WHITMORE, 1990). Após a formação das clareiras a colonização ocorre, principalmente, por espécies pioneiras de vida curta que aparecem rapidamente (BROKAW, 1987). Da mesma forma, as pioneiras são predominantes em florestas secundárias.

Assim, diante de uma alteração na estrutura da floresta, Bazzaz e Pickett (1980) relataram que ocorre o aumento da entrada de luz e oscilação da temperatura, proporcionando a germinação das sementes presentes no solo. Richards (1998) descreveu que tais alterações induzem as sementes do grupo ecológico das pioneiras, germinarem em duas ou três semanas.

As espécies pioneiras persistem no banco de sementes do solo, devido o fato de produzir elevado número de sementes em curto período de tempo, destacando que pode haver o predomínio de poucas espécies no banco de sementes do solo (GARWOOD, 1989).

Swaine e Whitmore (1988) descreveram que as pioneiras se destacam no restabelecimento inicial do ecossistema, devido a características como a maior capacidade de competição, crescimento rápido e elevada produção de sementes, geralmente, com dormência. O contrário ocorre com espécies clímax que formam banco de plântulas.

Whitmore (1983) relatou que as sementes de algumas espécies germinam na sombra, entretanto, outras exigem luz para germinarem. Swaine e Withmore (1988) classificaram as espécies de floresta tropical úmida em dois grandes grupos: pioneiras e clímax, definindo que as sementes de espécies pioneiras germinam sob luz direta do dossel aberto, enquanto as espécies clímax germinam sob dossel.

De acordo com o comportamento germinativo e dos padrões temporais de dispersão das sementes, Garwood (1989) descreveu cinco estratégias básicas de classificação dos bancos de sementes do solo:

- a) *Banco de sementes persistente*: composto por sementes de vida longa, podendo haver dormência facultativa, as quais são dispersas por curtos ou longos períodos.
- b) *Banco de sementes transiente*: composto por sementes de vida curta, sem dormência, que são dispersas por um curto período durante o ano.
- c) *Banco de sementes pseudo-persistente*: é composto por sementes de vida curta, sem dormência, com dispersão contínua durante todo o ano. A dispersão é freqüente, mas não é contínua, pode sugerir equivocadamente um padrão persistente.

- d) *Banco de sementes sazonal-transiente*: apresenta sementes com dormência relacionada a estações do ano, as quais apresentam longevidade intermediária. Estas podem ser dispersas por curtos ou longos períodos de tempo.
- e) *Banco de sementes transiente-tardio*: composto por sementes de espécies pioneiras ou secundárias tardias e não estão associadas às estações. Algumas sementes podem permanecer no banco de sementes do solo por um ou mais anos.

O banco de sementes, geralmente, não apresenta grande similaridade com a vegetação madura, no entanto, o contrário ocorre em habitats que sofrem constantes distúrbios (FENNER, 1985). Por outro lado, o mesmo autor relatou que algumas plantas germinadas podem ser provenientes de gerações passadas, pois muitas sementes podem ficar dormentes no solo por décadas.

Sementes de espécies imigrantes são pouco abundantes e têm distribuição espacial limitada em relação às sementes de espécies locais. Entretanto, sementes imigrantes têm maior diversidade do que as localmente produzidas. (MARTINEZ-RAMOS; SOTO-CASTRO, 1993).

O banco de sementes do solo em floresta primária é, geralmente, dominado por árvores, apresentando em média por 49% desta forma de vida, enquanto a floresta secundária ou áreas alteradas pela agricultura no banco de sementes há a predominância de 75% de espécies herbáceas (GARWOOD, 1989).

Considerando a densidade de sementes presentes no solo, Hall e Swaine (1980), estudando seis sítios florestais em Ghana, encontraram densidade média de sementes variando de 45 a 696 sementes/m². Leal (2002) observou o banco de sementes após preparo de área com queima e sem queima, testando três tratamentos (queima, cobertura triturada e cobertura triturada incorporada), onde constatou que as formas de vida erva e graminóides predominaram, representando 94% do total de indivíduos germinados, em todos os sistemas de manejo utilizados.

Para a amostragem do banco de sementes do solo, Vieira (1996) coletou aleatoriamente, quatro amostras de solo em transectos de diferentes estágios sucessionais (5, 10 e 20 anos), nas profundidades de 0-5 e 5-10cm, observando maior proporção de sementes nos primeiros 5 cm da superfície e predomínio de espécies herbáceas. No entanto, Araújo et al. (2001) estudando o banco de sementes de floresta secundária (6, 17 e 30 anos), observaram

o predomínio de espécies arbóreas nos primeiros 8 cm do solo. Neste estudo, as espécies arbóreas predominantes no banco de sementes foram espécies pioneiras típicas da região.

Baider, Tabarelli e Mantovani (2001), estudando o banco de sementes do solo em florestas de diferentes idades (5, 18, 27 anos e floresta madura), na Mata Atlântica, avaliaram a densidade de sementes nas profundidades de 0 a 2,5 e 2,5 a 5 cm, constatando que na camada mais superficial (0-2,5 cm) ocorreu 56,9% a 67% das sementes. Dalling, Swaine e Garwood (1994) observaram que 6 semanas foram suficientes para que, aproximadamente, 100% das sementes, coletadas em 4 profundidades (0-2,5; 2,5-5; 5-10 e 10-20 cm), germinassem.

Em termos de riqueza florística, Quintana-Ascêncio et al. (1996) observaram 130 espécies nos primeiros 10 cm de profundidade. Araújo et al. (2001) constataram 72, 63 e 59 espécies, respectivamente, em florestas secundárias de 6, 17 e 30 anos. Enquanto que, Sousa (2002), observou 75 e 63 espécies, respectivamente em florestas de 9 e 15 anos, na região Bragantina.

2.5- Germinação, dormência e longevidade das sementes

As sementes apresentam estruturas diferenciadas, assim como, constituintes de três metabólicos primários (carboidratos, proteínas e lipídios), os quais funcionam como reserva orgânica (GONÇALVES et al., 2003).

A germinação, do ponto de vista fisiológico, consiste na retomada de crescimento do embrião (BORGES; RENA, 1993). Esta fase tem início com a embebição de água pela semente, seguida pela ativação do metabolismo no tecido embrionário, sendo completada quando o desenvolvimento da plântula não mais depende da reserva da semente (LARCHER, 2000).

A germinação pode ser: Epígea, quando os cotilédones são levados acima do nível do solo, Hipógea, quando os cotilédones permanecem abaixo da superfície do solo (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Os mesmos autores descreveram que, durante o período de formação do embrião há um contínuo fluxo de nutrientes, da planta parental em direção aos tecidos do óvulo, resultando em acúmulo de reservas dentro do endosperma da semente em desenvolvimento. Posteriormente, a germinação da semente depende de fatores externos (água, oxigênio, temperatura e luz) e internos (fitormônios, substâncias reguladoras). Durante esta fase, a germinação está em função da dormência exógena e endógena que algumas espécies apresentam como estratégia natural para aumentar sua longevidade.

Fenner (1985) relatou que a dormência é um mecanismo de repouso, o qual impede a germinação. Neste caso, sob condições inadequadas, ocorre a dormência endógena ou exógena, considerando a presença de inibidores, tegumento duro e condições ambientais desfavoráveis.

Conforme Mayer e Poljacoff-Mayber (1975) a dormência pode ocorrer por várias causas: imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento à água ou gases, impedimento do desenvolvimento do embrião, necessidades específicas por intensidade de luz e temperatura, ou presença de substâncias inibidoras à germinação.

Raven; Evert; Eichhorn (2001) relataram que a dormência é uma condição especial de crescimento inibido, pois algumas sementes não germinam na natureza, até que elas sejam escarificadas mediante o atrito com o solo e desgaste do tegumento, conseqüentemente, ocorre a entrada de água e/ou o oxigênio, ou ainda a remoção de inibidores.

A dormência apresenta muitas classificações, de acordo com diferentes autores. Harper (1977) definiu que a dormência pode ser inata, quando o embrião não completa o desenvolvimento, enquanto sustentado pela planta-mãe (ocorre antes da dispersão); dormência imposta é aquela que ocorre devido a fatores ambientais adversos à germinação; e a dormência induzida é observada quando algum fator proporciona a dormência da semente, após liberação da planta-mãe (ocorre após a dispersão).

Copeland e McDonald (1995) definiram a existência de dormência primária e secundária. A dormência primária é a mais comum na maioria das espécies, podendo ser subdividida em dormência exógena, quando componentes essenciais (água, luz e temperatura) são necessários à germinação, e diante da indisponibilidade destes, a germinação não ocorre; e dormência endógena, a qual é inerente às propriedades da semente. A dormência secundária consiste no fato das sementes não-dormentes encontrarem condições que as conduzem a dormência, como por exemplo, determinado período no escuro.

Conforme LAMBERS, CHAPIN e PONS (1998), a causa da dormência de muitas espécies é a existência de tegumento duro nas sementes. Este fator impede a germinação das mesmas, considerando que permanecem impermeáveis à água. A germinação ocorre somente quando o tegumento (casca) da semente está suficientemente deteriorado, permitindo a entrada de água e ativação do tecido embrionário. Garwood (1989) relatou que a longevidade das sementes pode ser reduzida devido ao ataque de patógenos após a dispersão.

O contato com a água só ocorre quando a casca da semente está suficientemente deteriorada. Esta deterioração pode ser devido à atividade de microorganismos, durante o período que as sementes ficam enterradas no solo, assim como, pode ser devido a alguns

processos físicos como a exposição de sementes a fortes flutuações de temperatura na superfície do solo. Em ambos os casos, o rompimento da casca da semente é gradual. Outro fator que pode ocasionar a deterioração da casca das sementes é a exposição das mesmas a temperaturas altas como durante o fogo ou queimadas (aproximadamente 100°C), levando à germinação massiva de sementes fotoblásticas positivas (LAMBERS, CHAPIN e PONS, 1998).

Os distúrbios no solo e remoção do dossel da floresta alteram o regime de entrada de luz, a temperatura e umidade nas camadas superficiais da floresta proporcionando a germinação (WHITMORE, 1983).

2.6 Influência da água na vegetação e germinação de sementes

A maior parte da água que é absorvida pela vegetação é perdida pela evaporação, processo conhecido como transpiração. A transpiração é conseqüência inevitável, pois a planta precisa manter exposta grande área de paredes celulares úmidas, a fim de facilitar a absorção de CO₂ pelas folhas. Cada espécie vegetal apresenta uma razão diferente de transpiração sob determinadas condições ambientais. As plantas de deserto (xerófitas), por exemplo, transpiram grande parte da água que absorvem (cerca de 50%), enquanto que as plantas aquáticas submersas (hidrófitas) retêm mais água que absorvem em comparação com outras plantas, embora as quantidades por elas absorvidas sejam menores (SUTCLIFFE, 1980).

A planta perde água na forma de vapor (transpiração) e, ocasionalmente, em pequenas quantidades na forma de gutação (LARCHER, 2000).

A disponibilidade de água para as plantas depende, principalmente, da quantidade de água armazenada no solo e da relação do mesmo com o potencial hídrico (LAMBERS, CHAPIN e PONS, 1998).

Johnson, Zarin e Johnson (2000) afirmaram que a água é um dos principais fatores que atuam no crescimento de florestas secundárias tropicais. Corroborando com Zarin et al. (2001) que avaliaram a influência da sazonalidade na acumulação de biomassa nas florestas secundárias.

Da mesma forma que, para o crescimento das plantas e acumulação de biomassa, a água é um fator imprescindível para a germinação das sementes, sendo necessário que a semente atinja um nível adequado de hidratação, reativando os processos fisiológicos. A germinação é iniciada pela embebição e pode ser apresentada em três etapas: a primeira é exclusivamente física, ocorre também com sementes mortas; a segunda etapa é representada

por uma fase estacionária de absorção; e a terceira é metabólica, lenta, prolongada e dependente da temperatura e oxigênio (BORGES; RENA, 1993).

Conforme Castro, Bradford e Hilhorst (2004), a embebição é consequência do potencial mátrico existente na parede e em outros componentes celulares, sendo um processo puramente físico. Na fase 2 são ativados os processos metabólicos requeridos para o crescimento do embrião e, na fase 3, ocorre o aumento do conteúdo de água na semente, considerando que está associada à iniciação do crescimento do embrião, concomitantemente com a divisão celular e alongamento embrionário (crescimento da radícula). Após a fase 3, ocorre a formação da plântula, a qual também é altamente vulnerável aos estresses ambientais, como o déficit ou saturação hídrica.

O excesso de umidade, em geral, provoca decréscimo na germinação, visto que impede a entrada de oxigênio, reduzindo o processo metabólico (BORGES; RENA, 1993). Da mesma forma, Bewley e Black (1943) descreveram que o estresse de água pode reduzir a taxa de germinação.

Bryant (1989) constatou que em solo úmido, as sementes, freqüentemente, permanecem dormentes, mesmo quando estão embebidas, permitindo que ocorra a lixiviação dos inibidores hidrossolúveis da semente ou do embrião.

A germinação é o evento que marca a transição entre dois estágios de desenvolvimento de uma planta, ou seja, entre a semente e a plântula. A semente possui reservas de alimento capaz de mantê-las em estado de latência, enquanto que a plântula necessita de condições favoráveis para sobreviver tais como: suprimento de água, luz, CO₂ e nutrientes inorgânicos que envolvem o crescimento autotrófico.

De acordo com Fenner (1985), as sementes localizadas na superfície do solo estão expostas ao risco de desidratação, germinando somente se a água absorvida ocorrer mais rapidamente do que a água perdida.

2.7 Análise Multivariada

Conforme Gauch (1982) a análise multivariada é bastante eficiente em estudos voltados à Ecologia, considerando o elevado número de variáveis disponíveis nas avaliações. A análise multivariada é uma ramificação da matemática, capaz de avaliar múltiplas variáveis simultaneamente. Ao contrário, a análise univariada (ANOVA) determina, com base em uma medida dependente, se várias amostras são provenientes da população (HAIR et al., 2005).

A maioria dos testes estatísticos refere-se ao estudo de uma única variável, a qual é considerada importante na descrição ou no estudo analítico dos dados amostrais. Em algumas

situações, porém, torna-se importante considerar a análise de diversas variáveis aleatórias, de modo simultâneo, para atingir outros aspectos não abrangidos por um exame mais simplificado. Assim, somente após as primeiras análises e com o desenvolvimento dos computadores, foi possível construir pacotes estatísticos, com diferentes modelos de análises multivariadas, possibilitando seu uso em escala mais ampla (AYRES, 2003).

Conforme Hardyck, Petrinovich (1976), o método de análise multivariada torna possível se obter resultados específicos e precisos em cenários naturais.

Para a efetivação da análise multivariada, há necessidade de alguma noção sobre álgebra matricial (AYRES, 2003). A necessidade de compreensão das relações entre as diversas variáveis faz com que as análises multivariadas sejam muitas vezes complexas. Contudo, as técnicas multivariadas têm sido regularmente aplicadas em várias investigações científicas como nas áreas de biologia, física, sociologia e ciências médicas (FERREIRA, 1996).

Hair et al. (2005) comentaram que dentre as técnicas mais estabelecidas de análise multivariada constam à análise de componentes principais, regressão múltipla, análise de discriminante, análise multivariada e variância, análise conjunta, correlação canônica, análise de agrupamentos, análise de correspondência entre outras.

Acrescentaram que a análise de variância multivariada é uma técnica estatística que explora, ao mesmo tempo, as relações entre diversas variáveis independentes categóricas (tratamentos) e duas ou mais variáveis métricas, descrevendo que o Teste de Hotelling, é utilizado para avaliar a significância estatística da diferença de médias de duas ou mais variáveis entre dois grupos (tratamentos).

Ayres (2003) descreveu o Teste de Hotelling como destinado a comparar duas amostras multivariadas, cada uma com o mesmo número de variáveis, duas ou mais, baseando-se na generalização do Teste t de Student, mais precisamente no quadrado dessa estatística, sendo representado simbolicamente, por T^2 . A probabilidade do teste (*p* - valor) é calculada pela “estatística *F*”, resultante da transformação de T^2 .

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Área de estudo

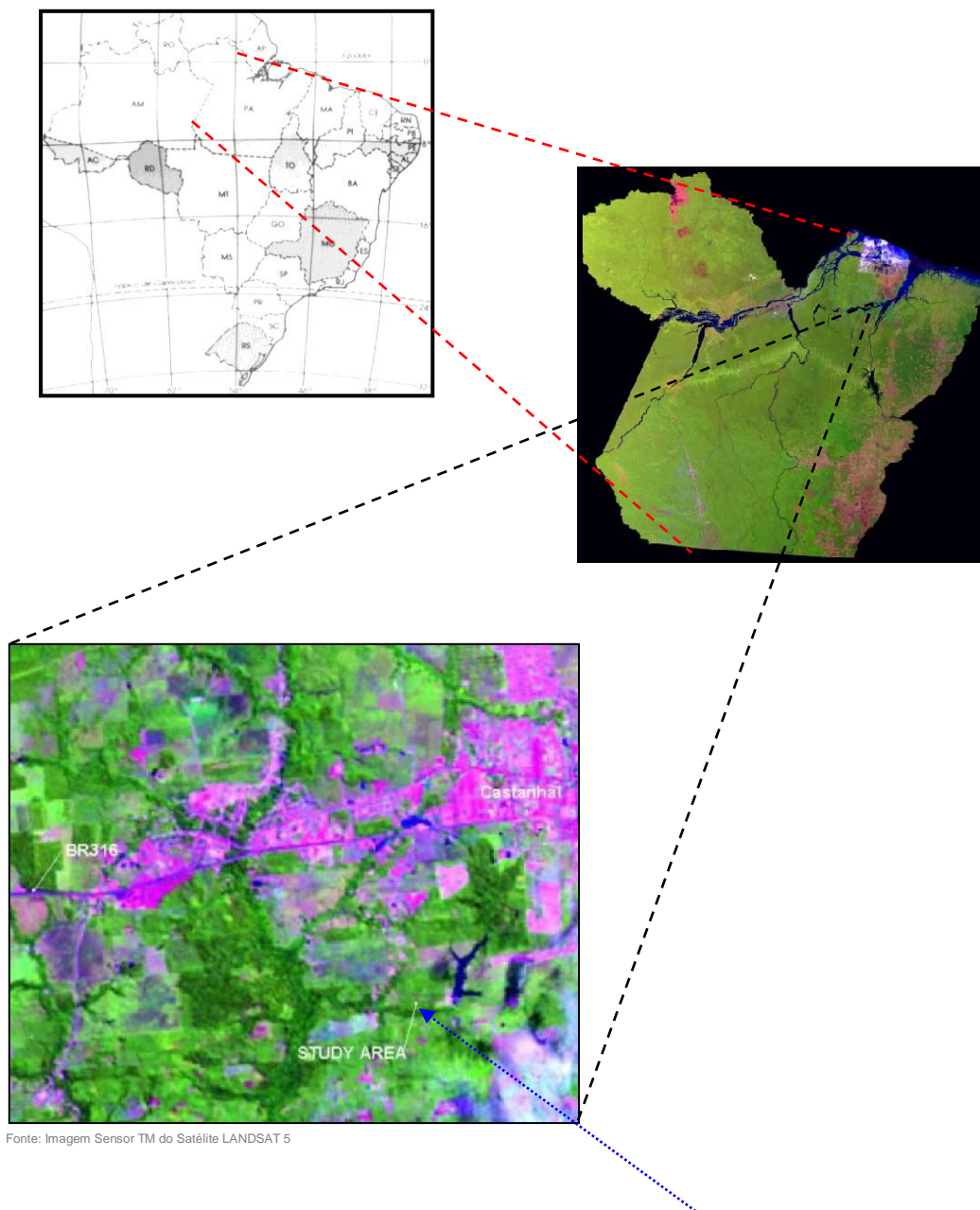
3.1.1- Localização

O estudo foi realizado em fragmento de floresta secundária, na Estação Experimental de Castanhal (1° 19' 18 "S; 47° 57' 52" W), município de Castanhal, nordeste do Estado do Pará (Figura 1).

A Estação Experimental de Castanhal pertence à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e está situada na microbacia do Rio Praquiquara, distante 63 Km de Belém.

Segundo informações de moradores de áreas adjacentes e antigos proprietários do local, a área foi abandonada em 1987. Neste local, foi implantado o Projeto Manflora (Manipulação de Água e Nutrientes em Floresta Secundária na Amazônia Oriental), onde foram conduzidas parcelas de controle e tratamentos de irrigação e remoção da serapilheira. O início dos tratamentos ocorreu em agosto de 1999.

O projeto MANFLORA, financiado pela Fundação Andrew Mellon, desenvolve subprojetos de pesquisa na área de estudo, através de um convênio entre a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a Universidade da Flórida (UFL). O objetivo principal do projeto consiste em determinar como as mudanças na disponibilidade de recursos afetam o crescimento de florestas secundárias.



Fonte: Imagem Sensor TM do Satélite LANDSAT 5

Floresta Secundária Estudada

FIGURA 1: Localização do fragmento de floresta secundária, área de estudo do Projeto Manflora, no município de Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

3.1.2- Caracterização geral

A área de estudo pertence à região Bragantina, sendo caracterizada por apresentar intensas alterações antrópicas dos ecossistemas naturais. Segundo Vieira (1996), cerca de 90 anos de impactos humanos, nessa região, resultaram em um mosaico de fragmentos de florestas secundárias de diferentes idades, terras de cultivo agrícola e pastagens.

A área pertence à Formação Barreiras, derivada, principalmente, da evolução diagenética dos sedimentos argilo-arenosos do terciário. O relevo constitui-se em sua maior parte por uma superfície aplainada, dissecada em colinas de topo plano, com pequena variação altimétrica. Os solos são classificados como latossolo amarelo de textura argilosa, com presença de concrecionário laterítico, textura indiscriminada e fortemente ácido (TENÓRIO et al., 1999).

Conforme a classificação de Köopen, a região apresenta clima do tipo Am, correspondendo à ambiente úmido, com precipitação média anual entre 2500mm e 3000mm, umidade relativa variando de 78% a 90% e temperatura média entre 24,7°C e 27,3°C. A estação chuvosa é definida entre dezembro a maio (MARTORANO et al., 1993). Os valores médios mensais de precipitação e temperatura, durante o período de estudo (abril de 2003 e março de 2005), podem ser observados na Figura 2.

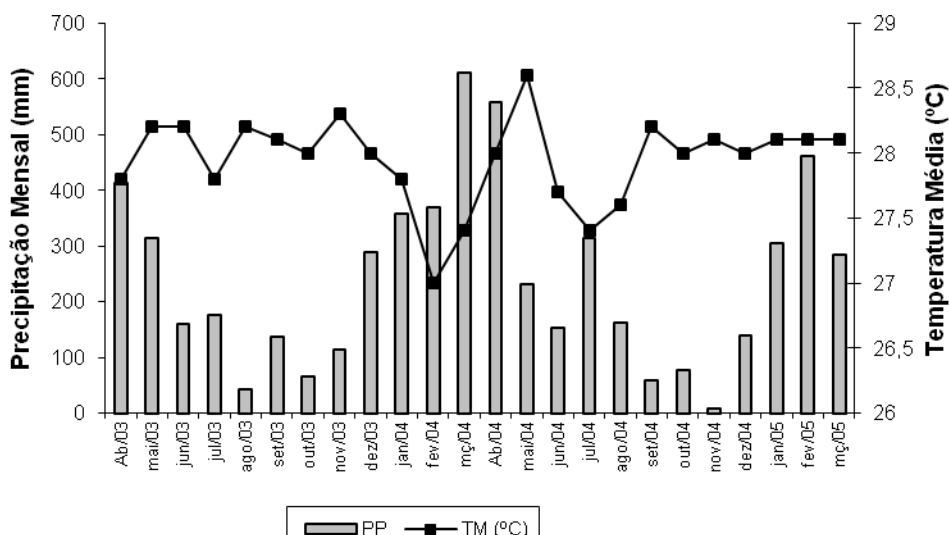


FIGURA 2: Precipitação (PP - mm) e temperatura média (TM - °C) durante o período de estudo (Abril/2003 a Março/2005). (Fonte: Projeto Manflora - precipitação e Embrapa Amazônia Oriental - temperatura).

Os dados de precipitação são da própria área de estudo e os dados de temperatura são relativos a cidade de Belém.

A vegetação original constituía-se de floresta ombrófila. No entanto, após as práticas sucessivas da agricultura, sucedendo as técnicas de corte e queima, a paisagem da região apresenta-se na forma de mosaico de floresta secundária sob diferentes estágios sucessionais, conhecidos também como capoeiras, conforme mostram os estudos de Falesi, Baena e Dutra (1980), Vieira (1996), Araújo (1998) e Coelho (2002).

3.1.3- Delineamento Experimental

O estudo foi realizado a partir do delineamento em quatro blocos inteiramente casualizados, onde as parcelas foram distribuídas com seus respectivos tratamentos: controle, irrigação e remoção da serapilheira¹ (Apêndice 1). Neste estudo serão mencionadas oito parcelas, considerando o enfoque apenas para a manipulação de água, com quatro parcelas de controle e quatro com o tratamento irrigação.

Os blocos apresentam parcelas de 20x20m, onde estão localizados os tratamentos irrigação e controle, e dentro destas parcelas estão delimitadas parcelas centrais de 10x10m (Apêndice 1), onde é realizada a maioria das pesquisas do Projeto Manflora.

O tratamento irrigação foi realizado durante o período de menor precipitação, quando esta atingiu valor mensal inferior à 150mm, sendo a primeira irrigação realizada em julho de 2000. O sistema utilizado foi micro-aspersão, através de mangueiras tipo “fita Santeno” (Figura 3), distribuídas paralelamente nas parcelas, sendo que cada metro linear irrigava uma área de 3 m². Nas parcelas foram aplicados 5 mm de água por dia, correspondendo às estimativas de evapotranspiração diária em florestas na região (LEAN et al., 1996).

O estudo, apresentado nesta dissertação, foi iniciado em 2003 (inventário da vegetação, fenologia, chuva de sementes e banco de sementes do solo), abordando, assim, a influência de 2 anos do tratamento irrigação.

¹ O tratamento de remoção da serapilheira não foi considerado neste estudo.



FIGURA 3: Sistema de irrigação utilizado nas parcelas sob manipulação de água, em floresta secundária, Projeto Manflora, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

3.2- Métodos

3.2.1- Vegetação

O estudo da vegetação foi realizado com o objetivo de fundamentar as análises da chuva de sementes e banco de sementes do solo.

A vegetação arbórea, em julho de 2003, foi inventariada em oito parcelas de 10 x 10m, sendo quatro com o tratamento controle e quatro com o tratamento irrigação, onde foram identificados e medidos os indivíduos com diâmetro, a 1,3m da superfície do solo, igual ou maior que 1cm.

As árvores e arbustos medidos foram identificados por botânico experiente *in loco*, tendo o material botânico coletado para a herborização (Apêndice 3) no “Herbário IAN” (Instituto Agrônomo do Norte), localizado no Laboratório de Botânica Engenheiro Agrônomo João Murça Pires, na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

A comparação da vegetação entre os tratamentos foi realizada através de análise multivariada, utilizando-se o Teste de Hotelling. Nesse caso, na análise multivariada foi utilizada uma matriz formada por número de indivíduos e número de espécies (colunas), existente nas parcelas (linha), no controle e irrigação.

A caracterização fitossociológica da vegetação foi realizada por meio da análise da estrutura horizontal da floresta, considerando a densidade e a frequência absoluta e relativa, de acordo com estudos de Lamprecht, (1962); Finol (1971); Longhi (1980); Longhi et al., (2000); Araújo (2002), Coelho (2002) e descritos por Brower e Zar (1984).

Analisou-se também, a diversidade e similaridade, utilizando o índice de Shannon-Wiener (H') e o coeficiente de Sorensen (CCs), respectivamente. A utilização desse índice e desse coeficiente, permite a maior possibilidade de comparação, devido à ampla utilização em várias pesquisas, conforme Barros (1986); Vieira (1996); Longhi (1997); Araújo (1998); Coelho (2002) e Araújo (2002).

a) Estrutura Horizontal:

– Densidade Absoluta (DA): é definida como sendo o número de indivíduos da população de determinada espécie por unidade de área, calculada por:

$$DA_i = n_i / A$$

– Densidade Relativa (DR): expressa a proporção do número de indivíduos de uma população de determinada espécie por unidade de área, calculada por:

$$DR_i = (DA_i / \sum DA_i^n) \bullet 100$$

considerando-se que:

n_i = número de indivíduos amostrados da espécie i ;

A = Área (100 m²).

– Frequência Absoluta (FA): é o número de unidades de amostragem onde determinada espécie ocorre, o que é relativo ao total de unidades amostrais, sendo calculada por:

$$FA = (ua / N_{UA}) \bullet 100$$

considerando-se que:

ua = número de unidades de amostra em que ocorreu a espécie;

N_{UA} = número total de unidades amostrais.

– Frequência Relativa (FR): é a porcentagem da frequência absoluta de determinada espécie, em reação a soma das frequências absolutas de todas as espécies, sendo calcula por :

$$FR = (FA_i / \sum FA_i^n) \cdot 100$$

b) Diversidade de espécies:

– Índice de Shannon-Wiener ou Shannon (H'): Este índice baseia-se na riqueza e equiabilidade das espécies.

$$H' = - \sum_i^n (p_i \cdot \ln p_i)$$

considerando-se que:

H' = índice de diversidade

$p_i = \frac{n_i}{n}$ = probabilidade de importância de cada espécie;

n_i = número de indivíduos da espécie i ;

n = número total de indivíduos amostrados;

\ln = logaritmo neperiano.

Para a utilização deste índice, na comparação é importante verificar o logaritmo utilizado no cálculo (BROWER e ZAR, 1984).

– Equiabilidade: representa uniformidade do número de indivíduos das diferentes espécies presentes na floresta. Este valor varia de 0 a 1, considerando que quanto mais próximo de 1, melhor distribuídos encontram-se os indivíduos entre as espécies.

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

sendo que:

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = número de espécies.

c) Similaridade entre os tratamentos (irrigação e controle):

– Índice de Similaridade de Sorensen (CCs): Este índice permite comparar a composição de espécies presentes no controle e na irrigação, considerando apenas os aspectos qualitativos.

O valor calculado varia de 0 (zero) a 1 (um) (BROWER; ZAR, 1984). Assim, quanto mais próximo de 1 for o resultado, maior será a similaridade entre a composição florística de dois ecossistemas comparados. O cálculo é obtido da seguinte forma:

$$CC_s = \frac{2c}{s_1 + s_2}$$

considerando que:

c = espécies comuns

s₁ e s₂ = Número de espécies em cada tratamento.

3.2.2- Chuva de Sementes

A análise da chuva de sementes foi realizada através do material coletado (galhos, folhas, frutos e sementes - *litterfall*) em três coletores (Figura 4), distribuídos aleatoriamente nas oito sub-parcelas de 10x10m, considerando o controle e tratamento irrigação.

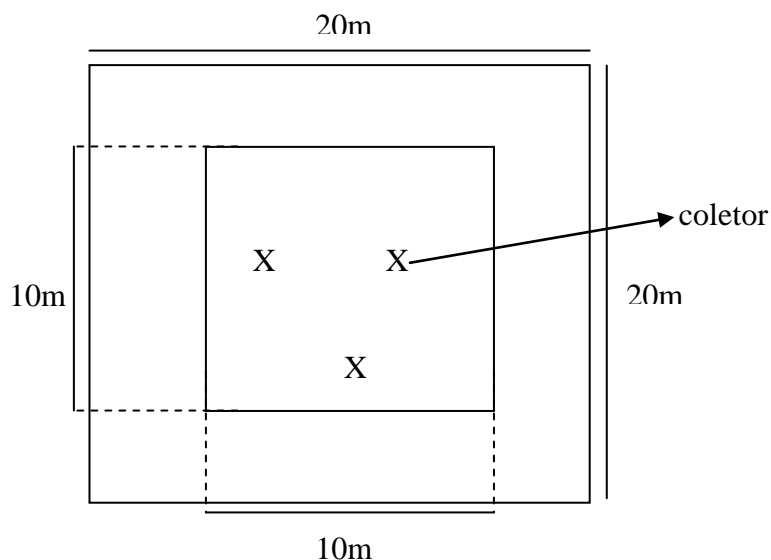


FIGURA 4: Esquema amostral dos coletores distribuídos nas sub-parcelas de 10x10m, em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Os coletores, de madeira, tinham 1m² de área e 15 cm de profundidade, sendo locados a 0,5m da superfície do solo (Figura 5). O fundo do coletor foi formado por uma malha de polietileno de 1mm, onde os materiais (folhas, frutos e sementes) foram depositados.



FIGURA 5: Coletores de galhos, folhas, frutos e sementes utilizados em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

A coleta ocorreu semanalmente, durante o período de dois anos (Abril/2003 a Março/2005). Após cada coleta, o material foi conduzido ao laboratório do Projeto Manflora (UFRA), sendo colocado em bandejas, sobre bancadas, para secagem ao ar por 3 dias, aproximadamente. Esse procedimento facilitava a separação dos materiais.

As sementes maiores de 1mm e, aparentemente, viáveis foram identificadas e quantificadas, semanalmente. O material coletado faz parte do estudo de ciclagem de nutrientes do Projeto Manflora, o que impossibilitou que as sementes não identificadas, no momento da contagem, fossem colocadas para germinar.

No entanto, para minimizar essa limitação, foram utilizados coletores externos às parcelas, com objetivo de obter sementes morfológicamente iguais, as quais pudessem ser utilizadas nos trabalhos de identificação. As sementes coletadas, na área externa das parcelas, foram colocadas a germinar em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), visando obter melhor identificação das espécies. As sementes raras ou não identificadas foram denominadas “morfo-espécies”.

Cada nova semente observada, proveniente dos coletores, foi numerada, catalogada e fotografada com câmera digital, formando um álbum com a amostra da semente, número de sementes encontradas, sendo logo em seguida, devolvidas às bandejas do experimento do *litterfall*.

Utilizando o Programa Bio Estat 3.0 procedeu-se a análise multivariada, através do Teste de Hotelling, o qual é destinado a comparar duas amostras multivariadas, baseado no Teste t de Student (AYRES, 2003). Para isto, foram analisadas as densidades de sementes no ano 1 (abril/03 a março/04) e no ano 2 (abril/04 a março/05), estação 1 (junho a novembro / verão) e estação 2 (dezembro a maio / inverno), dispostas nas colunas da matriz e as parcelas nas linhas.

Para a caracterização florística também foram utilizados os índices de similaridade, diversidade e equiabilidade entre os tratamentos.

3.2.3- Fenologia

O estudo da fenologia teve como objetivo complementar à análise da chuva de sementes. Foram feitas observações quinzenais apenas da fenofase frutificação, no mesmo período do estudo da chuva de sementes (Abril de 2003 a Março de 2005).

Foram analisadas as espécies que apresentaram número de indivíduos igual ou maior a cinco, nas parcelas (1 e 6 - controle; 3 e 11 - irrigação), considerando a presença de torres de observação, o que permitia alcançar o dossel da floresta.

Nas avaliações, utilizaram-se dois binóculos, com 90 e 20 vezes de aumento, respectivamente. No registro do evento, designou-se “0” para a ausência da fenofase e “1” para a presença.

Nesse estudo, foram contempladas as espécies predominantes na floresta (*Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica*). A frutificação ocorrida nos dois anos de estudo, foi representada por análise gráfica.

3.2.4- Banco de Sementes do Solo

O estudo do banco de sementes do solo foi realizado com o material da coleta de dez (10) amostras por parcela, de forma aleatória. A coleta foi realizada a 2,5m da borda externa da parcela de 20m x 20m, totalizando 80 amostras, sendo 40 no controle e 40 na irrigação.

Na ocasião da coleta, cada amostra foi subdividida nas frações solo e serapilheira, perfazendo, finalmente, 160 amostras, 80 contendo serapilheira e 80 contendo solo. A coleta foi realizada em maio de 2003.

A Figura 6 ilustra a coleta das amostras, a qual foi realizada com gabarito de 0,25m x 0,25m (0,0625m²), que colocado sobre a superfície do solo permitiu a padronização e delimitação da amostra. O auxílio de uma régua centimétrica possibilitou coletá-las nos primeiros 5cm da superfície do solo, incluindo a serapilheira.

As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, os quais, no momento da coleta, foram devidamente etiquetados com o número do ponto de coleta (parcela/ amostra). Posteriormente, as amostras foram conduzidas à germinação em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).



FIGURA 6: Procedimento de coleta do banco de sementes do solo, em floresta secundária sob manipulação de água, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Estruturalmente, a casa de vegetação estava coberta com plástico aditivado², para prevenir a entrada da chuva. Externamente, a casa de vegetação foi protegida com telas de sombrite 50%, cujo principal objetivo foi impedir a entrada de propágulos externos.

No interior da casa de vegetação foram dispostas bandejas plásticas sobre bancadas, contendo 3,0 cm de substrato vermiculita, sobre o qual foi espalhado o material coletado. Duas bandejas recebiam apenas um ponto de coleta da floresta (uma amostra), considerando as frações solo e serapilheira (Figura 7).

² Este tipo de cobertura tem ampla aplicação na agricultura brasileira desde a década de 1980, devido a maior resistência do material.



FIGURA 7: Disposição das amostras de solo em bandejas, na casa de vegetação (lado direito da foto - solo e lado esquerdo da foto – serapilheira). (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

As bandejas foram numeradas e identificadas para que as amostras pudessem ser aleatoriamente distribuídas, impedindo, assim, que alguma delas fosse favorecida. Seis bandejas também foram definidas aleatoriamente, para receberem apenas o substrato vermiculita, visando determinar a contaminação do ambiente externo sobre as mesmas.

O banco de sementes foi irrigado diariamente, utilizando-se um sistema de micro-aspersão, o que possibilitou homogeneização da distribuição da água sobre as bandejas.

A identificação e contagem das plantas germinadas foram feitas, mensalmente, por um identificador botânico experiente, os indivíduos não identificados, na ocasião das avaliações, foram marcados com palitos e, posteriormente, identificados, entretanto eles foram quantificados no mês em que germinaram.

Com o intuito de conferir a identificação dos indivíduos, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos com substrato, e observadas até o momento em que pudessem ser identificadas.

No quinto mês, quando o número de sementes germinadas apresentou decréscimo considerável, o material coletado em cada bandeja foi revolvido para que as sementes pequenas, com pouca reserva e/ou que estivessem mais embaixo, pudessem germinar.

A análise estatística foi realizada através do Teste de Hottelling (Bio Estat 3.0), visando avaliar a influência da irrigação tanto no número de indivíduos (densidade de sementes germinadas) quanto para o número de espécies encontradas. Na matriz foi utilizada a densidade de sementes, considerando espécies na coluna e parcelas na linha.

O potencial florístico do banco de sementes do solo, em relação à forma de vida, foi expresso por análise gráfica. A classificação por forma de vida foi baseada em conceitos de Font-Quer (1989), Ribeiro et al. (1999) como: a) *Árvore* - vegetal lenhoso com altura maior que 5 m, geralmente, com um tronco único, levando a copa até o dossel e ocupando estratos diferentes na floresta; b) *Arbusto* - vegetal lenhoso menor que 5m de altura, ramificando-se a partir da base; c) *Cipó* - plantas lenhosas que nascem no solo e sobem nas árvores, usam as mesmas como suporte; d) *Erva* - planta terrestre com caule não lenhoso; e) *Graminóide* - indivíduos graminiformes, geralmente, pertencentes às famílias Gramíneae e Cyperaceae.

A caracterização florística do banco de sementes do solo foi abordada considerando os índices de similaridade, diversidade e equabilidade.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Vegetação

A vegetação não apresentou diferença significativa entre o controle e o tratamento irrigação, tanto para o número de espécies, quanto para a densidade de indivíduos ($p = 0,09$) (Tabela 1).

Nesta perspectiva, apesar da irrigação ter sido realizada na estação seca dos anos 2000, 2001 e 2002, a manipulação não foi suficiente para interferir na composição florística e na estrutura dos indivíduos estabelecidos. Conseqüentemente, buscou-se avaliar se os mecanismos de regeneração, como a chuva de sementes e o banco de sementes do solo, estavam sendo influenciados pela irrigação, considerando que a água é um fator fundamental à produção de sementes, maturação, longevidade e germinação (BORGES; RENA, 1993; LARCHER, 2000; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

A área de controle e a área com o tratamento irrigação, não apresentaram diferença significativa, sendo assim, a descrição da vegetação, foi caracterizada apenas como uma floresta secundária de 16 anos.

Em termos de composição florística, foram registradas 67 espécies arbóreas e arbustivas pertencentes a 50 gêneros e 28 famílias (Apêndice 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo (1998), que registrou em floresta secundária de 17 anos, 65 espécies de 51 gêneros e 35 famílias.

TABELA 1: Análise da vegetação para os dois tratamentos, em termos de número de espécies (NE) e densidade de indivíduos (DI), em floresta secundária no município de Castanhal, Pará. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Tratamentos	Parâmetros	NE	DI
Controle	Média	25,00	226,75
	Variância	6,00	8.237,58
	Repetições	4,00	4,00
	CV	9,80	40,03
Irrigação	Média	21,00	154,00
	Variância	15,33	3.571,33
	Repetições	4,00	4,00
	CV	18,65	12,11
T ² (Hotelling)			9,28
p			0,09

A família Fabaceae foi a mais representativa com nove espécies, seguida pelas famílias Annonaceae com sete e Flacourtiaceae com seis espécies. Em número de indivíduos Lacistemataceae, Clusiaceae e Myrtaceae foram as mais expressivas (Apêndice 3), concordando com Coelho et al. (2004), que analisaram a composição florística na mesma região, em período anterior ao deste estudo.

A predominância dessas três famílias, anteriormente citadas, deve-se à elevada densidade e frequência das espécies *Lacistema pubescens*, *Vismia guianensis* e *Myrcia sylvatica* (Apêndice 2), as quais representaram 62,43% da vegetação. Vieira (1996) estudou a sucessão em uma floresta de 10 anos, após a agricultura de corte e queima, na Amazônia Oriental e observou que as espécies *Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens*, *Rollinia exsucca*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Inga nitida* e *Inga thibaudiana*, juntas, representaram 63,67% do total de indivíduos amostrados. Esta comparação permite inferir que o predomínio de poucas espécies indica a baixa diversidade existente no local, comum em áreas mais intensamente alteradas.

A diversidade da vegetação na floresta estudada foi um índice igual a 2,57 (Apêndice 4), considerado baixo quando comparado com o índice de 3,40 observado por Araújo (1998) em floresta de 17 anos em ecossistema que apesar de secundário, não foi intensamente utilizado no passado e apresentava florestas no seu entorno. Vieira (1996) constatou, em floresta secundária de 10 anos, um índice de diversidade de 3,07. Barros (1986), em floresta primária na Floresta Nacional de Tapajós, encontrou um índice de diversidade 3,32, enquanto Ivanauskas; Rodrigues; Nave (1999), em fragmento de floresta estacional semidecidual,

observaram valor de 3,77. Estas constatações podem ser um indicativo da forte pressão de uso da terra, ocorrida na área de estudo e região.

A densidade média de indivíduos na floresta foi de 189,62/100m². A espécie *Lacistema pubescens* apresentou, aproximadamente, 58,75 indivíduos/100m². As espécies *Myrcia sylvatica* e *Vismia guianensis* apresentaram, aproximadamente, 49,25 indivíduos/100m² e 10,37 indivíduos/100m², respectivamente (Apêndice 3). Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Araújo et al. (2005), que ao analisarem a dinâmica da vegetação, durante quatro anos, em duas florestas sucessionais (4 e 12 anos) na Amazônia Oriental, relataram que as espécies predominantes em ambos os sítios, durante todo o período de estudo, foram as mesmas espécies observadas neste estudo e que *L. pubescens*, *M. sylvatica* e *V. guianensis* também foram responsáveis pela maioria das mudanças sucessionais em ambos os sítios.

Outras espécies, que também foram observadas em elevada densidade na floresta secundária estudada foram: *Lacistema aggregatum*, *Cupania scrobiculata*, *Inga rubiginosa* e *Rollinia exsucca* (Apêndice 3).

4.2- Chuva de Sementes

Durante os dois anos de estudo da chuva de sementes (Abril-2003 a Março-2005), foram dispersas sementes de 44 espécies, pertencentes a 39 gêneros e 17 famílias (Apêndice 4).

A similaridade de espécies, na chuva de sementes, em ambiente natural (controle) e sob irrigação foi de 76%, indicando alta analogia da dispersão de sementes nos tratamentos, concordando com os resultados obtidos no estudo de vegetação, descrito no item 4.1.

A chuva de sementes, durante os dois anos de estudo, apresentou densidades de 590 sementes/m² e 358 sementes/m² para os tratamentos controle e irrigação, respectivamente. As densidades de sementes/m², em cada ano de estudo e em cada estação, podem ser visualizadas na Tabela 2.

TABELA 2: Densidade de sementes por m² em cada ano de estudo, Ano 1 (abril-2003 a março- 2004) e Ano 2 (abril- 2004 a março- 2005) e em cada estação, Estação 1 (junho a novembro- verão) e Estação 2 (dezembro a maio- inverno), da chuva de sementes em floresta secundária em Castanhal, Pará. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

	Ano 1		Ano 2	
	Estação 1	Estação 2	Estação 1	Estação 2
Controle	86	114	36	354
Irrigação	75	129	26	128
Total	161	243	62	482

Observa-se que na estação 2 do ano 2, o ambiente controle teve elevada produção de sementes, em relação ao irrigado, o que ocorreu devido às espécies *Vismia guianensis*, *Gouania cornifolia* e *Scleria pterota*. A dispersão de sementes ficou limitada, principalmente a uma parcela (3 coletores), o que influenciou no aumento da variância. Estudos relacionados com sementes, em florestas heterogêneas, têm apresentado elevado coeficiente de variação (GHEVARA E LABORDE, 1993; ARAÚJO, 1998; LEAL-FILHO, 2000; ARAÚJO, 2002).

A princípio, apesar dos valores sugerirem que a irrigação reduziu a produção de sementes, a análise mostrou não haver diferença significativa ($p= 0,34$) entre os tratamentos (Tabela 3). Por outro lado, a elevada variância pode ter influenciado no resultado, principalmente, considerando os dados do ano 2.

TABELA 3: Comparação da densidade de sementes em dois anos de estudo, conforme a sazonalidade (Estação 1 e Estação 2), através do Teste de Hotelling, na chuva de sementes em floresta secundária em Castanhal, Pará. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Tratamentos	Parâmetros	Ano1 Est 1	Ano1 Est2	Ano2 Est1	Ano2 Est2
Controle	Média	86,5	1.094,175	364,175	3.580,825
	Variância	11.335,70	3.039,80	1.939,75	118.581,90
	Repetições	4	4	4	4
	CV	123,08	50,31	120,94	96,17
Irrigação	Média	75,16	115,08	25,25	142,33
	Variância	50.436,689	4.824,616	1.912,819	13.478,23
	Repetições	4	4	4	4
	CV	94,48	60,36	54,77	81,56
T ² (Hotelling)					13,82
p					0,34

Os valores da média referem-se ao número de sementes dispersadas em 3m² (3 coletores de 1m²), localizado em cada parcela (repetição).

Considerando-se a análise estatística anterior, que indicou diferença não significativa entre os tratamentos, a caracterização da chuva de sementes será descrita apenas como uma floresta secundária.

Assim, a densidade média de sementes dispersadas/m² foi 237. Este valor foi inferior ao mencionado por Vieira (1996), que observou 514 sementes/m², em floresta de 20 anos, e por Carmo e Morellato (2000), em florestas ciliares, que constataram 1804,2 sementes/m², durante um ano de estudo. Entretanto, Araújo et al. (2004) estudando a chuva de sementes em três sub-formações de Floresta Estacional Decidual Ripária, constataram 208, 134 e 123 sementes/m².

A densidade de sementes aparentemente viáveis, no ano 1 (abril/2003 - março/2004), foi de 193 sementes/m². No ano 2 observou-se um aumento na densidade de sementes em, aproximadamente, 46% (Figura 8). Resultado semelhante foi constatado por Araújo (2002), que observou em dois anos de estudo, que as sementes dispersadas aumentaram em mais de 100%.

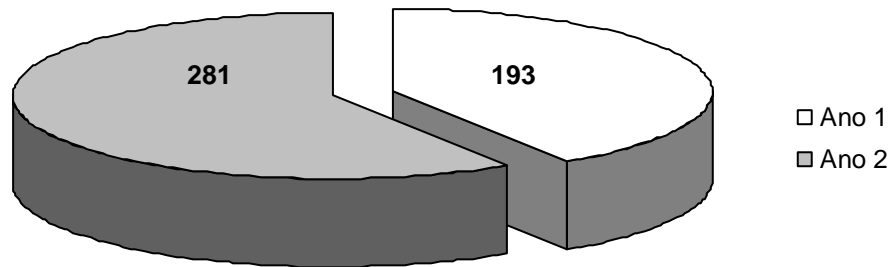


FIGURA 8: Densidade de sementes (m²), em dois anos de estudo da chuva de sementes, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Em relação à estação 1 (jun-nov/ verão), a chuva de sementes apresentou, em média, densidade de 112 sementes/m²; enquanto na estação 2 (dez-mai/ inverno) 362 sementes/m², respectivamente (Figura 9). Alberti (2000) observou em Floresta Estacional Decidual que o aumento da temperatura influenciou positivamente na frutificação. Neste estudo, a frutificação foi intensificada pelo aumento do índice pluviométrico.

Considerando os dois anos de estudo, três espécies se destacaram: *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica* e *Vismia guianensis* que apresentaram densidades de 114, 38 e 176 sementes/m², respectivamente. Com ênfase para *Vismia guianensis* que se destacou com 37,11% do total de sementes, aparentemente viáveis encontradas nos coletores, nos dois anos de estudo.

Vieira (1996) observou que, em floresta secundária de 10 anos, na Zona Bragantina, a espécie *Vismia guianensis* juntamente com mais quatro espécies totalizavam 66% do total de sementes coletadas na chuva de sementes.

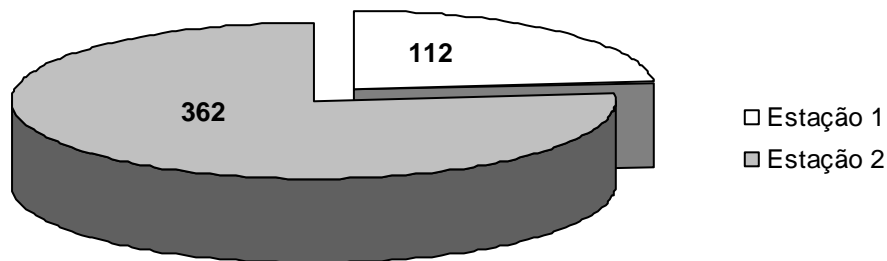


FIGURA 9: Densidade de sementes (m²) na chuva de sementes, considerando duas estações (1- jun-nov/ verão) e (2- dez-mai/ inverno), em floresta secundária no município de Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Os picos de dispersão no estudo da chuva de sementes, no Ano 1, ocorreram em novembro (14%) e dezembro (15%), enquanto que no Ano 2, a maior porcentagem de sementes dispersadas retardou para os meses de janeiro e fevereiro, com (16%) e (24%), respectivamente (Figura 10). Tal fato, poderia ser explicado pelo maior déficit hídrico, ocorrido nos meses de novembro e dezembro do ano 2, o que poderia ter atrasado a maturação dos frutos e, conseqüentemente, a dispersão de sementes.

De forma similar, em estudos fenológicos, Carmo e Morellato (2000) observaram que o pico de frutificação das espécies arbóreas e arbustivas, no Sudeste do Brasil, ocorreu em novembro, mês de alta precipitação e alta temperatura na região estudada; e Freitas (1996), que observou que 36% das espécies estudadas na região amazônica, tiveram a frutificação iniciada durante o período chuvoso.

Em floresta secundária de diferentes idades e floresta primária, Vieira (1996) observou variação no número de sementes nos meses de maior dispersão. Somente no mês de junho, encontrou 267 sementes/m² e 23 espécies na floresta de 5 anos; na floresta de 20 anos encontrou 162 sementes/m² de 19 espécies e finalmente, na floresta primária encontrou apenas 55 sementes/m², pertencentes a 30 espécies. No mês de novembro houve um pico de dispersão na floresta de 5 anos, enquanto que na floresta de 10 anos o pico foi durante o mês de outubro.

Considerando o estudo de fenologia, das três espécies mais representativas da floresta estudada, foi possível distinguir melhor o ponto de maturação e, conseqüente, dispersão dos frutos (Figura 11).

Os resultados da frutificação corroboraram a análise da chuva de sementes. Durante os 24 meses de observações, os meses que apresentaram maior percentual de árvores frutificando, foram novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, em alguns casos abril, concordando com estudos realizados por FRANKIE, BAKER e OPLER (1974); ALENCAR, ALMEIDA e FERNANDES (1979); PIRES (1991), os quais descreveram que, a maioria das espécies tropicais frutifica durante a estação chuvosa.

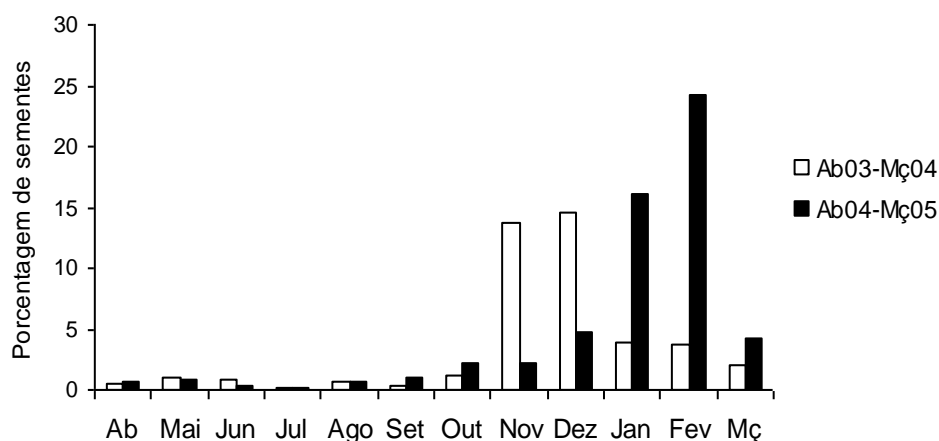


FIGURA 10: Porcentagem de sementes dispersadas durante os dois anos de estudo da chuva de sementes: ano 1 (Ab-2003 a Mç-2004) e ano 2 (Ab-2004 a Mç-2005) em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Freitas (1996) estudou a fenologia de espécies tropicais na região amazônica, e relatou que 43% das espécies observadas apresentaram pico de frutificação durante o maior período de precipitação pluviométrica.

Vismia guianensis teve seu pico de frutificação nos meses de fevereiro e março do ano 2, período em que a precipitação foi alta na região. Entretanto, no mesmo período do ano 1, esta espécie dispersou, aproximadamente, a metade do que dispersou no ano 2, apresentando pico de frutificação durante os meses de novembro e dezembro.

Nesse estudo, das três espécies mais representativas, *Vismia guianensis* foi à única que teve o mesmo número de indivíduos frutificando durante os dois anos, enquanto, *Lacistema pubescens*, em abril do ano 1, apresentou maior número de árvores frutificando, em relação ao mesmo mês do ano 2. Para essa espécie, o pico de frutificação no ano 1, foi durante a segunda

quinzena de dezembro e início de janeiro, porém, o ano 2 apresentou pico de frutificação no mês de fevereiro. A *Myrcia sylvatica*, no ano 1, apresentou pico de frutificação em dezembro e janeiro e, um súbito pico, na primeira quinzena do mês de abril, decrescendo logo em seguida (Figura 11).

Na figura 12, observa-se a relação da chuva de sementes, com os dados de precipitação pluviométrica e temperatura, podendo-se ressaltar que março do ano 1, foi o mês que teve o maior índice de precipitação (611mm), porém, a dispersão de sementes foi baixa (9,29 sementes/m²). Entretanto, no mês de fevereiro, do ano 2, mesmo com a precipitação alta (462mm), ocorreu a maior dispersão de sementes em todo o período de estudo (pico de dispersão com 114,71 sementes/m²).

O número total das espécies encontradas na chuva de sementes no ano 1 foi maior nos meses de fevereiro e abril, enquanto que no ano 2, foi observado em janeiro, fevereiro e março. Entretanto, no mês de julho do ano 1 e nos meses de agosto e setembro, observou-se a menor ocorrência de espécies na chuva de sementes. Porém, no ano 2, este fato foi constatado em agosto e setembro (Figura 13).

O índice de diversidade na chuva de sementes foi 1,95, (Apêndice 4). Entretanto, Vieira (1996), em florestas de 5 anos, 10 anos, 20 anos e Floresta Primária encontrou os índices de 0,91; 1,19; 1,09 e 1,35, respectivamente.

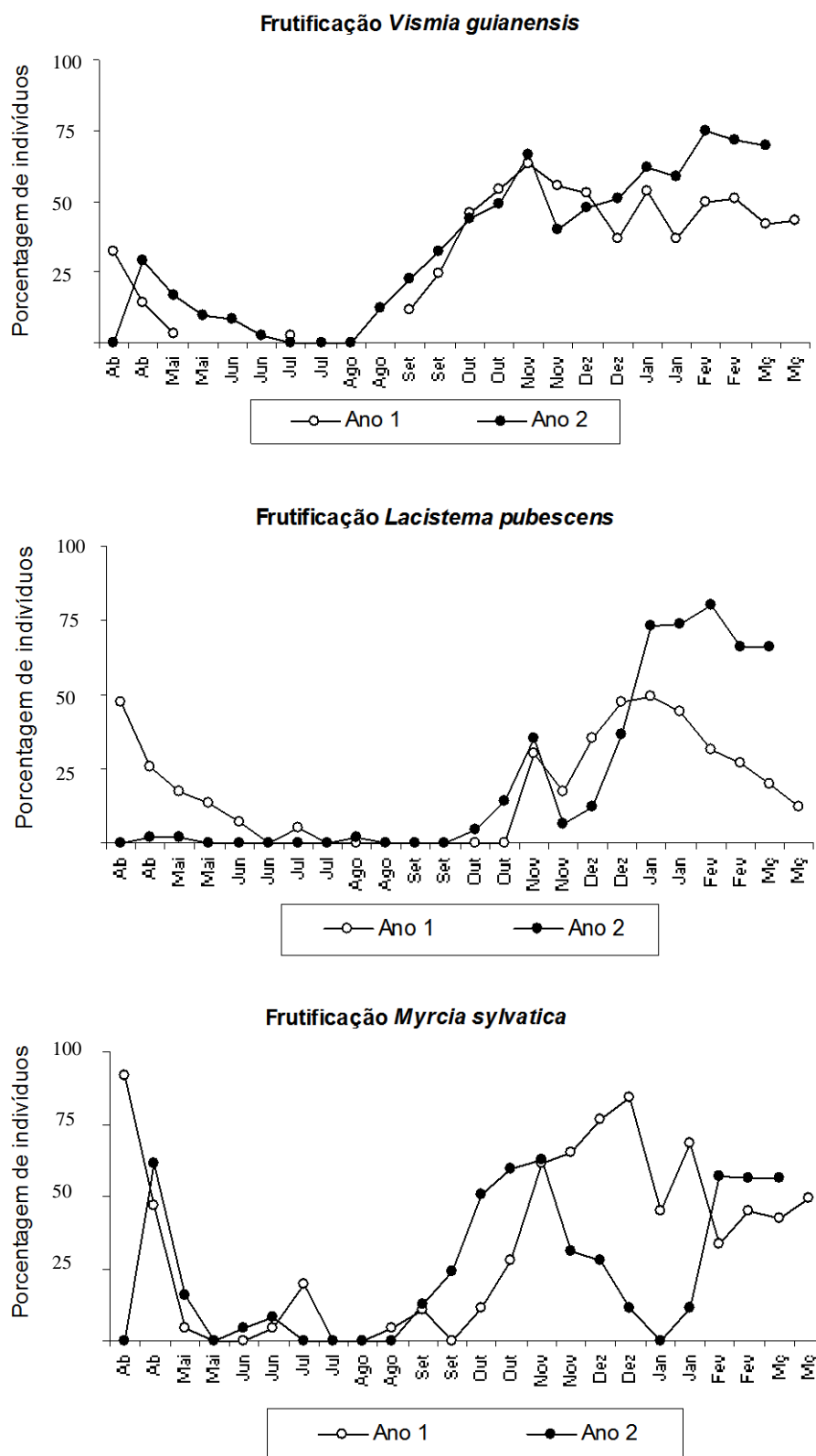


FIGURA 11 Porcentagem de frutificação das três espécies mais representativas (*Vismia guianensis*, *Lacistema pubescens* e *Myrcia sylvatica*) em floresta secundária, em dois anos de observações no município de Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Penhalber e Mantovani (1997), descreveram que as espécies arbóreas em floresta secundária, dispersaram suas sementes principalmente, no período chuvoso. Entretanto Augspurger e Franson (1988), em floresta Neotropical no Panamá, relataram que a abundância relativa das espécies arbóreas e lianas dispersadas pelo vento variou com o decorrer do tempo, porém a maioria das sementes coletadas durante o estudo tinha forma de vida arbórea.

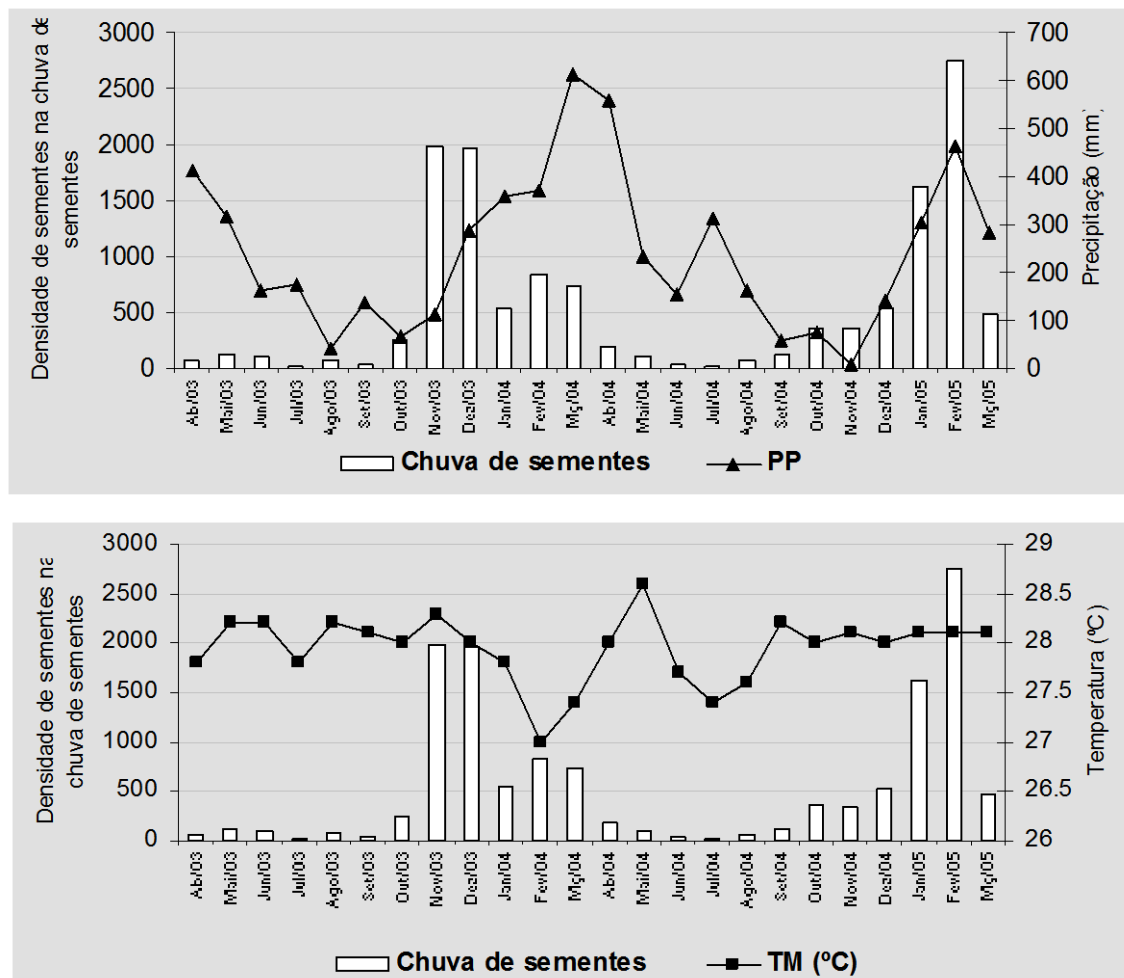


FIGURA 12: Densidade de sementes dispersadas na chuva de sementes (CS) em relação à precipitação pluviométrica (PP) e temperatura (T°C) durante os dois anos de estudo em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Na chuva de sementes em floresta secundária foram encontradas três formas de vida (árvore, arbusto e cipó). Observou-se que em termos de densidade, a forma de vida árvore predominou nos dois anos de estudo com 87,99% e 82,44%, respectivamente, seguida pelos cipós e arbustos (Tabela 4). Em termos de composição florística, aproximadamente, 70% do total de espécies identificadas na chuva de sementes pertence à forma de vida árvore.

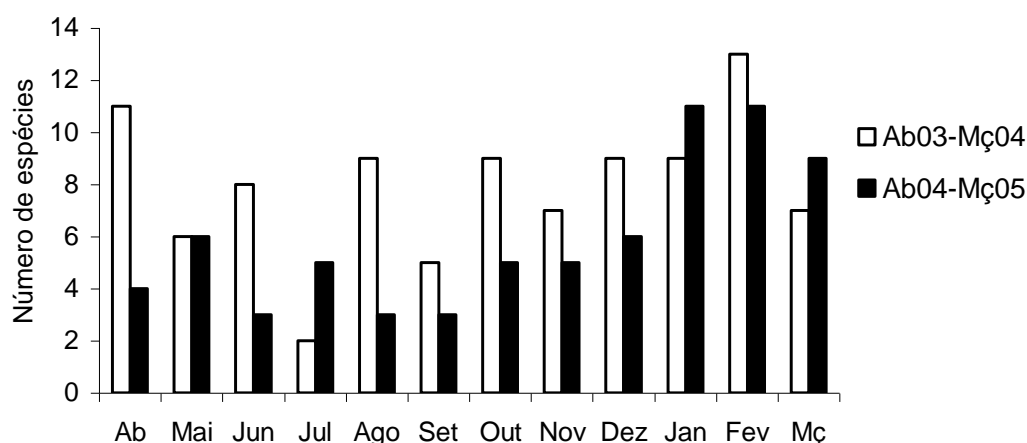


FIGURA 13: Número de espécies encontradas na chuva de sementes, durante os dois anos de estudo, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Vieira (1996) observou que árvore, também, predominou na chuva de sementes de florestas secundárias de 5, 10 e 20 anos e floresta primária, na região Bragantina na Amazônia. Da mesma forma, Carmo e Morellato (2000), em estudo da chuva de sementes de mata ciliar no Sudeste do Brasil, relataram que a forma de vida árvore representou 48% do total de espécies.

TABELA 4: Porcentagem de indivíduos por forma de vida, na chuva de sementes, durante dois anos de pesquisa, em floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

	Árvore (%)	Arbusto (%)	Cipó (%)
Ano 1	87,99	0,17	11,84
Ano 2	82,44	0,02	17,54

4.3- Banco de Sementes do Solo

A densidade média de sementes encontrada no banco de sementes do solo, foi de 9006,8 sementes/m².

O tratamento irrigação apresentou 8666,4 sementes/m², com 29 famílias, 53 gêneros e 62 espécies. No controle a densidade de sementes foi 9347,2 sementes/m², onde foram observadas 75 espécies pertencentes a 62 gêneros e 33 famílias.

A similaridade de espécies das parcelas de controle em relação às parcelas do tratamento irrigação foi de 73%. Entretanto, a similaridade do banco de sementes do solo com a vegetação foi baixa 16%, o que também foi constatado por Rico-Gray e García-Franco (1992), que observaram similaridade de 10%, entre banco de sementes do solo e floresta secundária de 15 anos.

A análise estatística indicou que não existe diferença significativa, entre os tratamentos controle e irrigação, considerando a densidade de sementes germinadas e o número de sementes presentes no banco de sementes do solo ($p= 0,11$), que pode ser visualizado na Tabela 5.

No estudo foi observada elevada variância, o que ocorre devido à heterogeneidade das florestas naturais, cujas sementes dispersadas apresentam considerável variação horizontal, acompanhando as características das espécies presentes como: síndrome de dispersão, presença de dispersores, textura do solo, entre outros aspectos, que influenciam na distribuição das sementes na área. Conforme observações de Alvarez-Buylla e Martínez-Ramos (1990); e Dalling, Swaine e Garwood (1997), algumas espécies pioneiras apresentam elevada variação nos valores de densidade, em banco de sementes do solo.

Neste contexto, Araújo (1998), ao analisar três florestas de diferentes idades, afirmou que a variância foi maior nos estágios iniciais de sucessão. Em floresta sucessional, após o abandono de pastagens, Monaco (1998) descreveu que a variância do número de sementes nas amostras coletadas também foi bastante elevada.

TABELA 5: Comparação do número de espécies e número de sementes germinadas no banco de sementes do solo, através da análise multivariada, em floresta secundária em Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Tratamentos	Parâmetros	Espécies	Sementes
Controle	Média	50,00	5.842,00
	Variância	15,3333	1.385.682,00
	Repetições	4	4
	CV	7,83	20,15
Irrigação	Média	44,25	5.416,50
	Variância	8,9167	2.804.088,33
	Repetições	4	4
	CV	6,75	30,92
T ² (Hotelling)			8,73
p			0,11

Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferença significativa, o banco de sementes do solo será caracterizado como o estoque de sementes do solo, em floresta secundária de 16 anos.

Dessa forma, observa-se no ecossistema estudado que a germinação nos três primeiros meses (junho, julho e agosto) foi crescente. Entretanto, a partir do quarto mês (setembro) a germinação começou a diminuir, então, no quinto mês (outubro), as amostras foram revolvidas, para facilitar a germinação de sementes localizadas nas camadas inferiores.

Na figura 13, pode-se observar que, mesmo após o solo revolvido, a densidade de sementes germinadas, em novembro e dezembro, continuou a decrescer com 460 e 345 sementes/m², respectivamente.

Durante o estudo, observou-se que o pico de germinação ocorreu no terceiro mês (agosto) representando 28,38% da emergência com 2556 sementes/m² (Figura 14). Enquanto, considerando os três primeiros meses obteve-se 60,78% de germinação. Resultados semelhantes foram obtidos por Lavarel et al. (1993), que obtiveram rápidas respostas de germinação nos primeiros meses de observação, enquanto, Vieira (1996) encontrou entre 30 e 40% da germinação no primeiro mês de avaliação, também em florestas de diferentes estágios sucessionais.

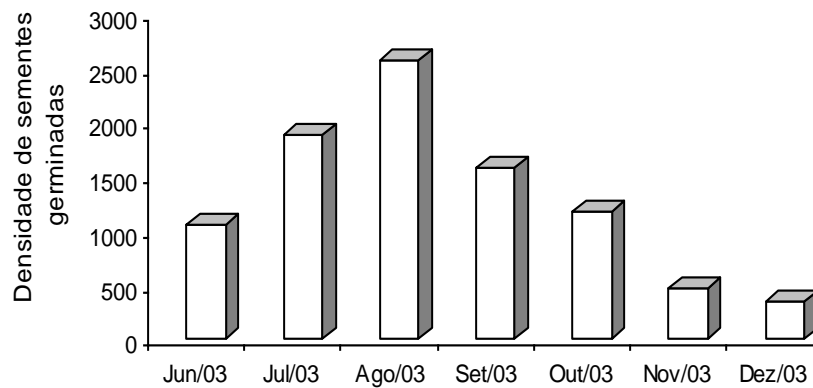


FIGURA 14: Densidade de sementes germinadas (m^2), em sete meses de estudo sobre o banco de sementes do solo de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Araújo (1998) analisou o banco de sementes do solo em florestas sucessionais de 6, 17 e 30 anos, na Amazônia Oriental e constatou que a floresta sucessional de 6 anos apresentou o maior número de sementes (2848 sementes/ m^2), seguida pelas florestas sucessionais de 17 e 30 anos, com 1427 e 756 sementes/ m^2 , respectivamente. Esta característica também foi observada, por outros pesquisadores como YOUNG, EWEL e BROWN (1987), que observaram maior densidade de sementes em floresta secundária do que em floresta primária. Vieira (1996), avaliando áreas em sucessão florestal, após 5, 10 e 20 anos de idade, após cultivo e abandono da terra, observou maior densidade de sementes nos estágios iniciais de sucessão, decrescendo, gradualmente, com o aumento da idade da floresta. Da mesma forma, Leal Filho (1992) relatou que o número de sementes em floresta secundária, em estágio avançado, foi menor do que em floresta secundária mais jovem.

A densidade de sementes encontrada na fração solo foi 7090,8 sementes/ m^2 , valor este bastante superior ao encontrado na fração serapilheira (1916 sementes/ m^2) (Figura 15).

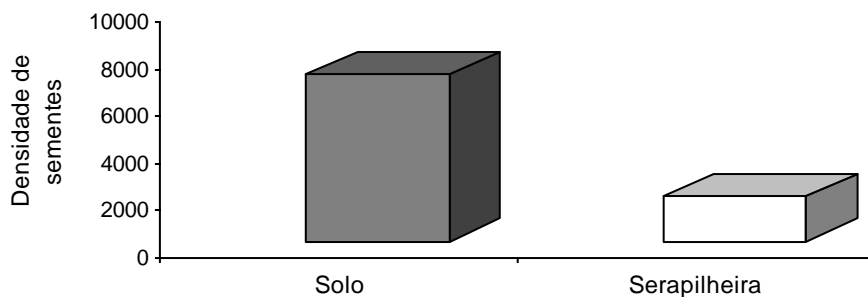


FIGURA 15: Densidade de sementes germinadas (m^2), no banco de sementes do solo, nas frações solo e serapilheira, de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Considerando a composição florística do banco de sementes do solo, foram observadas 83 espécies, 68 gêneros e 35 famílias (Apêndice 4). Entretanto, Garwood (1989) relatou que o número de espécies em bancos de sementes, em ambientes alterados de floresta tropical, pode variar de 8 a 67 espécies. Araújo et al. (2001) encontrou resultados semelhantes, estudando a composição florística do banco de sementes do solo, em floresta sucessional de 17 anos (62 espécies, 43 gêneros e 33 famílias). No entanto, o valor foi superior ao observado por Leal (2002), que encontrou 104 espécies, 60 gêneros e 40 famílias no banco de sementes em capoeira, após preparo de área, na região Bragantina.

Em relação às formas de vida, ervas e graminóides representaram, aproximadamente, 61% do total de sementes germinadas na fração solo, enquanto os arbustos predominaram na fração serapilheira (48,28%) (Tabela 6). Contudo, Leal (2002), em floresta secundária, observou que as formas de vida erva e graminóide, juntas, representaram em torno de 94% do total de sementes germinadas. Hall e Swaine (1980), estudando seis sítios de floresta primária, observaram que três sítios apresentavam maior número de sementes germinadas de arbustos do que árvores, dois apresentavam maior número de árvores seguido de arbustos, e apenas um dos sítios apresentava maior proporção de ervas, seguida de árvores.

TABELA 6: Porcentagem de sementes germinadas, por forma de vida, nas frações solo e serapilheira, em banco de sementes de floresta secundária, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Fração	Germinação do banco de sementes do solo (%)				
	árvore	arbusto	cipó	erva	graminóide
Solo	1,67	32,76	4,31	48,65	12,61
Serapilheira	5,53	48,28	9,37	30,56	6,25

O predomínio da forma de vida erva, em relação às outras formas de vida, provavelmente ocorreu devido a estas, geralmente, apresentarem características de espécies pioneiras, com sementes ortodoxas, que conseguem manter-se no solo por um longo período, aguardando uma oportunidade para germinarem. Estas espécies esperam a ocorrência de fatores ambientais favoráveis à sua germinação como: abertura de clareiras, umidade e temperatura adequada. Esse tipo de comportamento foi descrito por Garwood (1989) como sendo comum no banco de sementes persistente.

Araújo et al. (2001) observou que a forma de vida predominante no banco de sementes do solo em floresta de 17 anos, foi árvore, seguida por erva, arbusto e cipó. Resultado semelhante foi encontrado por Putz (1983), ao estudar o banco de sementes do solo em floresta primária no Panamá, apresentando 88% de árvores de espécies pioneiras.

No banco de sementes em florestas secundárias, após alteração da estrutura original, com introdução de pastagens ou áreas de cultivo da terra por vários ciclos, foi constatado o predomínio de espécies invasoras, das formas de vida erva, graminóide e arbusto (UHL E CLARK, 1983; JIMÉNEZ E ARMESTO, 1992; NEPSTAD et al., 1998).

Na Figura 16, é apresentada a densidade de sementes germinadas e as formas de vida, nas frações solo e serapilheira. O predomínio de espécies herbáceas, sugere que o episódio de alteração no ecossistema estudado, proporcionaria uma recomposição dominada por ervas.

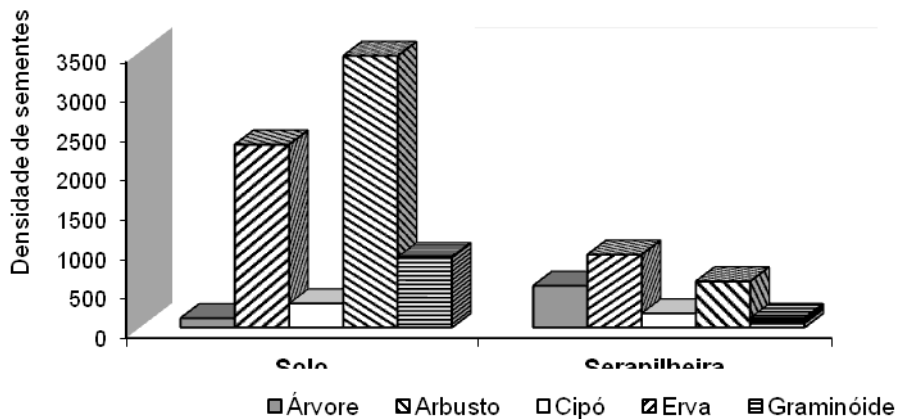


FIGURA 16: Densidade do banco de sementes / m², em 5 cm de profundidade, de acordo com cada fração (solo e serapilheira) e formas de vida, em floresta secundária no município de Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

Nessa perspectiva, acredita-se que a presença da vegetação, chuva de sementes local ou de florestas adjacentes, e a presença da fauna dispersora são aspectos fundamentais para o restabelecimento de áreas, após múltiplos cultivos.

O índice de diversidade encontrado no banco de sementes do solo foi de $H' = 2,0$ (Apêndice 4). Este valor pode ser considerado alto, em relação ao encontrado por Araújo et al. (2001), que observou 1,90 em floresta sucessional de 17 anos. Entretanto, Leal (2002) constatou, em área preparada com cobertura triturada, índice de diversidade do banco de sementes de 2,90. Vieira (1996), observou em florestas sucessionais de 10 e 20 anos, os índices de diversidade de 1,3 e 1,42, respectivamente.

A curva de germinação (Figura 17) indica que a amostragem do banco de sementes do solo foi suficiente para representar as espécies existentes na área, demonstrando tendência à estabilização, após 65 amostras.

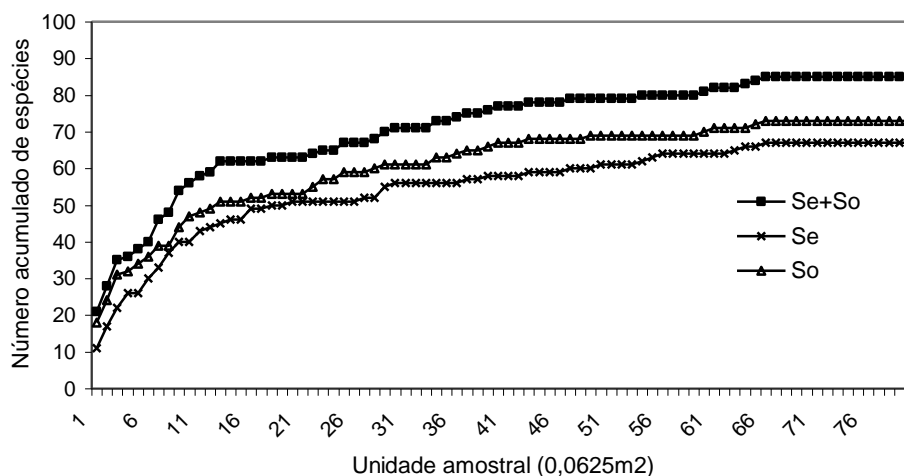


FIGURA 17 : Curva de germinação de espécies, considerando 80 amostras (5 m²) de banco de sementes do solo, em floresta secundária, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. [Fração Serapilheira (Se), Fração Solo (So) e Fração serapilheira somada ao solo (Se + So)]. (Fonte: Dias, H. K. O. 2006).

As espécies que apresentaram maior densidade no banco de sementes do solo foram *Coutoubea spicata* (erva) e *Miconia ceramicarpa* (arbusto).

Entre as espécies mais representativas na estrutura da vegetação, apenas, 7 estavam presentes também no banco de sementes do solo da floresta: *Casearia arborea*, *Heisteria sessilis*, *Lacistema pubescens*, *Miconia ciliata*, *Myrcia sylvatica*, *Rollinia exsucca* e *Vismia guianensis*. Dessa forma, observa-se que estas espécies são as representantes da vegetação atual, no estoque de sementes do solo.

Lima (2003) analisou a regeneração natural na mesma área, constatando que as espécies mais abundantes foram *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica*, *Miconia ciliata* e *Ocotea guianensis*. Porém, apenas as espécies *Myrcia sylvatica* e *Lacistema pubescens* perfaziam mais de 60% dos indivíduos amostrados na vegetação, e a *L. pubescens* apresentava elevada dinâmica, entre ingresso e mortalidade na primeira classe de altura.

Este resultado indica a tendência para formação de banco de plântulas de ambas as espécies. No entanto, analisando conjuntamente, este estudo em relação a Lima (2003) e Araújo (2005), somente *Myrcia sylvatica* conseguiria se estabelecer no sub-bosque da floresta, já que ocorreu em baixa densidade no banco de sementes do solo.

4.4- Vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo em floresta secundária

A água não influenciou na vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo, desta forma, analisou-se a floresta de 16 anos, o que possibilitou inferir sobre limitações no restabelecimento da floresta, após os futuros cultivos na área.

O banco de sementes do solo apresentou maior riqueza florística, seguido pela vegetação e chuva de sementes. No entanto, o índice de diversidade foi maior na vegetação, seguida por banco de sementes e chuva de sementes. Esta tendência ocorreu porque as espécies apresentaram maior uniformidade no número de indivíduos ($J=0,61$) na vegetação, do que no banco de sementes do solo ($J=0,45$). No entanto, quando se compara o banco de sementes em relação à chuva de sementes ($J=0,52$), observa-se que o primeiro elevou sua diversidade em função do maior número de espécies (Apêndice 4).

O banco de sementes do solo apresenta potencial expressivo para a colonização inicial do ecossistema. No entanto, a presença da maioria das espécies arbóreas, de florestas sucessionais em estágio inicial, dependerá da chuva de sementes, via a vegetação remanescente, de áreas adjacentes ou trazidas, principalmente, por dispersão zoocórica e anemocórica.

As espécies presentes na vegetação estiveram pouco representadas na chuva de sementes e no banco de sementes do solo, observando-se apenas 23,5% na chuva de sementes e 17,6% no banco de sementes do solo.

No Apêndice 2, é possível constatar que apenas seis espécies (*Banara guianensis*, *Casearia arborea*, *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica*, *Nectandra cuspidata* e *Vismia guianensis*) estiveram presentes na vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo da floresta estudada.

No entanto, por outra perspectiva, observou-se que na vegetação, *Banara guianensis* apresentou 2,1 indivíduos/100m², *Casearia arborea* 1,6 ind./100 m², *Lacistema pubescens* com 58,75 ind./ 100 m², *Myrcia sylvatica* 49,25 ind./ 100 m², *Nectandra cuspidata* 1,75 ind./ 100 m² e *Vismia guianensis* 10,37 ind./ 100 m². Na chuva de sementes, foram estimadas em média 0,5; 11; 57; 19; 6 e 88 sementes/m² ano⁻¹, respectivamente. Enquanto que, no banco de sementes, os valores observados foram 0,2; 15; 13; 1,2; 0,8 e 67,2 sementes/ m².

Neste contexto, foi possível constatar que, apesar das seis espécies serem, a princípio, analisadas como representativas em todos os compartimentos da floresta (vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo), ocorreram de forma diferenciada no ecossistema.

Banara guianensis e *Nectandra cuspidata* ficaram com baixa representatividade na vegetação, na chuva de sementes e no banco de sementes do solo.

Casearia arborea, apesar da baixa densidade de indivíduos na vegetação aos 16 anos, foi descrita por Araújo et al. (2005) com densidade de 19 ind./ 100 m², aos 6 e 7 anos, e redução da densidade no decorrer do processo de sucessão, indicando sua característica de pioneira nos ecossistemas alterados. Este fato é intensificado, quando se analisa o número de indivíduos observados na vegetação, em relação ao número de sementes na chuva de sementes e no banco de sementes do solo, constatando-se a possível persistência da espécie no ecossistema.

Ao contrário, *Lacistema pubescens* esteve bem representada na vegetação e na chuva de sementes, mas com valor relativamente reduzido no banco de sementes do solo. Associando a essa análise, o estudo de regeneração realizado por Lima (2003) que verificou elevado ingresso e mortalidade na menor classe de altura, pode-se deduzir que a espécie apresenta banco de sementes pseudo-persistente ou sazonal-transiente (*sensu* Garwood, 1989). Isto significaria elevada produção de sementes, por longo período do ano ou dispersão limitada a determinado período (Figura 11), garantindo a formação de um banco de sementes no solo.

Dessa forma, possivelmente, esta espécie esteja comumente presente nos ecossistemas secundários da região, devido à sua expressiva representatividade na vegetação durante os estágios iniciais de sucessão, conforme foi constatado por Coelho (2002) e Araújo et al. (2005). Conseqüentemente, a efetividade de *Lacistema pubescens* no restabelecimento de determinada área, dependerá de fonte de sementes, ou seja, que as sementes tenham sido recentemente dispersadas no local ou provenientes de áreas adjacentes.

No entanto, essa inferência poderá ser feita com maior segurança mediante estudos, com coleta do banco de sementes do solo, em diferentes períodos do ano; e/ou análise de sementes de *Lacistema pubescens*.

Myrcia sylvatica, apesar da elevada densidade de indivíduos na vegetação, foi pouco representativa no banco de sementes do solo. Analisando o fato com os resultados de fenologia (Figura 11), constata-se que a espécie não forma um estoque de sementes no solo, pois o período de frutificação e dispersão foi próximo da coleta do banco de sementes do solo e, ainda assim, a espécie apresentou baixa densidade no banco de sementes do solo.

Conforme Araújo et al. (2005), *Myrcia sylvatica* foi observada como espécie secundária, que se estabelece em capoeiras em desenvolvimento. Outras espécies, também da família Myrtaceae e do gênero *Myrcia*, apresentam sementes recalcitrantes, com rápida perda da viabilidade (Lorenzi, 1998a; 1998b), geralmente, tendo como estratégia a formação de banco de plântulas.

Vismia guianensis, apesar do reduzido número de indivíduos na vegetação, quando comparada com *Lacistema pubescens* e *Myrcia sylvatica*, apresentou elevada densidade na chuva de sementes e banco de sementes do solo. Essa constatação amplia o entendimento da elevada ocorrência da espécie nos estágios iniciais de sucessão, conforme amplamente mencionado em diversas pesquisas realizadas na Amazônia. A espécie foi mencionada por Sousa (2002), como uma das espécies que apresentou maior densidade nos bancos de semente de florestas sucessionais na região Bragantina.

5- CONCLUSÕES

- A irrigação utilizada (5mm/dia), durante a estação seca, não influenciou na vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo, considerando o período estudado (abril/ 2003 a março/ 2005);
- *Lacistema pubescens*, *Myrcia sylvatica* e *Vismia guianensis* são espécies importantes em florestas secundárias, podendo ser enfatizadas em estudos de restabelecimento de áreas alteradas;
- A chuva de sementes e o banco de sementes são mecanismos de regeneração, importantes para a recuperação e manutenção de áreas alteradas, que atuam de forma diferenciada no restabelecimento dos ecossistemas;
- A chuva de sementes é fundamental para a perpetuação das espécies arbóreas da floresta estudada. No entanto, deve-se levar em consideração que a produção anual pode oscilar e, conseqüentemente, áreas alteradas em anos diferentes podem apresentar capacidade de regeneração diferenciada;
- O banco de sementes do solo não apresentou potencial florístico para substituir as espécies presentes na vegetação, após alteração da floresta. No entanto, a elevada densidade de plantas herbáceas é fundamental para o restabelecimento inicial de áreas alteradas;
- *Vismia guianensis* é uma espécie promissora para o restabelecimento natural de florestas sucessionais da região de estudo.

6- RECOMENDAÇÕES

- Sugere-se que o estudo seja repetido, futuramente, visando avaliar se a continuidade da irrigação, durante a estação seca, influenciará na chuva de sementes e banco de sementes do solo.
- Nos coletores de chuva de sementes, indica-se a utilização de malhas menores do que 1mm, o que aumentará a confiabilidade da manutenção de sementes pequenas nos coletores.
- Sugere-se a avaliação da variação temporal do banco de sementes do solo, a partir de coletas em diferentes períodos do ano.
- A profundidade de coleta do banco de sementes do solo, com ou sem serapilheira, é importante e deve ser mencionada de forma clara na metodologia.
- Neste estudo, considerando o delineamento utilizado no Projeto Manflora, cada parcela (4) representou uma repetição. Apesar da tentativa de melhorar a amostragem a partir da utilização de amostras compostas, tanto na chuva (3 coletores) como no banco de sementes do solo (10 amostras), o número de repetições para esses estudos foi baixo, conseqüentemente, aumentando a variância. Neste contexto, sugere-se, quando possível, o aumento do número de repetições, pois a presença de sementes em floresta heterogênea tem sido mencionada como apresentando elevada variação espacial e temporal.

7 REFERÊNCIAS

ADAMS, M. **O papel de morcegos na regeneração de florestas em uma paisagem agrícola da Amazônia Oriental**. 1997. 128 f. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1997.

ALBERTI, L. F.; HIRT, J. A. N.; MACHADO Jr., D. B. F.; STECKEL, M.; TOMBINI, C. S., LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e síndrome de dispersão das espécies arbóreas do Morro de Santo Antônio, Santa Maria-RS. **Rev. Ciências e Natura**, n. 22, p.145-160, 2000.

ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.18, n. 1, p. 163-198, 1979.

ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; MARTINEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of tropical pioneer tree. **Oecologia**, v. 84, p. 314-325, 1990.

ARAÚJO, M. M. **Vegetação e banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do baixo Rio Guamá, Benevides, Pará, Brasil**. 1998. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. FCAP, Belém, 1998.

_____. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de floresta decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – UFSM, Santa Maria-RS, 2002.

ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C. de.; BRENA, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 128-141, 2004.

ARAÚJO, M. M.; OLIVEIRA, F. A.; VIEIRA, I. C. BARROS, P. L. C. de.; LIMA, C. A. T. de. Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. Belém-PA. **Scientia Forestalis**, n. 59, p. 115-130, 2001.

ARAÚJO, M. M.; TUCKER, J. M.; VASCONCELOS, S. S.; ZARIN, D. J.; OLIVEIRA, W; SAMPAIO, P. D.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G.; OLIVEIRA, F de A.; COELHO, R de F. R.; ARAGÃO, D. V.b; MIRANDA. Padrão e processo sucessionais em florestas secundárias de diferentes estágios florestais. **Ciência Florestal**. v. 15, n. 4, p. 343-357, 2005.

AUGSPURGER, C. K.; FRANSON, S. E. Input of wind-dispersed seeds into light-gaps and forest sites in a Neotropical forest. **Journal of tropical ecology**. v. 4, n. 3, p. 239-252, 1988.

AYRES, M.; AYRES Jr, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. dos S. **BioEstat 3.0:** aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 2003. 209 p.

BAIDER, C.; TABARELLI, M.; MANTOVANNI, W. The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. **Rev.Bras.Biol**, v. 61, n. 1, p. 35-44, 2001.

BAKER, H. G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p. 9-21.

BARROS, P. L. C. de. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia Brasileira**. 1986. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba/PR, 1986.

BAZZAZ, F. A. The physiological ecology of plant succession. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** v.10, p.351-71, 1979.

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

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum press, 1943. 445p.

BORGES, E. L. E B.; RENA, A. B. Germinação de Sementes. In: Aguiar, I. B. de; Pina-Rodrigues, F. C. M.; Figliolia, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 83-135.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. **Relatório de Atividades PROBIO 2002 - 2004**. Brasília, 2004. 58p.

BROKAW, N. V. L. Gap-phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. **Journal of ecology**, v. 75, p. 9-19, 1987.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd.ed, Dubuque: Wm. C. Brown, 1984. 226p.

BRYANT, J. A. **Fisiologia da semente**. São Paulo: EPU, v 31, 1989. 86p.

BUDOWISKI, G. Los bosques de los trópicos húmedos de América. **Turrilaba**. v.16, n. 3, p. 278-285, 1966.

CARMO, M. R. B. do; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, Estado do Paraná, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. p.125-141.

CARVALHO, J. O. P. da. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do tapajós no estado do Pará**. 1982. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba, 1982.

CARVALHO, J. O. P. da. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain Forest**. 1992. 215p. These (Doctor of Philosophy) - Oxford University, 1992.

CASTRO, R. D. DE; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: Gui Ferreira, A.;Borghetti, F. (Org.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. p.149-162.

CHEKE, A. S.; NANAKORN, W.; YANKOSES, C. Dormancy and dispersal of seeds of secondary forest species under the canopy of a primary tropical rain forest in northern Thailand. **Biotrópica**, n. 2, v. 11, p. 88-95, jun. 1979.

COELHO, R. de F. P. **Estrutura e dinâmica de três florestas secundárias em idades diferentes (4, 8 e 12 anos) no município de Castanhal, PA**. 2002. 48p. Dissertação (Mestrado) - FCAP, Belém, 2002.

COELHO, R. F. R.; ZARIN, D. J.; MIRANDA, I. S.; TUCKER, J. M. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará. **Acta Amazônica**, v. 33, p. 563-582, 2004.

COPELAND, L. O. McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasileira**, v.18, p. 99-108, 2004.

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

DALLING, J.W.; SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. C. Soil seed bank community dynamics in seasonally moist lowland tropical forest Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, p. 659-680, 1997.

DENSLOW, J. S.; GOMEZ-DIAZ, A. E. Seed rain to tree-fall gaps in a Neotropical rain forest. **Can. J. For. Res**, v. 20, p. 642-648, 1990.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C.; DUTRA, S. **Conseqüências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 1980. 49p. (Boletim de Pesquisa, n. 14).

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

FEARNSIDE, P. M. A. A floresta vai acabar? **Ciência hoje**, v.2, p. 42-52, 1984.

FEARNSIDE, P. M. A. Causas do desmatamento na Amazônia brasileira. **Pará desenvolvimento**, v. 23, p.24-33, 1988.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos de fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília. Depto. de Pesquisa Florestal, 2003. 68p. (Comunicações Técnicas Florestais, v.5, n.1).

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman and Hall, 1985. 147p.

FENNER, M.; KITAJIMA, K. Seed and seedling ecology. In: PUGNARE, F. C.; VALLADARES, F. (eds.). **Handbook of functional plant ecology**. New York: Marcel Dekkerinc, 1999, p. 599-627.

FERNÁNDEZ, C. G; SHANLEY, P. Forests and people: safeguarding the natural heritage in the Brazilian Amazon. **Bois Et Forêts Des Tropiques**. n. 280, p. 104-105, 2004.

FERREIRA, D. F. **Análise multivariada**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1996. 399p.

FINOL, H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis de las selvas virgenes tropicales. **Rev. For. Venez**, v.14, n.21, p.29-42, 1971.

FONT QUER, P. **Diccionario de Botánica**. Barcelona: Labor, 1989. 1244p.

FRANKIE, G. M.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sits of Costa Rica. **Journal of ecology**, v. 62, p.881-913, 1974.

FREITAS, J. da. L. **Fenologia de espécies arbórea na ilha do Pará-Pará, no estuário do rio Amazonas**. 1996. 99p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – FCAP, Belém, 1996.

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

GARWOOD, N. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (Ed.) **The ecology of Tropical Forest tree seedlings**. Paris: UNESCO, p.59-129. 1996.

GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 180p.

GOMES-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C. Sucessional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN, D. B. **Forest Succession: Concepts and Application**. New York: Springer-Verlag, 1981, p. 246-266.

GONÇALVES, J. F. de C; FERNANDES, A. V; MORAIS, R. R. de; MELO, Z. L. O; SANTOS Jr, U. M. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de plantas da Amazônia. In: **Projeto Jacarandá – Fase 2: Pesquisas florestais na Amazônia Central**. Manaus: INPA. 2003. 252p.

GUEVARA, S.; LABORDE, J. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. In: FLEMING, A.; ESTRADA, A. (eds.). **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Dordredht: Kluwer Academic Publishers, 1993, p. 319-338.

HAIR JR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman. 2005. 593p.

HALL, J. B.; SWAINE, M. B. Seed stocks in Ghanaian Forest soil. **Biotropica**, v.12, n.4, p.256-263, 1980.

HARDYCK, C. D.; PETRINOVICH. **Introduction to Statistics for the Behavioral Sciences**. 2. ed. Philadelphia: Saunders. 248p. 1976.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.

HOMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PREREIRA JUNIOR, R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical (FFT), 2002. 69p.

PARÁ. INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Relatório de Atividades: 1999 – 2000**. Belém: IMAZON, 2001. 56 p.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia forestalis**, n. 56, p. 83-99, dez. 1999.

JANSEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980. 79p.

JANSEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, v.21, p.620-637, 1967.

JARDIM, F. C. da. S.; SILVA, G. A. P. da. Análise da variação estrutural da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do instituto nacional de pesquisa da Amazônia – INPA, Manaus (AM). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 39, p. 25-54, jan/jun. 2003.

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 em Ciências Florestais) – UFV, Viçosa, 1995.

JIMÉNEZ, H.; ARMESTO, J. J. Importance of soil seed bank of disturbed sites in Chilean marorral in early secondary succession. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.579-586, 1992.

JOHNSON, C. M.; ZARIN, D. J.; JOHNSON, A. H. 2000. Post disturbance aboveground biomass accumulation in global secondary forests: Climate, soil texture, and forest type effects. **Ecology**, v. 81, p. 1395-1401, 2000.

KÖSTLER, J. **Silviculture**. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1956. 416p.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LAMPRECHT, H. Ensaio sobre unos metodos para el analisis structural de los bosques tropicales. **Rev. For. Venez**, v.13, n. 2, p. 57-65, 1962.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 532p. 2000.

LAVAREL, S.; DEBUSCHE, M.; LEBRETON, J. D.; LEPARRL, J. Seasonal pattern in the seed bank of Mediterranean old field. **Oikos**. v. 1, n. 67, p. 114-128, 1993.

LEAL FILHO, N. **Características do banco de sementes de três estádios de sucessão vegetal na zona da mata de Minas Gerais**. 1992. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – UFV, Viçosa, 1992.

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

LEAL, E. C.; **Potencial de regeneração da capoeira após preparo de área com queima e sem queima na região Bragantina**. 2002. 122p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

LEAN, J.; BUNTON, C. B.; NOBRE, C. A.; ROWNTREE, P. R. The simulated impact of Amazonian deforestation on climate using measured ABRACOS vegetation characteristics. In: GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L. **Amazonian deforestation and climate**. New York: John Wiley & Sons, 1996. p. 549-576.

LEÃO, N. V. M.; MACQUEEN, D. J. Fenologia reprodutiva de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e anani (*Synphonia globulifera*) na Flona do Tapajós, Belterra, PA. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. **A Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto EMBRAPA / DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 129-135.: il.

LIETH, H. Introduction to phenology and modeling of seasonality. In: LIETH, H. (ed.). **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer Verlag, 1974. v.2.

LIMA, C. A. T. de. **Regeneração de uma floresta secundária sob manipulação de água e nutrientes no Município de Castanhal, Pará**. 2003. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - UFRA, Belém, 2003.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no sul do Brasil**. 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - UFPR, Curitiba, 1980.

_____. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo, RS**. 1997. 198p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - UFPR, Curitiba, 1997.

LONGHI, S. J.; ARAÚJO, M. M.; KELLING, M. B.; HOPPE, J. M.; MÜLLER, I.; BORSOI, G. B. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.59-74, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, v.1. 1998a. 368p.

_____._____. Nova Odessa: Ed. Plantarum, v.2. 1998b. 368 p.

MARTINEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain Forest. In: FLEMING; ESTRADA, A. (eds.). **Frugivory and Seed Dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993, p.299-318.

MARTORANO, L. G. P.; PEREIRA, L. C.; CÉSAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather)**. Belém: SUDAM/EMBRAPA. SNLC, 1993. 53p.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon press, 2nd ed, 1975. 192p.

MONACO, L. M.; **O efeito do fogo sobre a regeneração de espécies pioneiras na Amazônia Central**. 1998. 87p. Dissertação (Mestrado em Biologia/Ecologia) – INPA, Manaus, 1998.

NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. M. C. da. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas da Amazônia Oriental. In: **Floresta amazônia: dinâmica, regeneração e manejo** Gascon, C.; Moutinho, P. R. S. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia. Manaus, 1998. P. 191-218.

OLIVEIRA, L. C. de. **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária do estado do Pará**. 1995. 126p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – UFPA, Belém, 1995.

OLIVEIRA, L. C.; SILVA, J. N. M. Dinâmica de diferentes grupos ecológicos de espécies arbóreas em uma floresta secundária em Belterra - Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. **A Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto EMBRAPA / DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001, p. 393-410. il.

PENHALBER, E. F.; MANTOVANI, W. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Rev. Bras. Bot**, v. 20. n. 2. p. 205-220, dez. 1997.

PIRES, M. J. P. **Phenology of tropical tree from Jarí, Lower Amazon, Brazil**. 332p. 1991. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – University of London, Londres, 1991.

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP, 1995. 400p.

PUTZ, F. E. Treefall pits and mound, buried seeds, and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v.64, n.5, p. 1069-1074, 1983.

QUITANA-ASCENCIO, P. F.; GONZÁLEZ-ESPINOSA, M.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; DOMÍNGUEZ-VAZQUEZ, G.; MARTINEZ-ICÓ, M. Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from Milpa Fields at the Selva Lacadona, Chiapas, México. **Biotrópica**, v. 28, n. 2, p. 192-209, 1996.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. New York: W. H. Freeman. 2001. 906p.

RIBEIRO, J. E. L. da S.; HOPKINS M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia central. Manaus: INPA, 1999. 800p.

RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest an ecological study**. Cambridge: University Press, 1998. 575p.

RICO-GRAY, V.; GARCIA-FRANCO, J. G. Vegetation and soil seed bank of successional stages in tropical lowland deciduous forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, p. 617-624, 1992.

SOUSA, J. A. L. de. **Banco de sementes do solo de florestas sucessionais no nordeste paraense, Brasil**. 2002. 65 p. Dissertação (Mestrado em ciencias florestais) – UFRA, Belém, 2002.

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água**. São Paulo: EPU, Ed. da USP, 1980. 126p.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, n.75, p. 81-86, 1988.

TENÓRIO, A. R. de M.; GRAÇA, J. J. da C.; GÓES, J. E. M.; MENDES, J. G. R.; GAMA, J. R. N. F.; SILVA, P. R. O. da; CHAGAS, P. S. M. das; SILVA, R. N. P. da; AMÉRICO, R. R.; PEREIRA, W. L. M. **Mapeamento dos solos da estação de piscicultura de Castanhal, PA**. Belém: FCAP, 1999. p. 1-27. (Informe Técnico,25)

UHL, C.; CLARCK, K. Seed ecology of ecology of selected Amazon basin successional species. **Botanical Gazette**, v. 144, p.419-425, 1983.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. New York: Springer-Verlag, 1982. 215p.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v.12, n.32, p. 25-42. 1998.

VIEIRA, I. C. G. **Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazônia**. 1996. 205p. These (Doctor of Philosophy) - University of Stirling, Scotland, 1996.

WHITMORE, T. C. **A introduction to tropical rain forest**. Oxford: Clarendon Press. 1990. 226p.

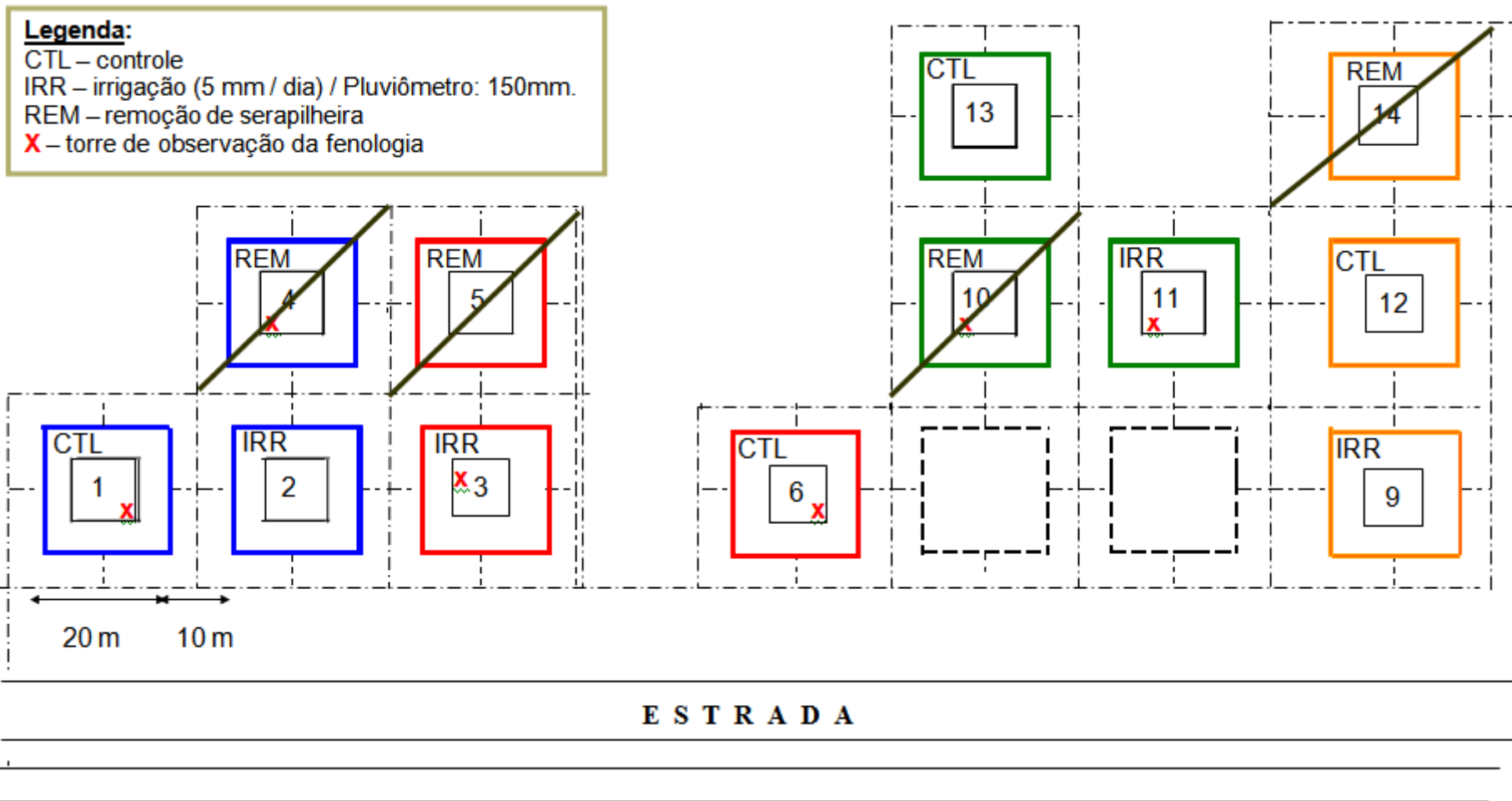
_____. Secondary succession from seed in tropical rain forest. **Forestry**, v. 44, n.12, p.767-779, 1983.

YOUNG, K. R.; EWEL, J. J. ; BROWN, B. J. Seed dynamic during forest succession in Costa Rica. **Vegetatio**, n.71, p.157-173, 1987.

ZARIN, D. J.; DUCEY, M. J.; TUCKER, J. M.; SALAS, W. A. Potential biomass accumulation in Amazonian regrowth forests. **Ecosystems**, n.4, p. 658-668. 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Área de estudo da vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo, delimitada em blocos casualizados, tratamentos e torres de observações fenológicas, em floresta secundária de 16 anos na Estação Experimental de Piscicultura de Água Doce, Castanhal, Pará, Brasil. (Fonte: Projeto Manflora, 1999).



APÊNDICE 2: Famílias, espécies e densidades encontradas na vegetação (VEG^{*}), sementes na chuva de sementes (CS^{**}) e no banco de sementes do solo (BS^{***}) em floresta secundária, no município de Castanhal, Pará, Brasil.

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
Fabaceae	<i>Abarema jupunba</i>	Britton & Killip.				1,00		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Poepp. & Endl.			0,40			
Verbenaceae	<i>Aegiphila racemosa</i>	Vell.			1,20			
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	L.						0,40
Rubiaceae	<i>Alibertia</i> sp.				0,80			
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i>	Rich. ex DC.			5,60			2,40
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i>	K. Schum.			17,60			17,60
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	Aubl.			0,40			
Annonaceae	<i>Annona montana</i>	Macfad.	0,75	0,25		0,25		
Annonaceae	<i>Annona paludosa</i>	Aubl.	2,75	0,29		0,25	0,17	
Arecaceae	<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	(Aubl.) Mart.	1,00			1,25		
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i>	(Aubl.) Mart.				0,25	0,79	
Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>	Aubl..	2,00	0,50		2,25	0,38	0,40
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i>	(L..) Triana.	0,50			0,25		
Asteraceae	<i>Bidens cynapiifolia</i>	Kunth						0,40
Rubiaceae	<i>Borreria latifolia</i>	(Aubl.) K. Schum.			7,20			4,00
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>	(L.) G. Mey.			195,60			155,20
Moraceae	<i>Brosimum guianense</i>	(Aubl.) Huber.	0,25					
Malpighiaceae	<i>Byrsonima aerugo</i>	Sagot.			0,40			
Nymphaeaceae	<i>Cabomba aquática</i>	Aubl.			70,80			20,00
Flacourtiaceae	<i>Casearia aculeata</i>	Jacq.				0,25		
Flacourtiaceae	<i>Casearia arborea</i>	(Rich.) Urb.	1,00	2,96	35,60	2,25	19,13	20,00
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i>	Jacq.	0,25			0,50	0,46	

APÊNDICE 2: Continuação

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
Flacourtiaceae	<i>Casearia javitensis</i>	Kunth.	2,25			0,25		
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusa</i>	Trécul.			0,40			
Cecropiaceae	<i>Cecropia palmata</i>	Willd.			40,80			46,00
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	L.					0,04	
Gentianaceae	<i>Chelonanthus alatus</i>	(Aubl.) Pulle			13,60			14,00
Gentianaceae	<i>Chelonanthus chelonoides</i>	Gilg.			54,80			51,60
Rubiaceae	<i>Chimarrhis turbinata</i>	DC.	2,50			0,75		
Moraceae	<i>Clarisia ilicifolia</i>	Lanj. & Rossberg.				0,25		
Moraceae	<i>Clarisia sp.</i>					0,25		
Connaraceae	<i>Connarus angustifolius</i>	G. Schellenb.	1,50					
Boraginaceae	<i>Cordia exaltata</i>	Lam.	0,50					
Boraginaceae	<i>Cordia multispicata</i>	Cham.			0,80			
Zingiberaceae	<i>Costus arabicus</i>	L.			0,40			0,80
Lecythidaceae	<i>Couratari cf. oblongifolia</i>	Ducke & R. Knuth.	1,00			0,25		
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Aubl.	1,50			1,00		
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i>	Aubl.			3.455,20			3.094,40
Euphorbiaceae	<i>Croton trinitatis</i>	Millsp.			0,40			
Sapindaceae	<i>Cupania scrobiculata</i>	Rich.	11,25			2,25		14,80
Cyperaceae	<i>Cyperus diffusus</i>	Vahl.			105,60			130,80
Cyperaceae	<i>Cyperus miliifolius</i>	Poepp. & Kunth		6,08			0,21	
Cyperaceae	<i>Cyperus sphacelatus</i>	Rottb.						3,60
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i>	Poir.			2,00			4,00
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i>	(L.) Benth.			17,60			4,80
Cyperaceae	<i>Dichomena ciliata</i>	Pers.			684,40			595,20
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Willd.						0,40

APÊNDICE 2: Continuação

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
Fabaceae	<i>Dioclea virgata</i>	(Rich.) Amshoff.			0,40			0,40
Dilleniaceae	<i>Dolioscarpus brevipedicellatus</i>	Garcke.			0,40			0,80
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>	(L.) DC.			10,40			5,20
Asteraceae	<i>Erechtites hieracifolia</i>	Raf. ex DC.			2,80			2,80
Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	(DC.) S.A. Mori						0,40
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i> sp.		3,00			0,50		
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i>	(L.) DC.				0,25		
Myrtaceae	<i>Eugenia patrisii</i>	Vahl.	0,75					
Cyperaceae	<i>Fimbristylis miliacea</i>	(L.) Vahl			130,00			99,60
Rhamnaceae	<i>Gouania cornifolia</i>	Reissek.		15,71	28,40		30,75	34,00
Annonaceae	<i>Guatteria poeppigiana</i>	Mart.	0,50	10,71		2,50	5,71	
Annonaceae	<i>Guatteria schomburgkiana</i>	Mart.		0,38			0,08	
Olacaceae	<i>Heisteria guianensis</i>	Aubl.		0,21				
Olacaceae	<i>Heisteria sessilis</i>	Ducke.	0,75		2,00	0,25		1,20
Olacaceae	<i>Heisteria</i> sp.		5,25			2,75		
Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i>	Poit.			0,80			1,60
Fabaceae	<i>Inga auristellae</i>	Harnis.	0,50					
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Mart.			0,40			
Fabaceae	<i>Inga flagelliformis</i>	(Vell.) Mart.	1,25	0,71		1,75	0,25	
Fabaceae	<i>Inga rubiginosa</i>	(Rich) DC.	7,75			0,75		
Fabaceae	<i>Inga stipularis</i>	DC.	0,50			1,75		
Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	DC.	3,00	0,92		3,25	0,79	
Gentianaceae	<i>Irlbachia alata</i>	(Aubl.) Maas.			60,40			8,80
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i>	(Berg.) Rusby.	10,75			6,00	0,50	
Lacistemataceae	<i>Lacistema pubescens</i>	Mart.	82,75	94,79	19,60	34,75	19,88	14,00

APÊNDICE 2: Continuação

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
	Morfo 11						0,08	
	Morfo 12						0,13	
	Morfo 13			0,04			0,04	
	Morfo 14			0,04				
	Morfo 15			0,08				
	Morfo 16			0,04			0,17	
	Morfo 17						0,04	
	Morfo 18			0,08			0,04	
Myrtaceae	<i>Myrcia bracteata</i>	(Rich.) DC.	2,00	0,29		2,50	0,13	
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i>	(G. Mey) DC.	48,75	20,38	1,20	49,75	17,13	1,20
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i>	Berg.	0,50					
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i>	Nees.	1,75	2,17	1,60	1,75	9,79	
Nyctaginaceae	<i>Neea glomeruliflora</i>	Heimerl	0,25			1,00		
Nyctaginaceae	<i>Neea oppositifolia</i>	Ruiz & Pav.	0,75			1,00		
Melastomataceae	<i>Nepsera aquatica</i>	(Aubl.) Naudin.				23,20		5,60
	NI		0,25					
Lauraceae	<i>Ocotea guianensis</i>	Aubl.		0,63		1,00	4,67	
Rubiaceae	<i>Oldenlandia lancifolia</i>	(Schumach.) DC.						1,60
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	(A.DC.) Warb.			0,40			
Ochnaceae	<i>Ouratea paraensis</i>	Huber				0,25		
Rubiaceae	<i>Palicourea guianensis</i>	Aubl.		0,08			0,08	
Poaceae	<i>Panicum cayennense</i>	L.			0,40			
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i>	Sw.			12,00			8,00
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i>	P.J. Bergius			2,80			1,20
Passifloraceae	<i>Passiflora alata</i>	Curtis.		20,83				

APÊNDICE 2: Continuação

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
Violaceae	<i>Paypayrola grandiflora</i>	Tul.				0,50		
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	L.			5,60			5,60
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	L.			0,80			
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.				0,40			
Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i>	Mart.	0,25					
Fabaceae	<i>Poecilanthe effusa</i>	(Huber) Ducke.				3,25		
Piperaceae	<i>Pothomorphe peltata</i>	(L.) Miq.			0,40			0,40
Rubiaceae	<i>Psychotria colorata</i>	Müll. Arg.			1,20			
Rubiaceae	<i>Psychotria mapourioides</i>	DC.				1,25		
Rubiaceae	<i>Psychotria racemosa</i>	Rich.						1,20
Melastomataceae	<i>Pterolepis trichotoma</i>	(Rottb.) Cogn.			2,40			1,20
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i>	(L.) Vahl			0,40			
Annonaceae	<i>Rollinia exsucca</i>	A.DC.	6,25		0,40	2,00		0,80
Connaraceae	<i>Rourea ligulata</i>	Baker		0,75	2,80		0,25	1,60
Connaraceae	<i>Rourea doniana</i>	Baker			0,40			
Rubiaceae	<i>Sabicea aspera</i>	Aubl.		2,04	292,00		0,17	460,00
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i>	L.			3,20			3,60
Cyperaceae	<i>Scleria pterota</i>	Uittien			134,40			144,00
Scrophulariaceae	<i>Scoparia dulcis</i>	L.			20,40			
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania corniculata</i>	(Vahl) Müll. Arg.			0,40			
Malvaceae	<i>Sida glomerata</i>	Cav.			0,80			1,20
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Aubl.	0,25			0,25		
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.					1,75		
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.			0,38			1,42	
Solanaceae	<i>Solanum juripeba</i>	Rich.			1,20			1,20

APÊNDICE 2: Continuação

Família	Espécie	Autor	Controle			Irrigação		
			VEG	CS	BS	VEG	CS	BS
Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i>	Dunal.			1,20			0,40
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon martianum</i>	A. Juss.			0,80			
Loganiaceae	<i>Strychnos</i> sp.	.				0,25		
Fabaceae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	(Willd) Hochr.	2,00			0,75		
Fabaceae	<i>Swartzia arborescens</i>	(Aubl.) Pittier.				0,25		
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana angulata</i>	Mart. ex Müll. Arg.	2,75					
Sapindaceae	<i>Talisia</i> sp.		0,75			0,25		
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	0,50	0,71		2,00	1,71	
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium paraense</i>	Huber.				0,50		
Melastomataceae	<i>Tibouchina aspera</i>	Aubl.			2,80			0,80
Burseraceae	<i>Trattinnickia burserifolia</i>	Mart.	0,75					
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	(L.) Blume.			4,40			2,80
Clusiaceae	<i>Vismia guianensis</i>	(Aubl.) Pers.	8,75	112,29	120,00	12,00	63,63	134,00
Vochysiaceae	<i>Vochysia inundata</i>	Ducke.	0,50					
Asteraceae	<i>Wulffia baccata</i>	(L.) Kuntze			5,20			10,80
Annonaceae	<i>Xylopia nitida</i>	Dunal.	0,25					
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Lam.	0,25		3,20			3,20
Fabaceae	<i>Zornia latifolia</i>	Sm.			0,40			
			225,25	295,37	9.347,20	154,00	178,95	8.666,40

*VEG - Densidade de indivíduos por 100 m².

**CS - Densidade média de sementes dispersadas por m² ano⁻¹.

***BS - Densidade de sementes (m²).

APÊNDICE3: Densidade absoluta (DA) e frequência absoluta (FA), densidade relativa (DR) e frequência relativa por (100 m²) de espécies arbóreas e arbustivas em floresta secundária de 16 anos, Castanhal, Pará, Brasil.

Nome	Controle				Irrigação				Herbário
	DA	FA	DR	FR	DA	FA	DR	FR	
<i>Abarema jupunba</i>	0	0	0,00	0,00	1	25	0,65	1,18	178709
<i>Annona montana</i>	0,75	25	0,33	1,01	0,25	25	0,16	1,18	178704
<i>Annona paludosa</i>	2,75	75	1,22	3,03	0,25	25	0,16	1,18	178703
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	1	25	0,44	1,01	1,25	25	0,81	1,18	
<i>Attalea maripa</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	
<i>Banara guianensi</i>	2	75	0,89	3,03	2,25	100	1,46	4,71	178721
<i>Bellucia grossularioides</i>	0,5	25	0,22	1,01	0,25	25	0,16	1,18	178717
<i>Brosimum guianense</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	178713
<i>Casearia aculeata</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	178747
<i>Casearia arborea</i>	1	75	0,44	3,03	2,25	75	1,46	3,53	178748
<i>Casearia decandra</i>	0,25	25	0,11	1,01	0,5	25	0,32	1,18	178754
<i>Casearia javitensis</i>	2,25	25	1,00	1,01	0,25	25	0,16	1,18	178687
<i>Chimarrhis turbinata</i>	2,5	75	1,11	3,03	0,75	25	0,49	1,18	178725
<i>Clarisia ilicifolia</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	178707
<i>Clarisia sp.</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	
<i>Connarus angustifolius</i>	1,5	25	0,67	1,01	0	0	0,00	0,00	178715
<i>Cordia exaltata</i>	0,5	25	0,22	1,01	0	0	0,00	0,00	178686
<i>Couratari cf. oblongifolia</i>	1	25	0,44	1,01	0,25	25	0,16	1,18	178688
<i>Couratari guianensis</i>	1,5	50	0,67	2,02	1	50	0,65	2,35	178722
<i>Cupania scrobiculata</i>	11,25	100	4,99	4,04	2,25	50	1,46	2,35	178726
<i>Eschweilera sp.</i>	3	75	1,33	3,03	0,5	25	0,32	1,18	178755
<i>Eugenia biflora</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	
<i>Eugenia patrisii</i>	0,75	25	0,33	1,01	0	0	0,00	0,00	178741
<i>Guatteria poeppigiana</i>	0,5	25	0,22	1,01	2,5	75	1,62	3,53	178746
<i>Heisteria sessilis</i>	0,75	75	0,33	3,03	0,25	25	0,16	1,18	178685
<i>Heisteria sp.</i>	5,25	75	2,33	3,03	2,75	50	1,79	2,35	
<i>Inga auristellae</i>	0,5	25	0,22	1,01	0	0	0,00	0,00	178710
<i>Inga flagelliformis</i>	1,25	50	0,55	2,02	1,75	50	1,14	2,35	178729
<i>Inga rubiginosa</i>	7,75	25	3,44	1,01	0,75	25	0,49	1,18	178732
<i>Inga stipularis</i>	0,5	50	0,22	2,02	1,75	25	1,14	1,18	178683
<i>Inga thibaudiana</i>	3	75	1,33	3,03	3,25	100	2,11	4,71	178728
<i>Lacistema aggregatum</i>	10,75	75	4,77	3,03	6	100	3,90	4,71	178734
<i>Lacistema pubescens</i>	82,75	100	36,74	4,04	34,75	100	22,56	4,71	178742
<i>Lacunaria jenmanii</i>	0,5	25	0,22	1,01	0	0	0,00	0,00	178733
<i>Laetia procera</i>	0,25	25	0,11	1,01	0,25	25	0,16	1,18	178743
<i>Maquira guianensis</i>	0	0	0,00	0,00	1,5	25	0,97	1,18	178712
<i>Miconia cf. minutiflora</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	178745
<i>Miconia ciliata</i>	0,75	50	0,33	2,02	2	50	1,30	2,35	178739

APÊNDICE 3: Continuação...

Nome	Controle				Irrigação				Herbário
	DA	FA	DR	FR	DA	FA	DR	FR	
<i>Miconia guianensis</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	178695
<i>Myrcia bracteata</i>	2	75	0,89	3,03	2,5	50	1,62	2,35	
<i>Myrcia sylvatica</i>	48,75	100	21,64	4,04	49,75	100	32,31	4,71	178744
<i>Myrciaria floribunda</i>	0,5	25	0,22	1,01	0	0	0,00	0,00	178696
<i>Nectandra cuspidata</i>	1,75	100	0,78	4,04	1,75	50	1,14	2,35	178706
<i>Neea glomeruliflora</i>	0,25	75	0,11	3,03	1	50	0,65	2,35	178714
<i>Neea oppositifolia</i>	0,75	25	0,33	1,01	1	25	0,65	1,18	178740
NI	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	
<i>Ocotea guianensis</i>	0	0	0,00	0,00	1	25	0,65	1,18	178730
<i>Ouratea paraensis</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	178690
<i>Paypayrola grandiflora</i>	0	0	0,00	0,00	0,5	50	0,32	2,35	178697
<i>Platonia insignis</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	178691
<i>Poecilanthe effusa</i>	0	0	0,00	0,00	3,25	25	2,11	1,18	178700
<i>Psychotria mapourioides</i>	0	0	0,00	0,00	1,25	25	0,81	1,18	178737
<i>Rollinia exsucca</i>	6,25	75	2,77	3,03	2	75	1,30	3,53	178735
<i>Siparuna guianensis</i>	0,25	25	0,11	1,01	0,25	25	0,16	1,18	
<i>Sloanea</i> sp.	0	0	0,00	0,00	1,75	25	1,14	1,18	178718
<i>Strychnos</i> sp.	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	178720
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>	2	50	0,89	2,02	0,75	50	0,49	2,35	178727
<i>Swartzia arborescens</i>	0	0	0,00	0,00	0,25	25	0,16	1,18	
<i>Tabernaemontana angulata</i>	2,75	50	1,22	2,02	0	0	0,00	0,00	178699
<i>Talisia</i> sp.	0,75	75	0,33	3,03	0,25	25	0,16	1,18	178736
<i>Tapirira guianensis</i>	0,5	25	0,22	1,01	2	25	1,30	1,18	178731
<i>Thyrsodium paraense</i>	0	0	0,00	0,00	0,5	25	0,32	1,18	178723
<i>Trattinnickia burserifolia</i>	0,75	25	0,33	1,01	0	0	0,00	0,00	178702
<i>Vismia guianensis</i>	8,75	100	3,88	4,04	12	100	7,79	4,71	178738
<i>Vochysia inundata</i>	0,5	50	0,22	2,02	0	0	0,00	0,00	178702
<i>Xylopia nitida</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,25	25	0,11	1,01	0	0	0,00	0,00	
TOTAL	225,25		100,00	100,00	154,00		100,00	100,00	

NI – Espécie Não-Identificada.

APÊNDICE 4: Riqueza, diversidade e eqüabilidade da vegetação, chuva de sementes e banco de sementes do solo, em floresta secundária, no município de Castanhal, Pará, Brasil.

	Riqueza Florística			Diversidade	
	Família	Gênero	Espécie	H'	J
Vegetação	28	50	67	2,57	0,61
Chuva de sementes	17	39	44	1,95	0,52
Banco de sementes	35	68	83	2,00	0,45