

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA SOB
MANIPULAÇÃO DE ÁGUA E NUTRIENTES NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ**

CÉSAR AUGUSTO TENÓRIO DE LIMA

BELÉM
2003

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

**REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA SOB
MANIPULAÇÃO DE ÁGUA E NUTRIENTES NO MUNICÍPIO DE CASTANHA, PARÁ**

CÉSAR AUGUSTO TENÓRIO DE LIMA

Engenheiro Florestal

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

Comitê de Orientação:

Dra. Izildinha de Souza Miranda (Orientadora)

Dr. Daniel Jacob Zarin (Co-orientador)

Dra. Maristela Machado Araujo

BELÉM

2003

L 732 Lima, César Augusto Tenório de

Regeneração de uma floresta secundária sob manipulação de água e nutrientes no município de Castanhal, Pará / César Augusto Tenório de Lima - Belém, 2003.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2003.

1. Manejo Florestal; 2. Regeneração Natural; 3. Floresta Secundária; 4. Crescimento; 5. Ingresso; 6. Mortalidade; 7. Irrigação; 8. Remoção de serapilheira.

CDD -- 634.92

CÉSAR AUGUSTO TENÓRIO DE LIMA

REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA SOB
MANIPULAÇÃO DE ÁGUA E NUTRIENTES NO MUNICÍPIO DE CASTANHA, PARÁ

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

APROVADA em 14 de março de 2003

Comissão Examinadora:

Dra. Izildinha de Souza Miranda, (UFRA) - Orientadora _____

Dra. Rita de Cássia Guimarães Mesquita (INPA) _____

Dra. Ima Célia Guimarães Vieira (MPEG) _____

Dr. João Olegário Pereira de Carvalho (EMBRAPA) _____

*“Bem-aventurados os que sustentam o avanço dos desertos,
domando areia e apascentando as dunas
com a flauta inumerável de árvores urgentes
que frutificam em paz e as cidades protegem
e mitigam de chuva os caminhos de fogo.
Bem-aventurados os que socorrem a fauna sacrificada
e salvam da extinção cantos indispensáveis,
belos saltos de cor, imponências felinas
e todas às claras provisões de ternura animal
que a magnífica fonte espalhara na selva.
Bem-aventuradas as mãos que multiplicam o verde e os verdes
movimentos do caule erguendo-se da terra,
e os longos círculos de sonho em que a flor se transfigura,
em que o fruto se entrega e em que as folhas resistem
na úmida e dádívosa sinergia.
Bem-aventurados os que cultivam e os que repartem as lendas,
filhas da solidão e dos remos peregrinos,
das sombras que de noite andam de medo em medo
as redes embalando à luz das lamparinas.
porque lenda é mensagem, e a selva sempre soube
que, além de alma e matéria, o homem é sonho.
Bem-aventurados todos os que antes da revelação eletrônica
já se comunicavam com as plantas, já as sentiam
e com elas partilhavam da luz e da emoção,
e as respeitam assim nessa comunidade da selva.
Bem-aventurados os que em lei, verso, vontade,
na retorta, na prece e na palavra
a selva defenderem e seus mistérios lerem
e fundarem a sua paz na paz da selva.
porque o reino será desses, daqueles que cumprirem
o destino de Deus neste transido
mundo que nos suporta enquanto o temos”.*

(Canto IV extraído do livro de poemas “O sermão da selva” publicado em 1979
por Max Carpentier e resgatado pelo também brilhante poeta Fabrício Tenório).

*A Deus, Criador e Senhor
de tudo.....*

Agradeço

Ao meu eterno amado avô Wilson Gonçalves Tenório (in memoriam)

*A Nazaré Tenório, minha mãe,
a Felipe Adriel, meu filho,
a Raiceli Palha, minha companheira*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Tornar público agradecimento sobre um trabalho intenso e complexo, como este, desenvolvido para a elaboração de uma Dissertação de Mestrado implica em considerar o desagradável perigo da omissão, por esquecimento ou descuido, de nomes de pessoas que por meio de uma simples palavra ou gesto, estendendo a mão ou acenando nos momentos mais difíceis, contribuíram para o sucesso não de apenas um mero trabalho acadêmico, mas, de uma contribuição científica em benefício da nossa mais estimada riqueza, fonte do nosso mais profundo orgulho, a Floresta Amazônica. Assim, desde já, antecipo minhas desculpas àquelas pessoas, que por ventura sejam aqui omitidas.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Projeto Manipulação de água e nutrientes em ecossistema de floresta secundária na Amazônia oriental (Manflora), pelo financiamento deste trabalho, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), através da Coordenadoria do curso de Mestrado em Ciências Florestais, pela oportunidade de me desenvolver como pessoa e como profissional.

À minha orientadora Dra. Izildinha de Souza Miranda, que conduziu minha orientação de forma competente e paciente, sobretudo num clima de muita amizade.

Ao Dr. Daniel Jacob Zarin, Dra. Maristela Machado Araujo e Dr. Sílvio Brienza Júnior pelas contribuições intelectuais.

À família do projeto Manflora, pelas pessoas mais maravilhosas e profissionais que conheci desde quando ingressei no ensino superior. Meu muito obrigado à equipe de competentes pesquisadores manflóricos (parceria): Prof^o Zarin e Assis, Maristela, Steel, Joanna, Lucas, Roberta, Débora, Livia, Wagner e Sabrina, pelas valiosas e brilhantes sugestões e questionamentos ao longo do meu trabalho.

Meus agradecimentos à Estação Experimental de Castanhal (EEC), na pessoa do Engenheiro Agrônomo Raimundo Nonato da Silva, assim como seus funcionários e ajudantes de campo: Seu Ozório, Glebson, Evandro (Branco), Manoel, Eliana, Geraldo, Geraldo Júnior, Gilson e Flora (*in memoriam*). Agradeço aos colegas da Pós-Graduação: Márcio, Ulisses, Débora, João Ricardo, Rosana, Tangrienne, Gracialda, Julivane, Iracema, Buza, Santa Rosa e Sílvio, pela amizade sincera e pelos bons momentos compartilhados, meu muitíssimo **OBRIGADO.**

SUMÁRIO

	P.
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
ABSTRACT	
CAPÍTULO 1 APRESENTAÇÃO	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO 2 REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ	17
2.1 INTRODUÇÃO.....	17
2.2 METODOLOGIA.....	20
2.2.1 Área de estudo.....	20
2.2.2 Métodos.....	22
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.3.1 Composição florística da regeneração natural.....	26
2.3.2 Efeito da irrigação no crescimento das plântulas.....	28
2.3.3 Efeito da irrigação no ingresso das plântulas.....	31
2.3.4 Efeito da irrigação na mortalidade das plântulas.....	32
2.3.5 Efeito da irrigação na regeneração natural das plântulas.....	33
2.4 CONCLUSÃO.....	34
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO 3 REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE NUTRIENTES NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ	40
3.1 INTRODUÇÃO.....	40
3.2 METODOLOGIA.....	43
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
3.3.1 Composição florística da regeneração natural.....	45
3.3.2 Efeito da remoção de serapilheira no crescimento das plântulas.....	46
3.3.3 Efeito da remoção de serapilheira no ingresso das plântulas.....	47
3.3.4 Efeito da remoção de serapilheira na mortalidade das plântulas.....	48

3.3.5 Efeito da remoção de serapilheira na regeneração natural das plântulas.....	50
3.4 CONCLUSÃO.....	51
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
ANEXO	56

LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 1.1 Subparcela de regeneração natural.....	14
Figura 2.1 Mapa de localização da área experimental, Castanhal - Pará.....	20
Figura 2.2 Imagem de satélite Landsat - TM.....	22
Figura 2.3 Floresta secundária latifoliada de 15 anos, Castanhal - Pará.....	22
Figura 2.4 Esquematização da área experimental de Castanhal – Pará.....	23
Figura 2.5 Sistema de Irrigação.....	24
Figura 2.6 Medição de crescimento em altura da regeneração natural.....	25
Figura 2.7 Densidade de indivíduos por classe de altura das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro, no tratamento de irrigação e no controle, da floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.....	27
Figura 2.8 Taxas de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro e pluviosidade mensal, do tratamento de irrigação e do controle, na floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.....	30
Figura 3.1 Remoção contínua da camada de serapilheira.....	44
Figura 3.2 Densidade de indivíduos por classe de altura das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro, no tratamento da remoção de serapilheira e no controle, da floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.....	45
Figura 3.3 Taxas de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro e pluviosidade mensal, do tratamento de remoção de serapilheira e do controle, na floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Análise de variância (ANAVA) da taxa de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas entre o tratamento de irrigação e no controle, da floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará.....	p. 28
Tabela 3.1	Análise de variância (ANAVA) da taxa de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas entre o tratamento de remoção de serapilheira e no controle, da floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará..	46
Tabela em Anexo	Lista de espécies encontradas na regeneração natural em uma área de 48 m ² de uma floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará. Hábito: A: árvores, AB: arbustos, E: ervas, EC: ervas creptosas e C: cipós; (x): presença e (-): ausência.....	56

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação e da remoção de serapilheira nas plântulas nos processos ecológicos de crescimento, ingresso, mortalidade e regeneração natural em uma floresta secundária do nordeste paraense. O experimento utilizou quatro blocos casualizados, nos quais foram alocadas parcelas com tratamento de irrigação na estação seca, remoção de serapilheira e controle (testemunha). Os processos ecológicos nas plantas menores que 1 cm de diâmetro e maiores que 3 cm de altura, foram acompanhadas através de medições mensais em 4 subparcelas de 1 m x 1 m (1 m²), distribuídas aleatoriamente nas parcelas centrais de cada bloco, de forma a totalizar 48 subparcelas amostrais. O experimento foi monitorado por um ano (setembro/2001 a agosto/2002), após a instalação dos tratamentos. A irrigação foi realizada apenas no período seco (setembro a dezembro/2001 e julho e agosto/2002) e a remoção de serapilheira ao longo do período estudado. Para verificar a dinâmica da regeneração natural nos tratamentos estudados, foram analisadas as médias das taxas de crescimento relativo (TCR), ingresso (TI), mortalidade (TM) e regeneração natural (TRN). Os resultados mostram que as TCR, TI e TRN foram sazonais e fortemente influenciadas pela pluviosidade, com exceção da TM nas parcelas de remoção de serapilheira e controle, onde apresentaram um padrão constante ao longo do tempo. A irrigação na estação seca foi importante para aumentar o ingresso e diminuir a mortalidade das plântulas, entretanto, na estação chuvosa as parcelas irrigadas mostraram maior mortalidade e menor ingresso. Os indivíduos mortos foram encontrados principalmente na menor classe de tamanho (3-30 cm de altura). Os processos ecológicos estudados apresentaram diferença significativa apenas na TRN entre os tratamentos e na TCR, TI e TRN da interação entre os tratamentos e os meses.

Palavras-chave: Manejo florestal; regeneração natural; floresta secundária; crescimento; ingresso; mortalidade; irrigação; e remoção de serapilheira.

ABSTRACT

The objective of this study was evaluate the irrigation and of literfall removal in seedlings in the ecological processes of growth, recruitment, mortality and natural regeneration in a secondary forest in Northeastern Pará. The experiment used four randomized blocks each of which included a dry-season irrigation plot, literfall removal plot and control plot. The ecological processes of smaller plants than 1 cm of diameter and taller than 3 cm were accompanied through monthly mensurations in 4 subplots of 1 m x 1 m (1 m²), distributed randomly within the central portions of each plot, totaling 48 subplots. The experiment was monitored over the period of one year (september/2001 to august/2002), after the installation of the treatments. Irrigation was only applied during the dry season (september at december/2001 and july and august/2002), while the literfall removal proceeded throughout the entire year. To study natural regeneration dynamics in the studied treatments, we analyzed average rates of relative growth (TCR), recruitment (TI), mortality (TM) and natural regeneration (TRN). Results showed that TCR, TI and TRN were seasonal and strongly influenced by rainfall, while TM in literfall removal and control plots, presented a constant pattern over time. Irrigation in the dry season increased recruitment and decreased mortality of seedlings, however, during the rainy season the irrigated plots showed higher mortality and lower recruitment. Dead individuals were mostly found in the smallest size class (3-30 cm of height). This study revealed significant differences in TRN among the treatments and in TCR, TI and TRN for the interaction between treatments and months.

Words key: Forest management; natural regeneration; secondary forest; growth; recruitment; mortality; irrigation; and literfall removal.

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO

A Amazônia brasileira possui uma área de aproximadamente cinco milhões de km², onde 80% são ocupadas por florestas tropicais (INPE, 2002). Estima-se que cerca de 15% da Amazônia já foram desmatados (IBAMA, 2002). Até 1999, o desmatamento em áreas de fisionomia florestal alcançou uma taxa média de 16.623 km²/ano (INPE, 2002).

Na Amazônia Oriental o processo de desmatamento foi intensificado a partir da década de 1970 com o incentivo à colonização da região, onde as florestas primárias foram alteradas por diferentes formas de uso da terra (Fearnside, 1984). Um exemplo disso é a região da Zona Bragantina no Nordeste do Estado do Pará, onde a agricultura migratória, associada à exploração madeireira, destruiu a exuberante floresta primária que ali existia, deixando o solo desgastado, após alguns anos de cultivo, e hoje essas áreas são cobertas por florestas secundárias (Vieira, 1996; Almeida, 2000; Santana, 2000).

A floresta secundária, também denominada de capoeira, é proveniente do desmatamento para fins de agricultura migratória, que em seus estágios iniciais de sucessão é caracterizada por apresentar espécies arbustivas e herbáceas de rápido crescimento e ampla distribuição (Pires, 1973). No passado essas florestas eram vistas apenas como áreas abandonadas, porém esse fato mudou nas últimas décadas, sendo atualmente reconhecidas por apresentarem grande importância ambiental e econômica (Brown & Lugo, 1990).

A idéia de que as florestas secundárias serão as florestas tropicais no futuro, se expandiu rapidamente na literatura atual, resultando numa expansão dos conceitos do termo "secundário". Por outro lado, é relativamente de pouco valor para os ecologistas, que descobrem realmente o significado dessa terminologia através de casos particulares como experimentos, pesquisas ou através de seus próprios conhecimentos (Corlett, 1994).

De acordo com Denich (1986), floresta secundária é uma vegetação que se desenvolve como consequência de intervenções do homem à cobertura vegetal existente, constituindo-se de várias plantas em uma comunidade vegetal estável.

Brown & Lugo (1990) definiram florestas secundárias como aquelas que se formam em consequência do impacto humano em solos florestais, excluindo as plantações. Finegan (1992) designa floresta secundária como sendo toda vegetação lenhosa que se desenvolve

através do processo de sucessão secundária em áreas que são abandonadas, depois que sua vegetação original foi destruída pela atividade antrópica.

Smith *et al.* (1997) por sua vez, conceituaram floresta secundária como uma vegetação lenhosa que aparece em áreas onde a vegetação da floresta prévia tinha sido eliminada com a finalidade de agricultura ou outros usos.

Para Vieira (1996) e Pantoja (2002), as florestas secundárias representam diferentes estágios sucessionais das florestas originais, que foram alteradas ou destruídas por ações antrópicas ou agentes naturais ao longo do tempo.

Segundo Weaver & Birdsey (1990), as florestas tropicais secundárias podem ser divididas em duas amplas categorias. A primeira categoria chama-se floresta residual, sendo resultado da exploração seletiva sem formação de grandes clareiras, que em um curto espaço de tempo recupera sua composição e estrutura. A segunda categoria é proveniente da sucessão secundária em áreas abandonadas pelo cultivo agrícola, possuindo composição e estrutura completamente diferente das encontradas em florestas primárias, sendo composta basicamente de espécies pioneiras.

As florestas secundárias formadas por espécies pioneiras, causam de maneira geral, três diferentes efeitos, que são extremamente importantes para o desenvolvimento da vegetação subsequente no processo sucessional: 1) redução por transferência de nutrientes livres do solo e da comunidade biótica, em consequência das perdas por lixiviação; 2) melhoramento da estrutura edáfica por meio da produção em grande escala de matéria orgânica sob forma de fitomassa deposicional; e, 3) modificação do microclima que reduz a flutuação térmica e aumenta a umidade relativa. Essas modificações permitem o crescimento e o estabelecimento das plantas que substituirão as árvores pioneiras da comunidade (Gómez-Pompa & Vazquez-yanes, 1985).

Muitas pesquisas recentes discutem as funções da floresta secundária. Algumas dessas funções podem ser melhoradas através de um manejo apropriado, enfocando a presença da biotaxa, funções hidrológicas e nutricionais da floresta, capacidade de estocar carbono, entre outras (Jong *et al.*, 2001).

As florestas secundárias são eficientes no seqüestro de carbono atmosférico, pois apresentam crescimento mais rápido que as florestas primárias (Harmon, 2001). A maneira mais eficaz de fixação do CO₂ atmosférico acontece por meio da utilização das florestas secundárias de forma sustentada (Kyrklund, 1990), onde o manejo adequado pode reduzir a pressão sobre florestas primárias (Brown & Lugo, 1990).

Nas florestas secundárias da Zona Bragantina, estudos prévios sugeriram que estresses hídricos e nutricionais são fatores que podem retardar o crescimento dessas florestas (Zarin *et al.*, 2001). A textura do solo, que tende a ser relativamente grossa nessa região, pode ser responsável por taxas mais lentas de acúmulo de fitomassa da parte aérea do que aquelas esperadas somente com base em características climáticas (Johnson *et al.*, 2000).

Como a textura do solo tende a apresentar alta correlação com a capacidade de retenção de água e disponibilidade de nutrientes (Reich *et al.*, 1997), o projeto Manipulação de água e nutrientes em ecossistema de floresta secundária na Amazônia oriental (Manflora), aborda a questão sobre a importância da limitação hídrica e nutricional durante o desenvolvimento sucessional de ecossistemas florestais, através de dois tratamentos manipulativos, com a redução da tensão de umidade, por irrigação durante a estação seca e o aumento da tensão de nutrientes, por remoção de serapilheira, em uma área de floresta secundária com aproximadamente 15 anos na Região da Zona Bragantina no nordeste paraense.

Os efeitos desses tratamentos estão sendo analisados em vários experimentos (subprojetos), tais como: composição florística, estrutura e dinâmica da floresta (regeneração natural - Figura 1.1); fenologia; solução do solo; gases traço; respiração do solo; acúmulo e alocação de carbono; mineralização de nitrogênio; fracionamento de fósforo; biomassa microbiana; fotossíntese e química foliar; potencial hídrico; ciclagem de nutrientes; decomposição de fitomassa deposicional; e crescimento de raízes finas.



Figura 1.1 Subparcela de regeneração natural.

Atendendo a questão central do projeto Manflora e considerando que o manejo sustentado depende do entendimento básico sobre o processo de sucessão e dinâmica florestal, este trabalho teve como objetivo geral contribuir para o entendimento do desenvolvimento das florestas secundárias, por meio dos processos de crescimento, ingresso, mortalidade e regeneração natural, considerando a água através da irrigação mecanizada e os nutrientes através da remoção de serapilheira, como dois fatores capazes de influenciar a regeneração natural das plântulas desses ecossistemas.

Neste trabalho dois capítulos analisam, respectivamente, o efeito da água através da irrigação na estação seca (Capítulo 2) e o efeito dos nutrientes através da remoção contínua de serapilheira (Capítulo 3).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. S. de. 2000. *Dinâmica da paisagem e ecologia de florestas primárias remanescentes e sucessionais do Município de São Francisco do Pará*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 100p.
- Brown, S. & Lugo, A. E. 1990. Tropical secondary forest. *Journal of Tropical Ecology*, 6:1-32
- Corlett, R. T. 1994. What is secondary forest? *Journal of Tropical Ecology*, 10:445-447
- Denich, M. 1986. A vegetação da Amazônia Oriental com ênfase a vegetação antrópica. In: *Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental-Relatório final do Convênio Embrapa-Cpatu/Gtz*. Embrapa-Cpatu, Belém. pp.43-70. (Documentos, 40)
- Fearnside, P. M. A. 1984. A floresta vai acabar? *Ciência Hoje*, 2: 42-52
- Finegan, B. 1992. Potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. *Turrialba*, 5:1-29
- Gómez-Pompa, A. & Vázquez-Yanes, C. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas do México. IN: Gómez-Pompa, A.; Amo, S. R. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz, México II*. Editorial alambra mexicana, México, pp.01-26
- Harmon, M. E. 2001. Carbon sequestration in forests: Addressing the Scale question. *Journal of Forestry*. 99(4):24-29
- IBAMA. 2002. Ecossistemas brasileiros: a ocupação da Amazônia. Disponível em < <http://www.Ibama.com.Br> >. Acesso em 24 abr.2002.

- INPE. 2002. Monitoramento da floresta Amazônica brasileira por satélite 1998-1999. São José dos Campos. Disponível em < [http:// sputinik.dpi.inpe.Br:1910/col/dpi.inpe.Br/banon/2000/09.12.17.24/doc/ amz1998_1999/index-amz.htm](http://sputinik.dpi.inpe.Br:1910/col/dpi.inpe.Br/banon/2000/09.12.17.24/doc/amz1998_1999/index-amz.htm)>. Acesso em 24 abr.2002. 24p.
- Johnson, C. M.; Zarin, D. J.; Johnson, A. H. 2000. Post-disturbance aboveground biomass accumulation in global secondary forests. *Ecology*, 81(5):1395-1401
- Jong, W.; Freitas L.; Baluarte J.; Kopa P. V.; Salazar A.; Ingá E.; Melendez W.; Germana, C. 2001. Secondary forest dynamics in the Amazon floodplain in Peru. *Forest Ecology and Management*, 150:135-146
- Kyrklund, B. 1990/4. Cómo pueden contribuir los bosques y las industrias forestales a reducir el exceso de anhídrico carbónico en la atmósfera. *Unasylva*. 41(163):15-24
- Pantoja, R. de F. R. 2002. *Estrutura e dinâmica de três florestas secundárias em idades diferentes (4, 8 e 12 anos) no Município de Castanhal, Pará*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 49p.
- Pires, J. M. 1973. Tipos de vegetação da Amazônia. In: Simões, M. F. (Eds.). *O Museu Goeldi no ano do sesquicentenário*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. pp.179- 202
- Reich, P. B.; Grigal, D. F.; Aber, J. D.; Gower; S. T. 1997. Nitrogen mineralization and productivity in 50 hardwood and conifer stands on diverse soils. *Ecology*,78:335-347
- Santana, J. A. S. 2000. Composição florística de uma vegetação secundária no nordeste paraense. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. *Serviço de documentação e informação*, Belém. 27p. (FCAP, informe técnico 26)
- Smith, M. D.; Larson, B. C.; Kelty, M. J.; Ashton, P. M. S. 1997. Stand dynamics. In: Smith, M. D. (eds.) *The practice of silviculture*. New York: John Wiley & Sons, Inc. *Applied Forest Ecology*, 20-41
- Vieira, I. C. G. 1996. *Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazonian*. Thesis of Doctorate, University of Sterling, Scotland. 205p.
- Weaver, P. L. & Birdsey, R. A. 1990. Growth of secondary forest in Puerto Rico between. 1980 and 1985. *Turrialba*, 40(1):12-22
- Zarin, D. J.; Ducey, M. J.; Tucker, J. M.; Salas, W. A. 2001. Potential biomass accumulation in Amazonian regrowth forests. *Ecosystems*, 4:658-668

CAPÍTULO 2

REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ

2.1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um grande aumento das áreas de floresta secundária no mundo, devido à intensa degradação do meio ambiente (Fearnside, 1984; Whitmore, 1991) e uso indevido da terra, praticado por uma agricultura tradicional (Vieira *et al.*, 2002). Nos anos de 1990, as áreas de floresta secundária na América Latina abrangiam aproximadamente 165 milhões de hectares, com tendência a aumentar nos anos subseqüentes (FAO, 1996; Smith *et al.*, 2001). Esse aumento indica uma mudança da floresta tropical, não resultando na perda total das florestas, mas na substituição de um tipo de floresta por outro (Jong *et al.*, 2001).

As florestas secundárias da Zona Bragantina no Nordeste do Estado do Pará, originaram-se de perturbações antrópicas que ocorreram desde o início do século, ficando cada vez mais pobres ao longo do tempo, após sofrerem repetidos cortes e queimadas, mas, definitivamente não se extinguiram com o desmatamento (Vieira *et al.*, 2002). Esse fato vem alertando os cientistas para a importância das florestas secundárias tropicais, principalmente como provedoras de serviços ambientais, tais como reabilitação de áreas degradadas (Lugo, 1992) e fixação de carbono atmosférico (Fearnside & Guimarães, 1996).

O pouco conhecimento sobre a estrutura e dinâmica dos ecossistemas naturais (Nebel *et al.*, 2000a) indica a necessidade de melhorar a compreensão dos processos de regeneração da floresta, pelo menos nos seus estágios iniciais, o que permite o conhecimento do potencial florístico existente no momento da perturbação antrópica (Whitmore, 1991).

Estudos sobre a regeneração natural em florestas secundárias são imprescindíveis para entender como as espécies interagem com o meio em que vivem e como as ações antrópicas interferem nessas interações (Rabelo *et al.*, 2000), uma vez que os mecanismos envolvidos nessa dinâmica estão ainda mal entendidos, devido o processo ser geralmente longo e complexo (Whitmore, 1984; Szwagrzyk *et al.*, 2001).

A velocidade da regeneração e a direção que a sucessão vegetal tomará não estão condicionadas somente ao tipo de impacto inicial, mas a vários fatores, tais como: atividade antrópica (Whitmore, 1991), uso prévio do solo (Ganade, 1996; Guariguata & Ostertag, 2001), capacidade de brotação das espécies presentes na área (Uhl, 1987), banco de sementes do solo (Garwood, 1989; Araujo *et al.*, 2001), sementes introduzidas na área a partir de vegetações adjacentes (Uhl *et al.*, 1982), atividades de competição e facilitação (Begon *et al.*, 1996), disponibilidade de água (Schonfeld *et al.*, 1988; Kursar *et al.*, 1995), disponibilidade de luz (Whitmore, 1990; Mesquita, 2000; Bebber *et al.*, 2002) e disponibilidade de nutrientes (Johnson *et al.*, 2000; Zarin *et al.*, 2001).

Entre os fatores que atuam para manter o equilíbrio ecológico da natureza, a água é um dos elementos vitais para que o processo natural de regeneração ocorra, mantendo vivas muitas plantas nativas em paisagens alteradas por atividades humanas, e tais plantas devolvem à floresta sua capacidade de bombear água para a atmosfera (Vieira *et al.*, 2002).

A baixa disponibilidade de água no solo é considerada uma das principais condições de estresse do ambiente (Santos, 1996) e de extrema importância para a atividade metabólica e sobrevivência foliar (Sinclair & Ludlow, 1985), levando a habilidade de sobrevivência durante um estresse hídrico a ser determinante para a distribuição e produtividade das plantas (Pimentel *et al.*, 1990). Por isso, a escassez de água é um fator preocupante para as florestas tropicais, podendo promover um colapso ambiental, onde várias espécies podem desaparecer se esses ecossistemas enfrentarem secas consecutivas (Santos, 1996; Nepstad, *et al.*, 1998).

A falta de água prejudica a fixação de carbono (Nepstad, *et al.*, 1998) e aumenta a taxa de mortalidade das árvores (Vilalobos *et al.*, 1990; Nepstad *et al.*, 1994; Paiva & Poggiani, 2000), implicando na diminuição da capacidade de captação de CO₂ pelas florestas e no aumento da concentração de carbono na atmosfera.

A importância das florestas no balanço hídrico não está ligada ao aumento da água no solo, ou da precipitação, mas ao efeito regulador que as florestas exercem sobre esse balanço (Kursar *et al.*, 1995). A camada de serapilheira desempenha um papel fundamental na manutenção das condições ideais para que ocorra o processo de infiltração da água (Johnson *et al.*, 2000). Essa camada juntamente com a vegetação do sub-bosque, também protege o solo contra o impacto das gotas de chuva ou irrigação mecanizada (Paiva & Poggiani, 2000).

A textura do solo interfere na capacidade de retenção de água e conseqüentemente na disponibilidade de água para as plantas (Johnson *et al.*, 2000), sendo considerada o principal fator a interferir na seca (Schonfeld *et al.*, 1988), principalmente em regiões áridas onde a

quantidade de água torna-se menor, deixando a superfície do solo imprópria para germinação (Nilsson *et al.*, 2002).

Em solos de floresta secundária, o estresse hídrico limita a regeneração natural e o estabelecimento de árvores (Santos, 1996), sendo considerado uma “barreira” para o crescimento das florestas secundárias (Nepstad, *et al.*, 1998), ocasionando uma relação inversamente proporcional entre ingresso e mortalidade (Szwagrzyk *et al.*, 2001), principalmente dos indivíduos das menores classes de tamanho (Whitmore, 1990; Jardim & Souza, 1997).

Crescimento, ingresso e mortalidade são parâmetros que quando analisados e comparados revelam padrões de sucessão da floresta, fornecendo subsídios para serem discutidos na sua conservação (Nebel *et al.*, 2000b), além de ajudar a entender as mudanças na composição florística e estrutura de povoamentos naturais ao longo do tempo (Oliveira, 1995), onde a composição de espécies já estabelecida da floresta afeta a quantidade e qualidade da regeneração lenhosa do sub bosque (Guariguata *et al.*, 1995; Powers *et al.*, 1997; Guariguata & Ostertag, 2001).

As taxas de crescimento (Hunt, 1990) quando combinadas com a taxa de regeneração natural (Mory & Jardim, 2001) e as mudanças de uma classe de tamanho ou idade, indicam as alterações demográficas de populações e sugerem os possíveis fatores que estão influenciando esses processos e, ainda, suas implicações para a comunidade (Vanclay, 1994).

Estudos ecológicos sobre processos dinâmicos em florestas secundárias de terra firme (Smith *et al.*, 2001) descrevem as mudanças nas populações usando informações de inventário contínuo dos indivíduos, onde os parâmetros estruturais de comunidades estáveis como densidade, área basal e número de espécies, flutuam em torno de um valor médio ao longo do tempo. Essa flutuação é mantida por meio de um balanço adequado entre mortalidade e ingressos de indivíduos, sendo essas informações comumente sumarizadas na forma de taxa de regeneração natural (Rolim *et al.*, 1999; Mory & Jardim, 2001).

Qual o efeito da água na dinâmica da regeneração natural de uma floresta secundária? Considerando a água como um fator limitante para as florestas secundárias, este trabalho se propôs a responder essa questão, através de um experimento manipulativo, com a redução da tensão de umidade por irrigação de uma área durante a estação seca, tendo como objetivo determinar o efeito da irrigação nas plântulas nos processos de crescimento, ingresso, mortalidade e regeneração natural de uma floresta secundária no nordeste paraense.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Área de Estudo

O trabalho foi realizado em uma floresta secundária de aproximadamente 15 anos, na Estação Experimental de Castanhal ($1^{\circ} 19' S$ e $47^{\circ} 57' W$) de propriedade da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada próximo ao km 63 da rodovia BR 316 na Região da Zona Bragantina, Nordeste do Estado do Pará (Figura 2.1).

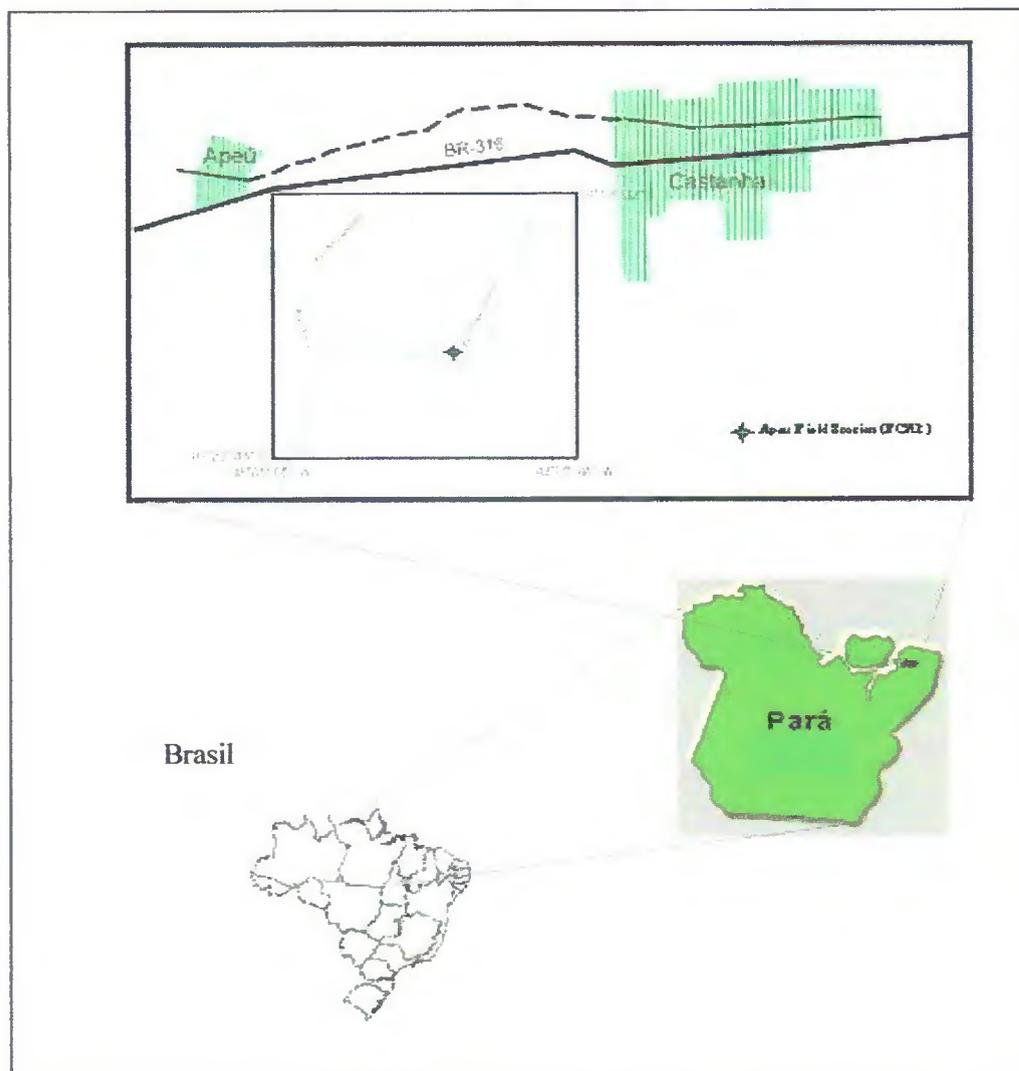


Figura 2.1 Mapa de localização da área experimental, Castanhal - Pará.

A Zona Bragantina foi conhecida como Zona da Estrada de Ferro de Bragança, sendo a região agrícola mais importante no Nordeste do Estado do Pará, a qual se subdivide em três microrregiões homogêneas: Bragantina propriamente dita, Guajarina e Salgado, compostos de dezenas de municípios eminentemente agrícolas (Falesi *et al.*, 1980).

Segundo Falesi *et al.* (1980), a Zona Bragantina foi a primeira região da Amazônia ocupada por colonos de diversas nacionalidades, onde as principais culturas a serem plantadas foram algodão, arroz, feijão, fumo, mandioca e milho. No entanto, mesmo com as mudanças, o sistema de uso da terra ainda é o mesmo de quando a região foi colonizada.

A área de estudo pertence a microbacia do Rio Praquiçara no Baixo Rio Guamá. O Clima é do subtipo climático Am3, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual variando de 2.000 a 2.500 mm e temperatura média do ar em torno de 24,7 °C a 27,3 °C, apresentando uma estação chuvosa que ocorre de dezembro a maio, enquanto que o período mais seco ocorre de junho a novembro. A umidade relativa do ar tem valores médios anuais de 78 a 90% (Martorano & Pereira, 1993).

Os solos são classificados como latossolo amarelo distrófico de textura argilosa e concrecionários lateríticos (Tenório *et al.*, 1999), englobando tanto solos com B textural como os de B latossólico. Os perfis podem apresentar-se completamente argilosos ou argilo-arenoso no horizonte A e argilosos muito fortemente ácidos a ácidos com baixa saturação de bases no B, possuindo boa distribuição de poros e uma estrutura em blocos subangulares ou maciça, mascaradas pelas concreções lateríticas (Brasil, 1974).

O relevo da região é suave ondulado a ondulado, sob vegetação de floresta, constituindo em sua maior parte por superfície aplainada, dissecada em colinas de topo plano, com pequena variação altimétrica (Tenório *et al.*, 1999).

Na Zona Bragantina, durante a colonização existia floresta tropical úmida, onde a prática da agricultura, através de sucessivos cortes e queima, modificou a paisagem formando um mosaico de diferentes estágios sucessionais (Falesi *et al.*, 1980; Vieira, 1996; Pantoja, 2002) (Figura 2.2).

Atualmente, a área de estudo é coberta por uma floresta secundária latifoliada de pequeno porte (Figura 2.3), com predominância de *Myrcia sylvatica* (G. mey.) DC., *Myrcia bracteata* (Rich) DC., *Miconia ciliata* (Rich) DC., *Lacistema pubescens* Mart., *Lacistema aggregatum* (Berg.) Rusby, *Paypayrola grandiflora* Tul. e *Ocotea guianensis* Aubl. (Pantoja, 2002).

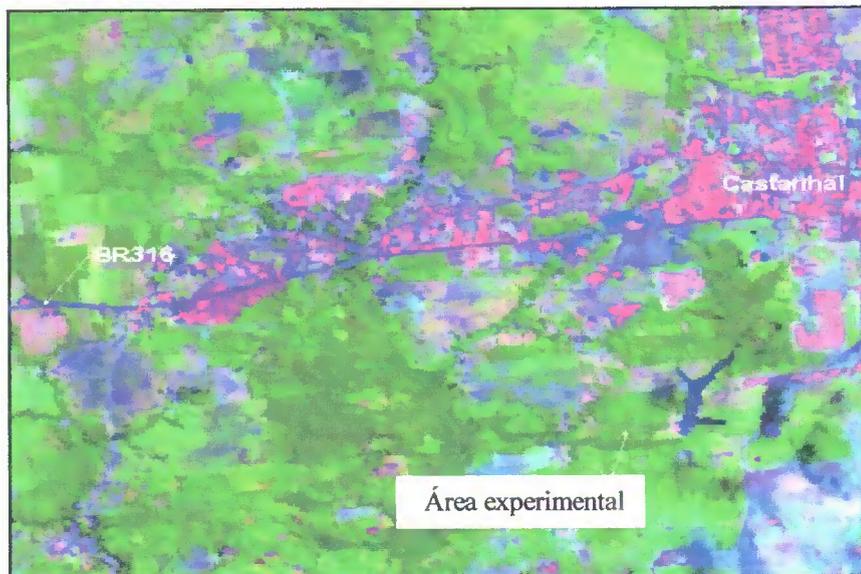


Figura 2.2 Imagem de satélite Landsat - TM.



Figura 2.3 Floresta secundária latifoliada de 15 anos, Castanhal - Pará.

2.2.2 Métodos

O experimento utilizou quatro blocos casualizados, nos quais foram alocadas parcelas de irrigação (IRR) e controle (CTL - testemunha). Cada parcela possui 20 m x 20 m (400 m²) com uma parcela central de 10 m x 10 m (100 m²), onde foram realizadas as medições (Figura 2.4).

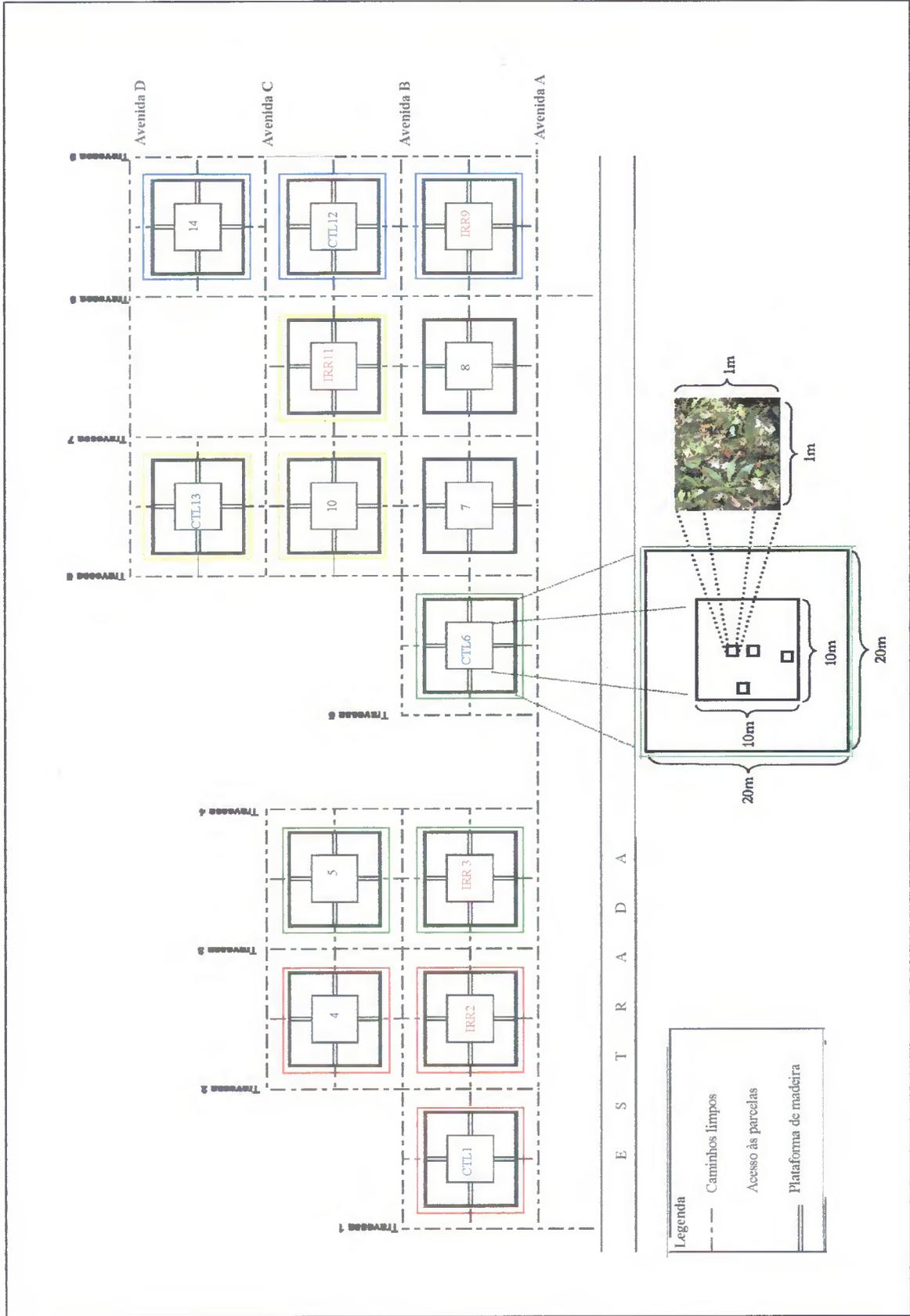


Figura 2.4 Esquematisação da área experimental de Castanhal - Pará.

Todas as plântulas maiores que 3 cm de altura e menores que 1 cm de DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) foram acompanhadas através de medições mensais, em 4 subparcelas (células) de 1 m x 1 m (1 m²) distribuídas aleatoriamente nas parcelas centrais, de forma a totalizar 32 subparcelas amostrais.

O experimento foi monitorado por um ano (setembro de 2001 a agosto de 2002) após a introdução do sistema de irrigação (Figura 2.5), a qual foi realizada apenas no período seco (setembro a dezembro de 2001 e julho e agosto de 2002), sendo acrescentados 5 mm de água por dia através de mangueiras de plástico alocadas sistematicamente nas parcelas centrais. Durante o ano do estudo a pluviosidade foi de 2.250 mm, com média mensal de 188 mm, sendo que nos meses em que as parcelas foram irrigadas a pluviosidade mensal foi abaixo de 100 mm.



Figura 2.5 Sistema de Irrigação.

O crescimento em altura foi mensurado com uma régua colocada desde a base da plântula, no solo, até o ápice do eixo caulinar principal (Figura 2.6). A altura foi medida em centímetros, com uma casa decimal. As plântulas foram codificadas com plaquetas de alumínio, identificadas logo após as medições mensais com ajuda de identificadores botânicos, e posteriormente confirmadas no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental.



Figura 2.6 Medição de crescimento em altura da regeneração natural.

Para verificar a influência da irrigação na dinâmica da regeneração natural foram calculadas as médias das taxas de crescimento relativo, ingresso e mortalidade, segundo Hunt (1990); e, as médias da taxa de regeneração natural, segundo Jardim (1986) modificada por Mory & Jardim (2001):

$$TCR = (A_{i+1} - A_i) / A_i * 100, \text{ onde:}$$

TCR = Taxa de crescimento relativo;

A_i = Altura do mês;

A_{i+1} = Altura do mês seguinte.

$$TI = (NI_{i+1} / Ni) * 100, \text{ onde:}$$

TI = Taxa de ingresso;

Ni = Número de indivíduos do mês;

NI_{i+1} = Número de ingresso do mês seguinte.

$$TM = (NM_{i+1} / Ni) * 100, \text{ onde:}$$

TM = Taxa de mortalidade;

NM_{i+1} = Número de mortos do mês seguinte.

$$TRN = ((A_{i+1} - A_i) / (A_{i+1} + A_i)) * 100, \text{ onde:}$$

TRN = Taxa de regeneração natural;

Aa_i = Abundância absoluta do mês;

Aa_{i+1} = Abundância absoluta do mês seguinte.

$Aa_{i+1} = Aa_i + NI - NM$

NI = Número de indivíduos que ingressaram no estudo (input);

NM = Número de indivíduos que morreram no estudo (output).

Os dados foram transformados ($\arcsen\sqrt{x}/100$; onde $x = TCR$ ou TI ou TM e $\arcsen\sqrt{x+6}/100$; onde $x = TRN$) e analisados pelo método de estatística paramétrica, com o uso da análise de variância (ANAVA), considerando bloco inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo e comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Zar, 1996). Os programas adotados foram Excel 2000 e NTIA versão 4.2.1.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Composição florística da regeneração natural

Na floresta secundária durante o período estudado foram encontrados 2.824 indivíduos pertencentes a 51 famílias, 92 gêneros e 131 espécies em uma área de 32 m² (Anexo). O número de espécies encontradas neste experimento seguiu o padrão das florestas secundárias da Zona Bragantina, devido apresentar poucas espécies.

Pantoja (2002) analisando a composição florística dessa mesma área de estudo no período de novembro de 1999 e junho de 2001, encontrou apenas 68 espécies, sugerindo que o número de espécies tenderá a aumentar gradativamente com o avanço do tempo sucessional.

As famílias mais representativas foram Myrtaceae e Lauraceae, devido ao grande número de indivíduos de *Myrcia sylvatica* (1366) e *Ocotea costulata* (129), respectivamente. As espécies mais abundantes na área além das espécies supracitadas foram *Lacistema pubescens* (123), *Miconia ciliata* (111), *Ocotea guianensis* (91), *Ocotea caudata* (75) e *Myrcia bracteata* (74), que também foram muito abundantes no estrato superior dessa floresta (Pantoja, 2002; Tucker *et al.*, 2003). Essas espécies são consideradas pioneiras comuns nas

florestas secundárias da Zona Bragantina (Oliveira, 1995; Vieira, 1996; Santana, 2000; Almeida, 2000; Pantoja, 2002).

Comparando as espécies mais abundantes da regeneração natural com as mais abundantes do estrato arbóreo encontrados por Pantoja (2002) e Tucker *et al.* (2003), observou-se que *Myrcia sylvatica* e *Lacistema pubescens* apresentaram os maiores percentuais, perfazendo mais de 60% dos indivíduos amostrados.

O hábito mais peculiar da vegetação foi árvore (47,69%), seguida por cipó (22,31%), arbusto (18,46%), erva (7,69%) e erva creptosa (3,85%), indicando que a floresta secundária já está em um estágio mais avançado de sucessão (Smith *et al.*, 1997), devido provavelmente ao grande número de indivíduos arbóreos reprodutivos, sobreviventes na fase de exclusão competitiva (Pantoja, 2002).

O número de indivíduos diminuiu com o aumento da classe de altura, apresentando uma distribuição exponencial negativa (Figura 2.7), que também foi encontrada nas classes diamétricas por vários autores (Vieira, 1996; Jardim, *et al.*, 1997; Santana, 2000; Mory & Jardim, 2001; Pantoja, 2002; entre outros), sendo considerada como um padrão para as florestas naturais heterogêneas (Oliveira, 1995; Araujo, 1998). Esse padrão de distribuição sugere que onde ocorrem as mudanças e transformações é principalmente nas fases iniciais de sucessão (Whitmore, 1990; Swaine, 1990; Jardim & Souza, 1997).

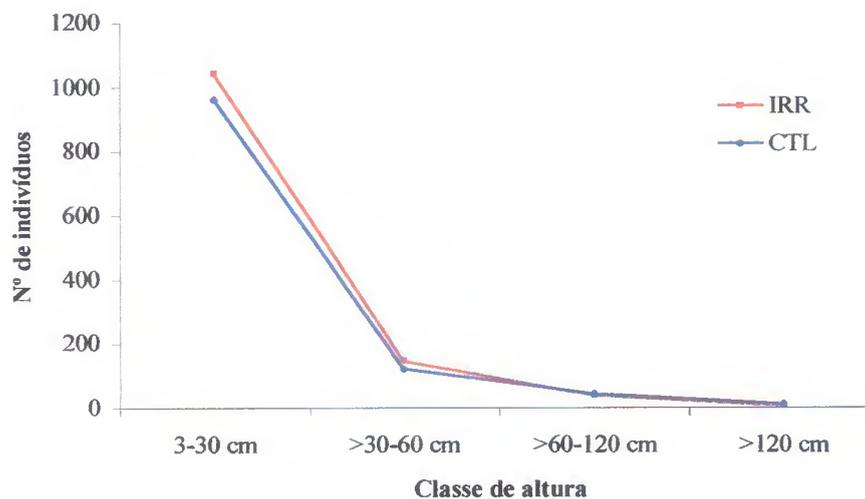


Figura 2.7 Densidade de indivíduos por classe de altura das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro, no tratamento de irrigação e no controle, da floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.

2.3.2 Efeito da irrigação no crescimento das plântulas

A ANAVA da TCR das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,362$), mas revelou diferença significativa na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,047$) (Tabela 2.1). Os tratamentos tiveram diferença estatística apenas no início da estação seca (junho), mostrando-se não significativo ao longo do ano (Figura 2.8).

Tabela 2.1 Análise de variância (ANAVA) da taxa de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas entre o tratamento de irrigação e no controle, da floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO					
Tratamento	1	2,150	2,150	1,153	0,362
Tratamento*mês	11	37,871	3,443	1,872	0,047
Resíduo	330	606,797	1,839		
Total	342	646,818			
TAXA DE INGRESSO					
Tratamento	1	0,005	0,005	0,443	0,553
Tratamento*mês	11	0,375	0,034	3,693	<0,001
Resíduo	330	3,047	0,009		
Total	342	3,427			
TAXA DE MORTALIDADE					
Tratamento	1	0,023	0,023	1,269	0,342
Tratamento*mês	11	0,123	0,011	1,667	0,086
Resíduo	330	2,211	0,007		
Total	342	2,357			
TAXA DE REGENERAÇÃO NATURAL					
Tratamento	1	0,003	0,003	10,476	0,048
Tratamento*mês	11	0,050	0,005	3,974	<0,001
Resíduo	330	0,380	0,001		
Total	342	0,434			

Esses resultados mostram que a água não foi capaz de influenciar a TCR, podendo talvez ser verificado o seu efeito apenas a longo prazo. Kursar *et al.* (1995) analisando o efeito da água nas florestas sazonais do Panamá, concluíram que talvez tenha sido insuficiente a introdução de água no sistema para alterar os processos eco-fisiológicos.

As TCR diminuíram ao longo da estação seca e aumentaram ao longo da estação chuvosa (Figura 2.8). As maiores TCR ocorreram nas parcelas de IRR nos meses de setembro de 2001 (TCR=2,31%) e julho de 2002 (TCR=2,44%).

As maiores TCR no início da estação seca, podem ter sido ocasionadas pelo impacto da água, devido à irrigação. Swaine (1990) estudando a dinâmica de populações tropicais em série temporal relata que o impacto da água no período seco pode ocasionar um aumento no crescimento dos indivíduos, retirando assim, as plântulas do estresse hídrico imposto pela falta de água.

Á água para *Lacistema pubescens*, *Miconia ciliata*, *Myrcia bracteata* e *Ocotea guianensis* parece ser um fator mais importante na TCR mensal entre a IRR e o CTL, do que para as outras espécies da comunidade. *Lacistema pubescens*, a espécie que mais cresceu, tanto na IRR (TCR=4,39%) como no CTL (TCR=5,22%), apresentou maiores TCR nos meses de maior pluviosidade (Figura 2.9).

O padrão de crescimento mensal encontrado na comunidade foi também encontrado nas principais espécies como *Lacistema pubescens*, *Miconia ciliata*, *Myrcia sylvatica*, *Myrcia bracteata*, *Ocotea guianensis*, *Ocotea caudata* e *Ocotea costulata*, sendo que essas, em ambos os tratamentos, apresentaram alguns meses com TCR negativo.

As menores TCR aconteceram nas parcelas de IRR nos meses de janeiro (TCR=0,79%) e fevereiro (TCR=1,10%), podendo ter sido causadas por diferentes fatores bióticos ou abióticos, proporcionando um decréscimo na altura das plântulas.

Em muitos estudos sobre o crescimento da floresta secundária são relatados fatores que afetam o crescimento das plântulas, gerando um decréscimo em altura.

Segundo Pantoja (2002), pode ser devido ao rápido crescimento em altura e lento crescimento em diâmetro de algumas espécies, tornando os galhos ou caules mais susceptíveis à ação de ventos fortes. Sinclair & Ludlow (1985) e Santos (1996) sugerem que as próprias características fisiológicas das espécies influenciam no decréscimo em altura.

Ganade (1996) observou que medições realizadas no rebroto, podem resultar em um decréscimo na altura dos indivíduos. Danos na planta, por perturbações antrópicas ou por herbivoria, também podem levar a esses resultados (Whitmore, 1991; Nepstad *et al.*, 1998).

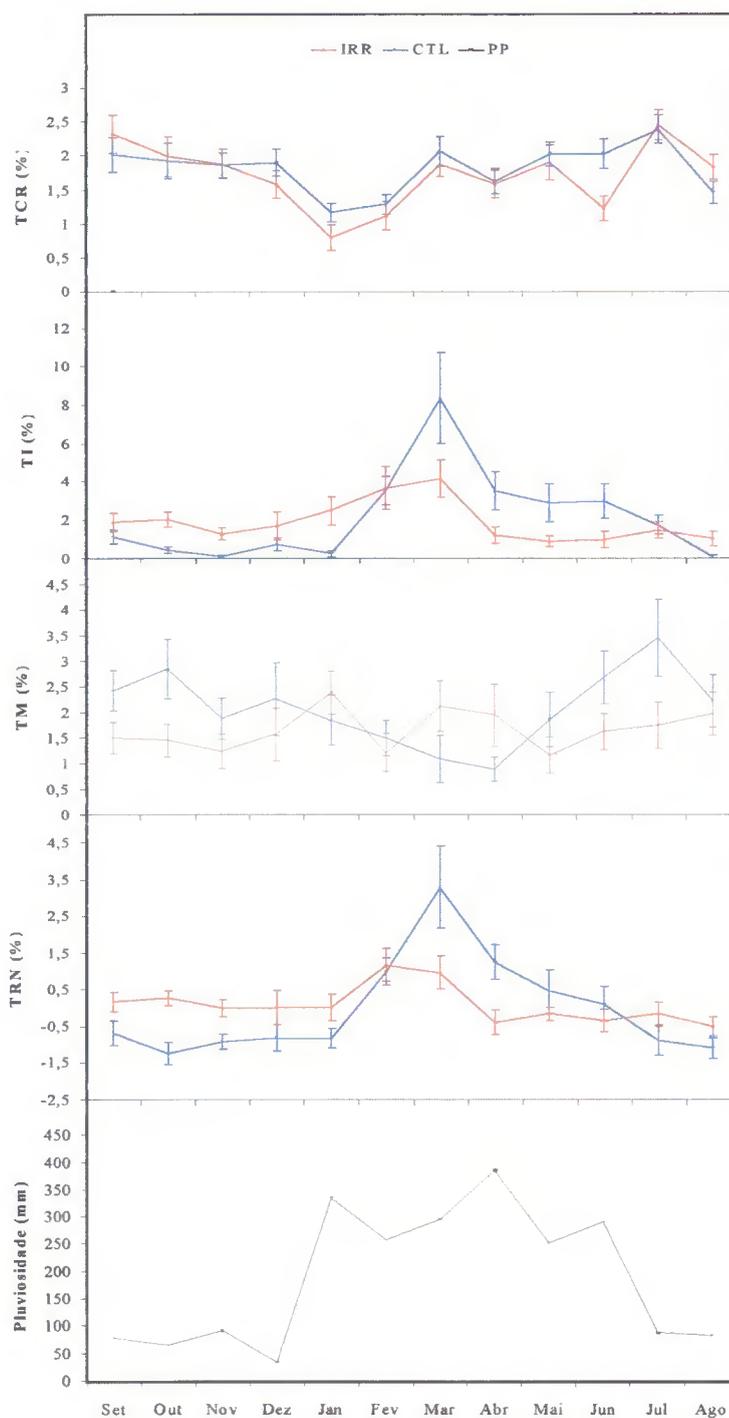


Figura 2.8 Taxas de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro e pluviosidade mensal, do tratamento de irrigação e do controle, na floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.

2.3.3 Efeito da irrigação no ingresso das plântulas

A ANAVA da TI das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,553$), mas revelou diferença altamente significativa na interação entre os tratamentos e os meses ($P<0,001$) (Tabela 2.1).

Os tratamentos diferiram estatisticamente nos meses de janeiro, março e abril, em razão de apresentarem os maiores picos de precipitação pluviométrica, indicando que as TI em ambos os tratamentos foram fortemente sazonais e influenciadas pela pluviosidade (Figuras 2.8).

A irrigação na estação seca foi importante para o ingresso das plântulas, proporcionando uma maior germinação de sementes, o que pode ter ocasionado a redução dos ingressos na estação chuvosa (Figura 2.8), pois o banco de sementes do solo já estava sendo utilizado pelo ecossistema.

Kursar *et al.* (1995) estudando as florestas sazonais do Panamá, sugerem que a redução de ingresso na estação chuvosa, após um período de irrigação, pode ser influenciada pelo estresse hídrico por excesso de água. Entretanto, Vasconcelos (2002) estudando a umidade gravimétrica do solo na mesma área deste estudo, rejeita a possibilidade de estresse hídrico por excesso de água, pois os conteúdos gravimétricos de água no tratamento de IRR e no CTL durante a estação chuvosa são idênticos.

As maiores TI foram verificadas no mês de março na IRR (TI=4,12%) e no CTL (TI=8,34%), ocasionada principalmente pelo ingresso de *Lacistema pubescens* Mart. (Figura 2.9), que estava em frutificação nesse mesmo período (Sabrina Ribeiro, comunicação pessoal), sugerindo que não há dormência das sementes dessa espécie. Estudos de fenologia, banco de sementes e germinação de sementes tropicais deveriam ser realizados, a fim de subsidiar a melhor compreensão do crescimento das florestas tropicais.

Lacistema pubescens foi à espécie que apresentou a maior TI (TI=19,47% na IRR e TI=16,83% no CTL) (Figura 2.9). Pantoja (2002) estudando indivíduos ≥ 1 cm na mesma área de estudo, mostrou que essa espécie também apresentou uma maior TI entre as demais espécies da comunidade.

2.3.4 Efeito da irrigação na mortalidade das plântulas

A ANAVA da TM das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,342$) e na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,086$) (Tabela 2.1).

Nas parcelas de CTL as TM, assim como as TCR e TI, mostraram forte sazonalidade, com menores mortalidades na estação chuvosa. Entretanto, nas parcelas de IRR a mortalidade foi menor na estação seca e maior nos meses de maior pluviosidade (Figura 2.8).

Esses resultados sugerem que a irrigação pode ter diminuído a mortalidade na estação seca, enquanto na estação chuvosa, por causa do maior ingresso no período seco em função da irrigação, ocorreu uma elevada mortalidade dos indivíduos das menores classes de tamanho, provavelmente por estarem mais suscetíveis a perturbações antrópicas ou natural.

Os indivíduos mortos foram encontrados na classe de altura entre 3-30 cm, com altura média de 10,14 cm na IRR ($n=212$) e 9,47 cm no CTL ($n=275$), apresentando apenas uma pequena variação de altura (coeficiente de variação=0,59% na IRR e de 0,78% no CTL).

Segundo Denslow *et al.* (1998), os indivíduos pequenos têm menores chances competitivas em relação aos maiores, aumentando a probabilidade de morrerem. Dessa forma, seria mais recomendado a realização de estudos de dinâmica com indivíduos com altura acima de 30 cm, conforme adotou Carvalho (1992), a fim de minimizar a grande mortalidade de plântulas nas classes de tamanho inferiores.

Os maiores picos da TM ocorreram nas parcelas de CTL no período seco, mais precisamente nos meses de outubro (TM=2,85%) e julho (TM=3,45%). Estes resultados revelam que a falta de água na estação seca leva a uma maior mortalidade dos indivíduos. O mesmo comentário foi feito por Jardim & Souza (1997) em seus estudos sobre a dinâmica de floresta primária da Amazônia Central.

Santos (1996) adverte em seus estudos, que a falta de água durante os estágios iniciais de desenvolvimento das plantas é um fator limitante para o estabelecimento das mesmas, sendo capaz de levar à morte.

O padrão de mortalidade encontrado na comunidade não se repetiu para as principais populações, que apresentaram uma TM mensal nula na maioria dos meses, com exceção de *Myrcia sylvatica* que apresentou muitas variações na TM ao longo do tempo (Figura 2.10).

As espécies detentoras das maiores TM foram *Lacistema pubescens* (TM=7,73%), *Miconia ciliata* (TM=4,00%) e *Ocotea guianensis* (TM=2,04%). Essas espécies também foram as que mais morreram entre os indivíduos de DAP \geq 1 cm observados por Pantoja (2002).

2.3.5 Efeito da irrigação na regeneração natural das plântulas

A ANAVA da TRN das plântulas mostrou que houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,048$) e altamente significativa na interação entre os tratamentos e os meses ($P<0,001$) (Tabela 2.1).

A curva de regeneração natural indica forte influência da pluviosidade na dinâmica da floresta estudada. Na estação seca a mortalidade aumenta e poucos indivíduos ingressam, enquanto na estação chuvosa muitos indivíduos ingressam e a mortalidade diminui, de forma que as maiores TRN foram apresentadas na estação chuvosa, entre os meses de janeiro a maio (Figura 2.8).

As TRN do tratamento de IRR foram maiores na estação seca e menores na estação chuvosa, sugerindo que a irrigação na estação seca ajudou na capacidade de regeneração da floresta, favorecendo a germinação, ingresso e sobrevivência das plântulas.

A TRN do CTL foi negativa durante a estação seca, indicando uma maior mortalidade nesse período. Resultado semelhante foi encontrado por Pantoja (2002), que mostrou uma TM maior que TI no período de novembro de 1999 e junho de 2001, entre os indivíduos com DAP \geq 1cm na mesma área deste estudo.

As espécies que tiveram as maiores variações com o decorrer do tempo foram *Lacistema pubescens* (Figura 2.9) e *Myrcia sylvatica* (Figura 2.10), sendo que as demais espécies mostraram um comportamento de equilíbrio estático ao longo do período analisado.

A mortalidade foi superior ao ingresso apenas para *Lacistema pubescens* (Figura 2.9) e *Miconia ciliata* (Figura 2.11), apresentando uma TRN mensal negativa, enquanto que para *Myrcia sylvatica*, *Myrcia bracteata*, *Ocotea guianensis*, *Ocotea caudata* e *Ocotea costulata*, o ingresso assumiu um papel mais importante nas TRN dessas espécies.

A TRN reflete um balanço entre ingresso e mortalidade, mostrando a predominância do ingresso na área estudada, entretanto, para confirmar essas informações é necessário um maior período de observação.

2.4 CONCLUSÃO

Os processos ecológicos de crescimento, ingresso, mortalidade e regeneração natural foram sazonais e fortemente influenciados pela pluviosidade, sendo a estação chuvosa o período de maior poder regenerativo das plântulas. Dentre os processos ecológicos estudados no período de um ano, houve diferença significativa apenas na TRN entre os tratamentos e na TCR, TI e TRN da interação entre os tratamentos e os meses. Um maior período de observação, com repetições das diferentes estações climáticas, seria necessário para confirmar essas informações de forma mais conclusiva ou obter mais resultados significativos para o tratamento da irrigação.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Almeida, A. S. de. 2000. *Dinâmica da paisagem e ecologia de florestas primárias remanescentes e sucessionais do Município de São Francisco do Pará*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 100p.
- Araujo, M. M. 1998. *Vegetação e banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Benevides, Pará, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências agrárias do Pará, Belém. 138p.
- Araujo, M. M.; Oliveira, F. de A.; Vieira, I. C. G.; Barros, P. L. C.; Lima, C. A. T. de . 2001. *Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental*. *Scientia Florestalis*, 59:115-130

- Bebber, D.; Brown, N.; Speight, M.; Costa, P. M.; Wai, Y. S. 2002. Spatial structure of light dipterocarp seedling growth in a tropical secondary forest. *Forest Ecology and Management*, 157: 65-75
- Begon, M.; Mortimer, M.; Thompson, D. J. 1996. *Population ecology: a unified study of animals and plants*. 3rd ed. p.247
- Brasil. 1974. *Projeto RADAM*, Folha AS 23; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro. p.184
- Carvalho, J. O. P. 1992. *Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest*. Thesis of Doctorate, University of Oxford, Oxford. 215p.
- Denslow, J. S.; Ellison, A. M.; Sanford, R. E. 1998. Treefall gap size effects on above and below ground processes in a tropical wet forest. *Journal of Ecology*, 86: 597-609
- Falesi, I. C.; Baena, A. R. C.; Dutra, S. 1980. Conseqüências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do nordeste Paraense. Embrapa-Cpatu. *Boletim de Pesquisa(14)*, Belém. p.49
- FAO. 1996. *Forest resource assessment 1990*. FAO forestry paper 130, Rome. p.124
- Fearnside, P. M. A. 1984. A floresta vai acabar? *Ciência Hoje*, 2: 42-52
- Fearnside, P. M. A. & Guimarães, W. M. 1996. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 80: 35-46
- Ganade, G. 1996. Seedling establishment in Amazon rain forest and old fields. Thesis of Doctorate, University of London, England. 184p.
- Guariguata, M. R.; Rheingans, R.; Montagnini, F. 1995. Early woody invasion under tree Plantations in Costa Rica: implications for forests restoration. *Restoration Ecology*, 3: 252-260
- Guariguata, M. R. & Ostertag R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148:185-206
- Garwood, N. C. 1989. Tropical soil seed banks: A review. In: Leck, M. A.; Parker, T.; Simpson, R. L. *Ecology Soil Seed Banks*. Academic press, San Diego. pp.149-209
- Hunt, R. 1990. *Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners*. Unwin Hyman Ltd., London. p.112
- Jardim, F. C. S. 1986. Taxa de regeneração natural na floresta tropical úmida. *Acta Amazonica*, Manaus. 16/17(n. único).

- Jardim, F. C. S.; Araujo, M. M.; Oliveira, F. de A. 1997. Estrutura e sucessão em florestas secundárias no município de Benevides, Pará. *Boletim da FCAP*, Belém. 28: 63-80
- Jardim, F. C. S. & Souza, A. L. 1997. Dinâmica da vegetação herbáceo-arbustiva com DAP maior ou igual a 5,0 cm na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus - AM. *Revista Árvore*, 21(1): 27-34
- Johnson, C. M.; Zarin, D. J.; Johnson, A. H. 2000. Post-disturbance aboveground biomass accumulation in global secondary forests. *Ecology*, 81(5): 1395-1401
- Jong, W.; Freitas L.; Baluarte J.; Kopa P. V.; Salazar A.; Ingá E.; Meléndez W.; Germana, C. 2001. Secondary forest dynamics in the Amazon floodplain in Peru. *Forest Ecology and Management*, 150: 135-146
- Kursar, T. A.; Wright, S. J.; Radulovich, R. 1995. The effects of the rainy season and irrigation on soil water and oxygen in a seasonal forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 11:497-516
- Lugo, A. E. 1992. Comparison of tropical tree plantations and whit secondary forests of similar age. *Ecology Monographs*, 62: 1-41
- Martorano, L. G. & Pereira, L. C. 1993. *Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather)*. Sudam/Embrapa, Belém. p.89
- Mesquita, R. C. G. 2000. Management of advanced regeneration in secondary forests of Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 130: 131-140
- Mory, A. M. & Jardim, F. C. S. 2001. Comportamento de *Eschweilera odora* (Poepp) Miers (Matamatá amarelo) em diferentes níveis de desbaste por anelamento. *Revista de Ciências Agrárias*, 36: 29-53
- Nebel, G.; Kvista, L. P.; Vanclay, J. K.; Christensen, H.; Freitas. L.; Ruíz, J. 2000a. Structure and floristic composition of flood plain forests in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 150: 27-57
- Nebel, G.; Kvista, L. P.; Vanclay, J. K.; Vidaurre H. 2000b. Forest dynamics in flood plain forests in the Peruvian Amazon: effects of disturbance and implications for management. *Forest Ecology and Management*, 150: 79-92

- Nepstad, D. C.; Carvalho, C. R.; Davidson, E. A.; Jipp, P. H.; Lafabvre, P. A.; Negreiros, G. R.; Silva, E. D.; Stone, T. A.; Trumbore, S. E.; Vieira, S. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*, 372: 666-669
- Nepstad, D. C.; Uhl, C.; Pereira, C.; Silva, J. M. C. 1998. Barreiras ao estabelecimento de árvores em pastos abandonados na Amazônia: banco de sementes, predação de sementes, herbivoria e seca. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (org.) *Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo*. pp.191-218
- Nilsson, U.; Guemmel, P.; Johnsson, U.; Karlsson, M.; Welander, T. 2002. Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 16: 133-145
- Oliveira, L. C. de. 1995. *Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária do estado do Pará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém. 126p.
- Paiva, A. V. & Poggiani, F. 2000. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. *Scientia Forestalis*, 57: 141-151
- Pantoja, R. de F. R. 2002. *Estrutura e dinâmica de três florestas secundárias em idades diferentes (4, 8 e 12 anos) no Município de Castanhal, Pará*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 49p.
- Pimentel, C.; Neto Jacob, J.; Goi, S. R.; Pessanha, G. G. 1990. Estresse hídrico em cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. em simbiose com o *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli. *Turrialba*, 40(4): 520-526
- Powers, J. S.; Haggard, J. P.; Fisher, R. F. 1997. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in 7-year-old plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 99: 43-54
- Rabelo, F. G.; Zarin, D. J.; Oliveira, F. A.; Jardim, F. C. S. 2000. Regeneração natural de florestas estuarinas na região do rio Amazonas-Amapá-Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, 34:129-137
- Rolim, S. G.; Couto, H. T. Z.; Jesus, R. M. 1999. Mortalidade e recrutamento de árvores na floresta atlântica em Linhares. *Scientia Forestalis*, 55: 49-69

- Santana, J. A. S. 2000. Composição florística de uma vegetação secundária no nordeste paraense. Belém; FCAP. *Serviço de documentação e informação*. 27p. (FCAP, Informe Técnico, 26).
- Santos, S. H. M. dos. 1996. *Comportamento fisiológico de plantas jovens de espécies florestais sob diferentes regimes de água no solo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 117p.
- Schonfeld, M. A.; Johnson, R. C.; Carver, B. F.; Mornhinweg, D. W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Cop Science*, 28: 526-531
- Sinclair, T. R. & Ludlow, M. M. 1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. *Australian Journal of Plant Physiology*, 12: 213-217
- Smith, M. D.; Larson, B. C.; Kelty, M. J.; Ashton, P. M. S. 1997. Stand dynamics. In: Smith, M D. (eds.) *The practice of silviculture*. New York: John Wiley & Sons, Inc. *Applied Forest Ecology*. pp.20-41
- Smith, J.; Van de Kop, P.; Reategui, K.; Lombardi, I.; Sabogal, C.; Diaz, A. 2001. Dynamics of secondary forests in slash-and-burn farming: interactions among land use types in the Peruvian Amazon. *Agriculture Ecosystems Enviroments*, 45: 14-36
- Swaine, M. D. 1990. Population dynamics of tree species in tropical forests. In: Nielson, L.B.H.; Nielson, I.C. & Balslev, H. (eds.) *Botanical Dynamics, Speciation and Diversity*. Academic Press, San Diego. pp.3-101
- Szwagrzyk, J.; Szweczyk, J.; Bodziarczyk, J. 2001. Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival. *Forest Ecology and Management*, 141: 237-250
- Tenório, A. R. M.; Graça, J. J. C.; Góes, J. E. M.; Mendes, J. G. R.; Gama, J. R. N. F.; Silva, P. R. O.; Chagas, P. S. M.; Silva, R. N. P.; Américo, R. R. & Pereira, W. L. M. 1999. Mapeamento dos solos da Estação de Piscicultura de Castanhal. Belém: FCAP. *Serviço de documentação e informação*, p.1-27. (FCAP. Informe Técnico, 25).
- Tucker, J. M., Coelho, F. R. F; Zarin, D. J.; Araujo, M. M.; Miranda, I. S. 2003. Patterns and process in the successional development of two eastern Amazonian regrowth stands. *Biotropica* (submetido).
- Uhl, C.; Clark, H.; Clark, K. 1982 Successional patterns associated with slash and burn agriculture in upper Rio Negro region of the Amazon basin. *Biotropica*, pp.249-303

- Uhl, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonian. *Journal of Ecology*, 75: 377-407
- Vanclay, J. K. 1994. *Modeling forest growth and yield: application to mixed tropical forests*. CAB International, Copenhagen. p.312
- Vasconcelos, L. G. T. R. 2002. *Biomassa microbiana de um solo sob vegetação secundária na Amazônia oriental*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 80p.
- Vieira, I. C. G. 1996. *Forest succession after shifting cultivation in eastern Amazonian*. Thesis of Doctorate, University of Sterling, Scotland. 205p.
- Vieira, I. C. G.; Nepstad, D. C.; Roma, J. C. ; Salomão, R. P.; Rosa, N. A. 2002. O renascimento da floresta no rastro da agricultura: como a Floresta Amazônica sobrevive ao desmatamento e às queimadas. *Ciência Hoje*, 20(119)
- Vilalobos, E.; Chinchilla, C.; Umaña, C. H.; León, H. 1990. Déficit Hídrico en Palma Aceiteira (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. Irrigación y Fertilización con Potasio. *Turrialba*, 40(4): 421-427
- Whitmore, T. C. 1984. *Tropical rain forest of the far east*. Clarenton Press, Oxford. p.352
- Whitmore, T. C. 1990. *A introduction to tropical rain forest*. Clarenton Press, Oxford. p.226
- Whitmore, T. C. 1991. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In: Gomez-Pompa, A.; Whitmore, T. C.; Hadley, A. (eds.) *Rain Forest Regeneration and Management*. Paris: UNESCO. pp.67-89 (Man and the Biosphere, 6).
- Zar, J. H. 1996. *Bioestatistical analysys*. Prentice-Hall, New Jersey. p.662
- Zarin, D. J.; Ducey, M. J.; Tucker, J. M.; Salas, W. A. 2001. Potential biomass accumulation in Amazonian regrowth forests. *Ecosystems*, 4: 658-668

CAPÍTULO 3

REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA SOB MANIPULAÇÃO DE NUTRIENTES NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ

3.1 INTRODUÇÃO

A região amazônica tem uma floresta tropical exuberante, que apesar de heterogênea, apresenta um ecossistema bem equilibrado, utilizando os nutrientes existentes na biomassa e que são depositados no solo. A eficiência da ciclagem de nutrientes é importante, em virtude da maior parte dos nutrientes desse ecossistema ser encontrada na biomassa vegetal (Pantoja, 1997).

A acumulação de biomassa em áreas de florestas secundárias é muito lenta, uma vez que em áreas de florestas primárias chega a atingir 100 t/ha/ano durante os primeiros 15 anos. O mesmo acontece com a produção de serapilheira que também é abundante, atingindo até 12-13 t/ha/ano aos 12-15 anos de idade. A maior quantidade de material orgânico em florestas secundárias jovens é produzida e transferida ao solo ao invés de armazenada na parte aérea da vegetação (Lugo, 1990; Ewel, 1981).

A grande biomassa lenhosa que constitui as florestas tropicais amazônicas representa um precioso recurso natural (Zarin *et al.*, 2001), cujo aproveitamento em bases racionais é um desafio para a ciência florestal, haja vista que ainda não foram desenvolvidas técnicas adequadas para impedir a sua exaustão e degradação (Corlett, 1994).

Florestas perturbadas mostram grandes dependências do grau de distúrbio que influencia na reestruturação e recomposição da área (Whitmore, 1990). Pesquisas no norte e leste da Amazônia mostraram como perturbações na camada superior da biomassa e em concentrações de nutriente do solo, podem ser amenizadas ou até evitadas (Tucker *et al.*, 1998).

A floresta em recuperação por perturbação antrópica, tem pouca coisa em comum com a floresta em desenvolvimento por ação natural, onde normalmente se mantém a diversidade

de espécies, estrutura de solo e estoque de nutrientes; ao contrário da floresta explorada pelo homem, na qual se elimina a maioria das espécies do local, destruir a estrutura do solo e dispor de pouca reserva de nutrientes (Corlett, 1994).

Em uma avaliação global, Johnson *et al.* (2000) mostraram que dentro de um mesmo clima, as florestas secundárias tropicais apresentam maior lentidão na taxa de acúmulo de biomassa aérea, sugerindo que os nutrientes do solo são fatores que podem retardar o crescimento dessas florestas.

O crescimento de florestas secundárias pode ser sujeito à tensão adicional de limitação de nutrientes (Smith & Resh, 1999; Johnson *et al.*, 2000), particularmente onde existe uma estação seca definida (Nepstad *et al.*, 1994).

Alguns estudos ecológicos na Amazônia enfocaram atenção particular na influência da disponibilidade de nutrientes no crescimento de floresta secundária (Johnson *et al.*, 2001). Em solos degradados, Nussbaum *et al.* (1995) mostraram que a disponibilidade de nutrientes é mais importante no estabelecimento de novas plântulas. A textura do solo tende a ser altamente correlacionada com a capacidade de retenção de nutrientes disponíveis no solo (Reich *et al.*, 1997).

A camada de serapilheira desempenha um papel fundamental na manutenção das condições ideais para que ocorra o processo de infiltração da água (Johnson *et al.*, 2000). Esta camada juntamente com a vegetação do sub-bosque, também protege o solo contra o impacto das gotas de chuva (Paiva & Poggiani, 2000).

A vegetação secundária tem um papel importante na produtividade do sistema, assim como o rápido desenvolvimento é fundamental no acúmulo de nutrientes da fitomassa. Em adição, a camada de serapilheira protege o solo contra a erosão e diminui a perda de nutrientes pela lixiviação (Pantoja, 1997).

Removendo a camada de serapilheira em decomposição, a competição por luz, água e nutrientes é reduzida (Nilsson *et al.*, 2002). Fatores de mudanças em cobertura de vegetação como a remoção da serapilheira, podem influenciar significativamente o ciclo de carbono global (Nebel *et al.*, 2000).

A dinâmica da camada de serapilheira constitui um aspecto importante para a ciclagem de nutrientes e transferência de energia em ecossistemas florestais (Maguire, 1994). A queda da serapilheira é relacionada à taxa de crescimento de florestas manejadas, sendo um dos principais mecanismos para o retorno de nutrientes para o solo (Kavvadias *et al.*, 2001).

As taxas de crescimento quando combinadas com a taxa de regeneração natural (ingressos e mortalidade) indicam as alterações demográficas das populações e os possíveis fatores que estão influenciando esses processos e ainda suas implicações para a comunidade (Vanclay, 1994).

Segundo Gomide (1997), a dinâmica florestal envolve diversos processos de organização da comunidade como sucessão, crescimento, ingresso, mortalidade, regeneração natural e relações bióticas entre diferentes populações (competições, simbiose, predação, entre outros).

O crescimento, ou seja, o aumento das dimensões de um indivíduo, em um dado período de tempo, revela a biomassa aérea acumulada pelo indivíduo e depende de um fator ou de um conjunto de fatores, tais como: a disponibilidade de recursos (luz, água e nutrientes), espaço físico, constituição genética e tamanho dos indivíduos (Poorter & Bongers, 1993).

Ingresso pode ser chamado também de recrutamento e ser definido como sendo indivíduos que apareceram entre duas medições, ou indivíduos que atingiram um diâmetro e/ou volume mínimo em duas medições consecutivas (Chagas, 2000; Gomide, 1997).

A mortalidade é conceituada como o número de indivíduos que morreram em um determinado período (Chagas, 2000; Gomide, 1997). Segundo Solomom (1980), a mortalidade e a reprodução consistem juntas no ponto de partida da maioria dos estudos de dinâmica florestal.

Regeneração natural pode ser designada por um conjunto de processos mediante os quais uma floresta se restabelece por meios naturais, refletindo dois conceitos: um estático, onde a regeneração natural significa um número de indivíduos de cada espécie nas categorias de tamanho inferiores; e um dinâmico, onde significa o processo natural de estabelecimento da regeneração (Rollet, 1969).

A regeneração natural é assim denominada pelo fato de não haver influência do homem após a derrubada, podendo ocorrer depois que o material vegetal é queimado ou quando em parte é retirado do local, reaparecendo alguns meses depois da derrubada, através de germinação, assim como da brotação de tocos e raízes (Pantoja, 1997).

O processo de regeneração natural em floresta tropical é extremamente longo e complexo (Szwagrzyk *et al.*, 2001), devido à abundância de espécies, composição florística da floresta e estrutura em ambos os planos, vertical e horizontal (Oliveira, 1995).

Esta complexidade também é constatada nas florestas tropicais do extremo oriente e principalmente por Whitmore (1984), sobre a região como um todo. No Brasil, os pesquisadores e técnicos que atuam na região amazônica se mantêm dentro desse consenso global sobre a complexidade da regeneração natural na floresta tropical.

A análise de regeneração natural permite que sejam feitas inferências sobre a origem da floresta e previsões sobre seu desenvolvimento e aproveitamento sob diferentes formas de tratamentos, contribuindo para o entendimento da composição florística e estrutura da comunidade recolonizadora de áreas fortemente perturbadas (Carvalho, 1982), o que é uma ferramenta importante a ser utilizada para nortear estratégias de reabilitação e recuperação das mesmas (Fearnside, 1984; Lugo, 1992).

Qual o efeito da remoção de serapilheira na dinâmica da regeneração natural de uma floresta secundária? Considerando os nutrientes do solo como um fator limitante para as florestas secundárias, este trabalho se propôs a responder essa questão, através de um experimento manipulativo de remoção completa da serapilheira, tendo como objetivo determinar o efeito desta remoção nas plântulas nos processos de crescimento, ingresso, mortalidade e regeneração natural de uma floresta secundária no nordeste paraense.

3.2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma floresta secundária de aproximadamente 15 anos, na Estação Experimental de Castanhal (1° 19' S e 47° 57' W) de propriedade da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada próximo ao km 63 da rodovia BR 316 na Região da Zona Bragantina, Nordeste do Estado do Pará. A descrição detalhada da área de estudo pode ser encontrada no Capítulo 2.

O experimento utilizou quatro blocos casualizados, nos quais foram alocadas parcelas de remoção de serapilheira (RSER) e controle (CTL - testemunha). Cada parcela possui 20 m x 20 m (400 m²) com uma parcela central de 10 m x 10 m (100 m²), onde foram realizadas as medições (Ver Figura 2.4, as parcelas 4, 5, 10 e 14 são de remoção de serapilheira).

Os métodos foram os mesmos do Capítulo 2, diferenciando apenas no tipo de tratamento utilizado, que se constituiu na remoção total da camada superficial do solo (serapilheira) de forma contínua ao longo do período estudado (Figura 3.2).

A serapilheira foi removida manualmente em áreas de acesso mais restrito, como por exemplo, as subparcelas de 1 x 1 m, e nas demais áreas a remoção foi realizada com auxílio de ancinhos plásticos (Figura 3.2).



Figura 3.1 Remoção contínua da camada de serapilheira.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Composição florística da regeneração natural

Na floresta secundária durante o período estudado foram encontrados 2.383 indivíduos pertencentes a 57 famílias, 93 gêneros e 135 espécies em uma área de 32 m² (Anexo).

As espécies mais abundantes na área foram *Myrcia sylvatica* (866 indivíduos), *Myrcia bracteata* (252), *Lacistema pubescens* (117), *Miconia ciliata* (102), *Ocotea caudata* (97), *Ocotea costulata* (66) e *Ocotea guianensis* (64).

O hábito mais freqüente na regeneração natural foi árvore (46,67%), seguida por cipó (25,19%), arbusto (17,78%), erva (5,18%) e erva creptosa (5,18%).

A distribuição de altura encontrada foi uma exponencial negativa do tipo “J” invertido. (Figura 3.3).

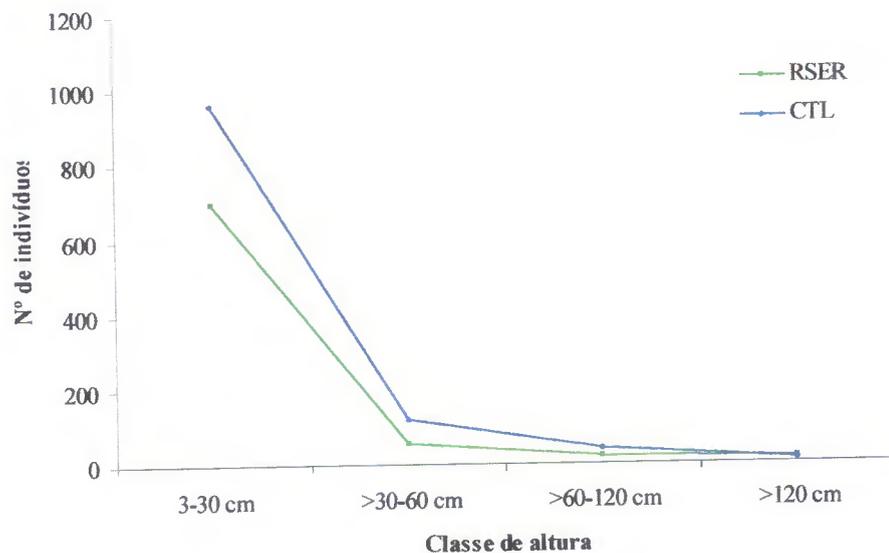


Figura 3.2 Densidade de indivíduos por classe de altura das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro, no tratamento da remoção de serapilheira, e no controle da floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.

Os resultados de composição florística das parcelas de remoção de serapilheira foram bastante similares aos resultados das parcelas de irrigação descritas no Capítulo 2, justamente por pertencerem ao mesmo ecossistema. Considere-se, portanto, que todas as discussões abordadas sobre a composição florística no Capítulo 2 sejam adotadas para este Capítulo.

3.3.2 Efeito da remoção de serapilheira no crescimento das plântulas

A análise de variância (ANAVA) da TCR das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,469$) e na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,846$) (Tabela 3.1). Esses resultados mostram que a RSER não foi capaz de influenciar a TCR, podendo talvez ser verificado o seu efeito a longo prazo.

Tabela 3.1 Análise de variância (ANAVA) da taxa de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas entre o tratamento de remoção de serapilheira e no controle, da floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO					
Tratamento	1	4,672	4,672	0,682	0,469
Tratamento*mês	11	14,859	1,351	0,576	0,846
Resíduo	330	774,492	2,347		
Total	342	794,023			
TAXA DE INGRESSO					
Tratamento	1	0,040	0,040	0,943	0,403
Tratamento*mês	11	0,1361	0,012	1,162	0,318
Resíduo	330	3,513	0,011		
Total	342	3,689			
TAXA DE MORTALIDADE					
Tratamento	1	0,014	0,014	1,605	0,295
Tratamento*mês	11	0,1494	0,014	1,331	0,213
Resíduo	330	3,3594	0,010		
Total	342	3,5224			
TAXA DE REGENERAÇÃO NATURAL					
Tratamento	1	0,001	0,001	0,607	0,493
Tratamento*mês	11	0,023	0,002	1,293	0,234
Resíduo	330	0,543	0,002		
Total	342	0,567			

Na estação seca com a RSER as TCR mantiveram-se estáveis, ocorrendo um decréscimo no reinício do período seco (Julho de 2002). No início da estação chuvosa, houve redução do crescimento, voltando a crescer apenas no CTL ao longo da estação (Figura 3.4). Estes resultados indicam que a RSER não influenciou o crescimento das plântulas ao longo do período estudado.

As maiores TCR ocorreram nas parcelas de CTL na estação chuvosa, indicando que a pluviosidade foi importante para o crescimento dos indivíduos nestas parcelas. As menores TCR aconteceram nas parcelas de RSER no período chuvoso, talvez pela falta de nutrientes.

Nas parcelas de RSER que apresentaram o relevo de maior declive, foi observado que a erosão causou sobreposição de solo na base da plântula, podendo ser este o fator que levou também a um baixo crescimento das plântulas, principalmente no período de maior precipitação pluviométrica.

O baixo crescimento médio nas classes inferiores de tamanho pode ser devido à combinação do forte crescimento de alguns indivíduos, com a grande mortalidade de numerosas plantas jovens (Jardim & Souza, 1997). No entanto, as taxas de crescimento médio das plântulas são altamente variáveis entre as espécies e entre os indivíduos de uma mesma espécie, embora o crescimento individual seja mais constante ao longo do tempo (Swaine, 1990).

A influência do tratamento de remoção de serapilheira para o crescimento das principais espécies como *Lacistema pubescens*, *Miconia ciliata*, *Myrcia sylvatica*, *Myrcia bracteata*, *Ocotea guianensis*, *Ocotea caudata* e *Ocotea costulata*, não parece ter sido importante ao longo do período estudado, apresentando praticamente o mesmo padrão de crescimento das parcelas de controle.

3.3.3 Efeito da remoção de serapilheira no ingresso das plântulas

A ANAVA da TI das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,403$) e na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,318$) (Tabela 3.1), demonstrando que a RSER pelo menos em curto período de tempo, não promoveu um estresse nutricional capaz de interferir no ingresso das plântulas.

De acordo com Nilsson *et al.* (2002), a remoção da camada de serapilheira reduz as competições por luz, água e principalmente nutrientes, favorecendo o ingresso e a sobrevivência das plântulas.

A TI do tratamento de RSER e do CTL foram fortemente sazonais e influenciadas pela pluviosidade, diminuindo ao longo da estação seca e aumentando ao longo da estação chuvosa (Figura 3.4).

As parcelas de RSER foram bastante similares às parcelas de CTL, apresentando o mesmo padrão durante o período estudado. As maiores TI foram verificadas no mês de março (TI=8,34% no CTL e TI=6,23% na RSER), ocasionadas principalmente pelo ingresso de *Lacistema pubescens* Mart. (Figura 3.5), que estava em frutificação nesse mesmo período (Sabrina Ribeiro, comunicação pessoal), enquanto que *Myrcia sylvatica* foi à espécie que apresentou o maior período de ingresso (Figura 3.6), destacando-as, portanto, das demais espécies da comunidade.

3.3.4 Efeito da remoção de serapilheira na mortalidade das plântulas

A ANAVA da TM das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,295$) e na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,213$) (Tabela 3.1). As TM não foram sazonais e nem influenciadas pela pluviosidade como as TCR e TI, mantendo um padrão constante ao longo do tempo (Figura 3.4).

A mortalidade apenas alcançou um maior índice no início da estação seca, mais precisamente em setembro de 2001 no tratamento de RSER (TM=7,24%), ocasionada provavelmente pelo impacto da retirada dessa camada do ecossistema.

As espécies que obtiveram as maiores TM foram *Lacistema pubescens* (TM=22,22%), *Miconia ciliata* (TM=16,66%) e *Ocotea guianensis* (TM=11,74%). Essas espécies também foram as que mais morreram entre os indivíduos de DAP ≥ 1 cm observados por Pantoja (2002).

A maioria dos indivíduos que morreram foi das menores classes de tamanho, entre 3-30 cm de altura, com altura média de 11,12 cm nas parcelas de RSER (n=242) e 9,47 cm nas parcelas de CTL (n=275), apresentando apenas uma pequena variação de altura (coeficiente de variação=0,55% na RSER e de 0,78% no CTL).

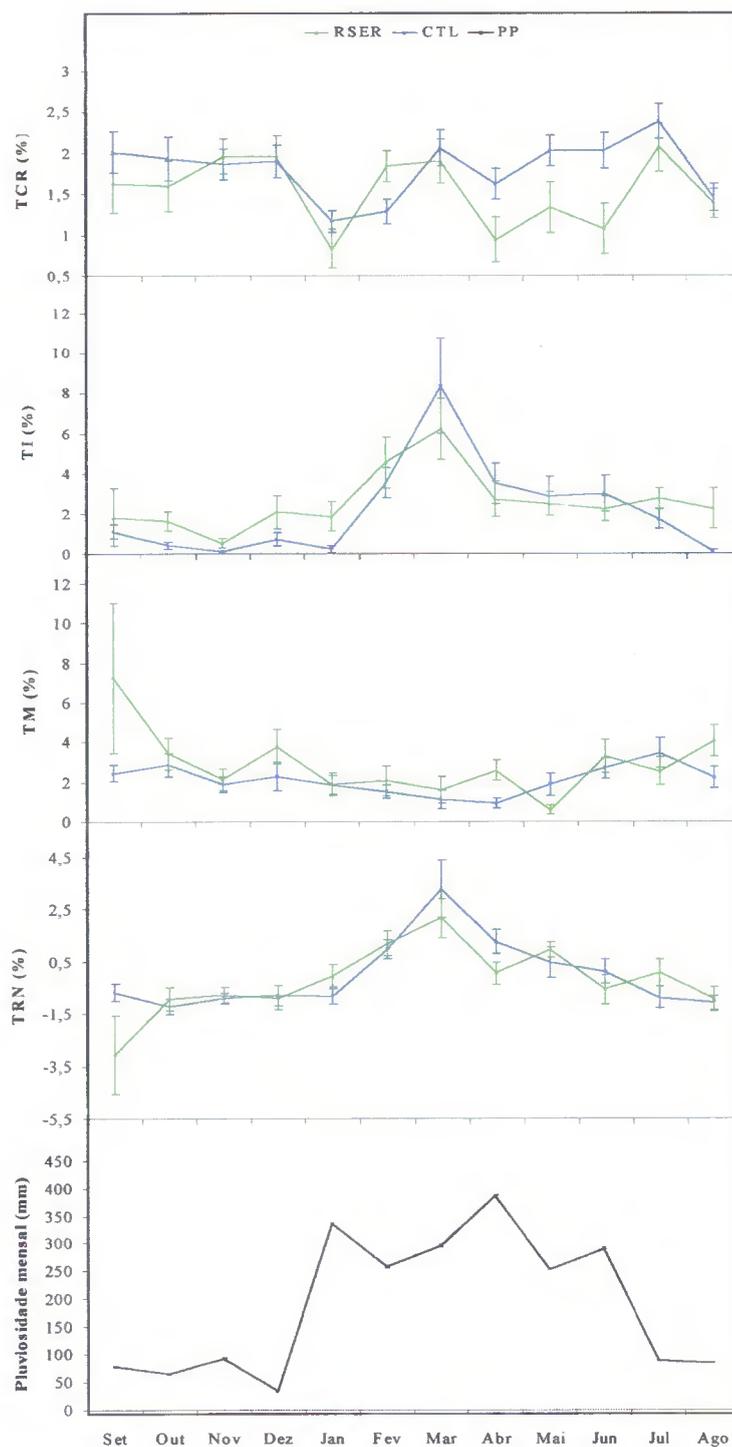


Figura 3.3 Taxas de crescimento relativo, ingresso, mortalidade e regeneração natural das plântulas > 3 cm de altura e < 1 cm de diâmetro e pluviosidade mensal, do tratamento de remoção de serapilheira e do controle, na floresta secundária de 15 anos em Castanhal, Pará.

Os indivíduos pequenos têm menos chances competitivas em relação aos maiores, possivelmente por estarem mais suscetíveis a perturbações antrópicas ou naturais, aumentando dessa forma a probabilidade de morrerem (Denslow *et al.*, 1998). Carvalho (1992), estudando a dinâmica em uma área da floresta amazônica brasileira, considerou regeneração natural os indivíduos com altura acima de 30 cm, a fim de eliminar a grande mortalidade e principalmente a dificuldade de identificação nas classes de tamanho inferiores.

3.3.5 Efeito da remoção de serapilheira na regeneração natural das plântulas

A ANAVA da TRN das plântulas mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P=0,493$) e na interação entre os tratamentos e os meses ($P=0,234$) (Tabela 3.1).

Na estação seca a mortalidade aumenta e poucos indivíduos ingressam, enquanto na estação chuvosa aconteceu o oposto, de forma que as maiores TRN foram apresentadas na estação chuvosa e o maior contraste ocorreu no início da estação seca (Figura 3.4). Resultado semelhante foi encontrado por Pantoja (2002), onde mostrou uma TM maior que a TI no período de novembro de 1999 e junho de 2001, entre os indivíduos com $DAP \geq 1$ cm na mesma área desse estudo.

As TRN, tanto no tratamento de RSER quanto no CTL, foram menores na estação seca e maiores na estação chuvosa (Figura 3.4), sugerindo que a baixa pluviosidade é um fator limitante para a regeneração das plântulas.

Por outro lado, um estudo realizado em Sabah na Malásia, mostrou que a disponibilidade de nutrientes é o maior fator que limita o estabelecimento e a regeneração de plântulas, principalmente das espécies dita como pioneiras (Nussbaum *et al.*, 1995).

A mortalidade foi maior que o ingresso apenas para a espécie *Miconia ciliata* (Figura 3.7), apresentando uma TRN mensal negativa, enquanto que para *Myrcia sylvatica*, *Myrcia bracteata*, *Lacistema pubescens*, *Ocotea guianensis*, *Ocotea caudata* e *Ocotea costulata*, o ingresso foi o processo ecológico mais importante para a TRN dessas espécies.

A TRN está refletindo claramente as informações de ingresso e mortalidade, onde representa o padrão da curva de ingresso, apresentando sazonalidade e forte influência da pluviosidade. Entretanto, um maior período de observação é necessário para que o efeito da remoção de serapilheira seja mais claramente observável.

3.4 CONCLUSÃO

Os processos ecológicos de crescimento, ingresso e regeneração natural foram sazonais e fortemente influenciados pela pluviosidade, com exceção da mortalidade que apresentou um padrão constante ao longo do tempo. No entanto, os processos ecológicos estudados no período de um ano não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e na interação entre os tratamentos e os meses. Contudo, acredita-se que um maior período de observação permitirá verificar os efeitos da remoção de serapilheira, conduzindo a prováveis resultados significativos.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, J. O. P. 1982. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no estado do Pará. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 63p.
- Carvalho, J. O. P. 1992. *Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest*. Thesis of Doctorate, University of Oxford, Oxford. 215p.
- Chagas, R. K. 2000. *Dinâmica de população e prognóstico de produção de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 66p.
- Corlett, R. T. 1994. What is secondary forest? *Journal of Tropical Ecology*, 10: 445-447
- Denslow, J. S.; Ellison, A. M.; Sanford, R. E. 1998. Treefall gap size effects on above- and below-grown processes in a tropical wet forest. *Journal of Ecology*, 86: 597-609
- Ewel, J. 1981. Secondary forests: the tropical wood resource of the future. *IN: Simpósio internacional sobre las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América tropical*. 1979. Conicit, San José - Costa Rica. p. 53-60
- Fearnside, P. M. A. 1984. A floresta vai acabar? *Ciência Hoje*, 2: 42-52
- Gomide, G. L. A. 1997. *Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primárias e secundária no estado do Amapá*. 1997. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 179p.

- Jardim, F. C. S. & Souza, A. L. 1997. Dinâmica da vegetação herbáceo-arbustiva com DAP maior ou igual a 5,0 cm na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus - AM. *Revista Árvore*, 21(1): 27-34
- Johnson, C. M.; Zarin, D. J.; Johnson, A. H. 2000. Post-disturbance aboveground biomass accumulation in global secondary forests. *Ecology*, 81(5): 1395-1401
- Johnson, C. M.; Vieira, I. C. G.; Zarin, D. J.; Frizano, J.; Johnson, A. H. 2001. Carbon and nutrient storage in primary and secondary forests in eastern Amazônia. *Forest Ecology and Management*, 147: 245-252
- Kavvadias, V. A.; Alifragis, D.; Tsiontsis, A.; Brofas, G.; Stamatelos, G. 2001. Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest Ecology and Management*, 144: 113-127
- Lugo, A. E. 1990. Estudios ecológicos. *Annual letter 1989-90*. Institute of tropical forestry Rio Piedras, Porto Rico. 89-90: 52-55
- Lugo, A. E. 1992. Comparison of tropical tree plantations and whit secondary forests of similar age. *Ecology Monographs*, 62: 1-41
- Maguire, D. A. 1994. Branch mortality and potential Litterfall from Douglas-fir trees in stands of varying density. *Forest Ecology and Management*, 70: 41-53
- Nebel, G.; Kvista, L. P.; Vanclay, J. K.; Vidaurre H. 2000. Forest dynamics in flood plain forests in the peruvian amazon: effects of disturbance and implications for management. *Forest Ecology and Management*, 150: 79-92
- Nepstad, D. C.; Carvalho, C. R.; Davidson, E. A.; Jipp, P. H.; Lafabvre, P. A.; Negreiros, G. R.; Silva, E. D.; Stone, T. A.; Trumbore, S. E.; Vieira, S. 1994. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature*, 372: 666-669
- Nilsson, U.; Guemmel, P.; Johnsson, U.; Karlsson, M.; Welander, T. 2002. Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 16: 133-145
- Nussbaum, R.; Anderson, J.; Spencer, T. 1995. Factors limiting the growth of indigenous tree seedlings planted o degraded rainforest soil in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 74:149-159

- Oliveira, L. C. de. 1995. *Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária do estado do Pará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém. 126p.
- Paiva, A. V. & Poggiani, F. 2000. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas plantadas no sub-bosque de um fragmento florestal. *Scientia Florestalis*, 57: 141-151
- Pantoja, R. de F. R. 2002. *Estrutura e dinâmica de três florestas secundárias em idades diferentes (4, 8 e 12 anos) no Município de Castanhal, Pará*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 49p.
- Pantoja, M. de J. R. 1997. *Estudo de caracterização química qualitativa e quantitativo de solo e liteira em ecossistemas de regeneração natural e artificial na Região Estuarina da Amazônia Oriental: Eidai-Icoaraci-PA*. Belém, Pará. Monografia de especialização, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 20p.
- Poorter, L. & Bongers, F. 1993. *Ecology of tropical forests*. Wageningen Agricultural University, Wageningen. p.124
- Reich, P. B.; Grigal, D. F.; Aber, J. D.; Gower, S. T. 1997. Nitrogen mineralization and productivity in 50 hardwood and conifer stands on diverse soils. *Ecology*, 78: 335-347
- Rollet, B. 1969. La régénération naturelle en forest dense humide sempervirente de plaine de la Guyane Venezuelienne. *Bois For Trop.*, 124: 19-38
- Smith, F. W. & Resh, S. C. 1999. Age-related changes in production and below-ground carbon allocation in *Pinus contorta* forests. *Forest Science*, 45: 333-341
- Solomon, M. E. 1980. *Dinâmica de populações*. São Paulo: EPU, 78p.
- Swaine, M. D. 1990. Population dynamics of tree species in tropical forests. In: Nielson, L.B.H.; Nielson, I.C. & Balslev, H. (eds.) *Botanical Dynamics, Speciation and Diversity*. Academic Press, San Diego. pp.3-101
- Szwagrzyk, J.; Szewczyk, J.; Bodziarczyk, J. 2001. Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival. *Forest Ecology and Management*, 141: 237-250
- Tucker, J. M., Brondizio, E. S.; Moran, E. E. 1998. Rates of forest regrowth in eastern Amazônia: a comparison of Altamira and Bragantina regions, Pará State, Brazil. *Interciencia*, 232: 64-73
- Vanclay, J. K. 1994. *Modeling forest growth and yield: application to mixed tropical forests*. CAB International, Copenhagen. p.312

Whitmore, T. C. 1984. *Tropical rain forest of the far east*. Clarendon Press, Oxford. p.352

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

Zarin, D. J.; Ducey, M. J.; Tucker, J. M.; Salas, W. A. 2001. Potential biomass accumulation in Amazonian regrowth forests. *Ecosystems*, 4: 658-668

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na floresta secundária estudada a água representa um importante ativador das funções de ingresso e crescimento; e o déficit nutricional, gerado pela retirada da serapilheira, não interferiu significativamente nos processos ecológicos analisados, pelo menos no curto período de tempo estudado.

Ambos os tratamentos revelaram no período estudado, características sazonais e de forte influência da pluviosidade, o que leva a sugerir a continuação das observações, com repetições das diferentes estações climáticas, podendo talvez garantir resultados significativos e satisfatórios.

Um maior conhecimento sobre as populações das espécies pioneiras, como estudos sobre a fenologia, germinação e quantificação do banco de sementes, poderiam complementar às informações produzidas neste estudo, possibilitando um entendimento mais completo do funcionamento das florestas secundárias amazônicas, especialmente às da Zona Bragantina no nordeste paraense.

Anexo. Lista de espécies encontradas na regeneração natural em uma área de 48 m² de uma floresta secundária de 15 anos na Estação Experimental de Castanhal, Pará. Hábito: A: árvores, AB: arbustos, E: ervas, EC: ervas creptosas e C: cipós; (x): presença e (-): ausência.

FAMÍLIA E ESPÉCIES	NOME VULGAR	HÁBITO	TRATAMENTO		
			Irrigação	Remoção de serapilheira	Controle
ANACARDIACEAE					
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Tatapiririca	A	X	X	X
<i>Thyrsodium paraensis</i> Hub.	Amaparana	A	-	-	X
<i>Thyrsodium</i> sp	Breu	A	X	X	-
ANNONACEAE					
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Envira-preta	A	-	X	X
<i>Rollinia exsucca</i> (Dunal) DC.	Envira-bobó	A	X	X	X
<i>Unonopsis guatterioides</i> (A. DC.) R.E. Fris.	Envira-cana	A	X	-	-
APOCYNACEAE					
<i>Mandevilla hirsuta</i> (Rich) Schum	Jasminzinho-trepador	C	X	X	X
<i>Mandevilla scabra</i> (R. et. S.) K. Schum	Jasmizinho	C	X	X	X
<i>Tabernaemontana angulata</i> Mart. ex Mull. Arg.	Pocoró	AB	X	X	-
<i>Tabernaemontana</i> sp	*	AB	X	-	X
ARECACEAE					
<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	Mumbaca	A	X	-	X
<i>Atallea maripa</i> Mart.	Inajá	A	X	X	-
<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	Açaí	A	X	-	X
ASCLEPIADACEAE					
<i>Asclepias curassavica</i> L.	Cega-olho	E	X	X	X
ASTERACEAE					
<i>Eupatorium odoratum</i> L.	*	E	X	X	X
<i>Mikania congesta</i> DC.	Trevo-de-vaqueiro	C	-	X	-
<i>Rolandra argentea</i> Rottb.	Barba-de-barata	AB	X	-	-
<i>Wulffia bacata</i> (L.F.) O. Ktze	Camará	AB	-	X	X
BIGNONIACEAE					
<i>Arrabidaea</i> sp	Cipó-peludo	C	-	-	X
<i>Memora flavida</i> (DC.) Bur. & K. Schum	Laranjinha	C	X	X	-
<i>Styzyphyllum riparium</i> (HBK) Sandw.	Taquari	C	X	-	-
BORAGINACEAE					
<i>Cordia multispicata</i> Cham.	Maria-preta	A	-	-	X
BURSERACEAE					
<i>Protium decandrum</i> March.	Breu-vermelho	A	-	X	-
CECROPIACEAE					
<i>Cecropia obtusa</i> Willd.	Embaúba-vermelha	A	X	X	-
CLUSIACEAE					
<i>Rheedia acuminata</i> (Ruiz et. Par.) Pl. et. Ts.	Bacuri-coroa	A	-	-	X

<i>Symphonia globulifera</i> L.F.	Anani	A	-	X	-
<i>Vismia guianensis</i> (Aublet.) Choisy	Lacre	A	X	X	X
COMMELINACEAE					
<i>Commelina longicaulis</i> Jacq.	Maria-mole	EC	-	-	X
CONNARACEAE					
<i>Pseudoconnarus</i> sp	Piã-piã	C	-	-	X
<i>Rourea ligulata</i> Baker	Cipó-cunarius	C	X	X	X
CYPERACEAE					
<i>Cyperus</i> sp	Ciperaceae	EC	-	-	X
DICHAPETALACEAE					
<i>Dichapetalum pedunculatum</i> (D.C.) Baill.	*	C	-	X	-
<i>Dichapetalum rugosum</i> (Vahl) Prance	*	C	-	-	X
DILLENACEAE					
<i>Davilla kunthii</i> St. Hill.	Cipó-de-fogo	C	X	X	X
<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Cipó-de-fogo	C	X	X	-
<i>Dolioscarpus brevipedicellatus</i> Garcke	Cipó-de-fogo folha lisa	C	-	X	-
<i>Dolioscarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	*	C	X	X	X
<i>Dolioscarpus major</i> J.F. Gmel	*	C	-	-	X
<i>Dolioscarpus</i> sp	*	C	-	-	X
<i>Tetracera willdenowiana</i> Steud.	Cipó-d'agua	C	-	X	X
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea</i> sp	Urucurana	A	-	X	-
ERYTHROXYLACEAE					
<i>Erythroxylum</i> sp	*	AB	-	X	-
EUPHORBIACEAE					
<i>Pera distichophylla</i> Baill.	*	A	-	X	-
<i>Phyllanthus orbiculatum</i> L.C. Rich.	Quebra-pedra	E	X	-	-
FLACOURTIACEAE					
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Andorinha	A	X	-	X
<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Limão-rana	AB	-	-	X
<i>Casearia arborea</i> (L. C. Rich) Urban.	Pau-de-pico	A	X	X	X
<i>Casearia javitensis</i> H.B.K.	Casearia	A	X	-	X
<i>Casearia pitumba</i> Sleumer	Casearia-branca	A	X	-	-
<i>Casearia</i> sp	Casearia	A	X	-	X
<i>Ryania</i> sp	*	A	X	-	X
GRAMINEAE					
<i>Graminea</i> sp	Capim	EC	X	X	-
HERNANDIACEAE					
<i>Sparattanthelium lupiniquinorium</i> Mart.	*	C	-	X	-
HUGONIACEAE					
<i>Hebepetalum humiirifolium</i> (Planch) Benth.	*	A	X	-	X

ICACINACEAE

Dendrobrangia boliviana Rusby

Caferana A X - -

LACISTEMATACEAE

Lacistema aggregatum (Berg.) Rusby

Comida-de-pipira A X X X

Lacistema pubescens Mart.

Passarinheira-H A X X X

LAURACEAE

Licaria brasiliensis (Nees) Mart.

Louro-amarelo A X - X

Licaria guianensis Aubl.

Louro-mangarataia A X - -

Nectandra cuspidata (Mart. ex. Ness.) Ness.

Louro-preto A X X X

Ocotea caudata (Meiss.) Mez.

Louro-branco A X X X

Ocotea costulata (Ness.) Mez.

Louro-canela A X X X

Ocotea guianensis Aubl.

Louro-prata A X X X

Ocotea sp

Louro A X X X

Ouratea sp

Pau-de-cobra AB - X -

LECYTHIDACEAE

Couratari guianensis Aubl.

Tauari A X - -

LEG-CAESALPHINIACEAE

Senna sp

Mata-pasto AB X X -

LEG-MIMOSACEAE

Abarema jupumba (Willd) Britton + Killip var. jupumba

Saboeiro A - X -

Inga auristellae Harms

Ingá AB - - X

Inga cayennensis BTH.

Ingá-cabeludo AB X - -

Inga edulis Mart.

Ingá-de-metro A X X X

Inga stipularis DC.

Ingá-cipó A - X X

Inga falcistipula Ducke

Ingá-de-estípula AB - - X

Inga heterophylla Willd.

Ingá-xixica A X - X

Inga nitida Willd.

Ingá-cipó A X - -

Inga sp

Ingá A - X X

Inga thibaudiana DC.

Ingá-pintado A X - X

Strycnodendrum guianensis Aubl. (Benth.) var.*Roseiflorum* Ducke

Faveira-camuzé A - - X

Strycnodendrum pulcherrimum (Willd) Hochr.

Paricazinho A X - X

Zygia sp

Angelim-rajado A X - X

LEG-PAPILONOIDEAE

Derris sp

Timbó C X X X

Desmodium adscendes D.C.

Pega-pega C - - X

Machaerium madeirense Pittier

* C - X -

Machaerium sp

* C X X X

LILIACEAE

Smilax aequatorialis A. DC.

Japecanga C - X X

Smilax sp

* C - X X

MALPHIGIACEAE

Byrsonima aerugo Sagot.

Muruci-da-mata A - X -

Byrsonima amazonica Griseb.

Muruci-da-mata A - X -

Byrsonima sp

Muruci A X X -

Mascagnia sp

Thiminante C - X X

MARANTACEAE

Ischnosiphon puberulus Loes. Var. *scaber* (Peters)

Anderss	Guarumanzinho	EC	-	-	X
<i>Ichnanthus</i> sp	Taboquinha	EC	-	X	-

MELASTOMATACEAE

Clidemia hirta (L.) D. Don

	Matchitchi	AB	X	-	-
<i>Miconia ciliata</i> (Rich) DC.	Chumbinho	AB	X	X	X
<i>Miconia minutiflora</i> (Bompl.) DC.	Tinteira	A	X	-	X
<i>Nepsera aquatica</i> (Aubl.) Naud.	Barba-de-paca	E	X	-	-

MELIACEAE

<i>Trichilia</i> sp	*	A	X	X	X
---------------------	---	---	---	---	---

MENISPERMACEAE

<i>Cisampelos adromorpha</i> P.D.C.	*	C	-	-	X
-------------------------------------	---	---	---	---	---

MONIMIACEAE

<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Capitiú	AB	X	-	X
----------------------------------	---------	----	---	---	---

MORACEAE

<i>Pouroma guianensis</i> Aubl.	Embaubão	A	X	-	X
<i>Pouroma</i> sp	Mapatirana	A	X	X	X

MUSACEAE

<i>Heliconia psittacorum</i> L.	Sororoquinha	EC	-	X	-
---------------------------------	--------------	----	---	---	---

MYRISTICACEAE

<i>Virola michelii</i> Heckel	Ucuúba-preta	A	-	X	-
-------------------------------	--------------	---	---	---	---

MYRSINACEAE

<i>Cybianthus guianensis</i> (A. DC.) Miquel	*	A	-	-	X
<i>Cybianthus</i> sp	*	A	X	X	X
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	Apuí	A	-	-	X

MYRTACEAE

<i>Eugenia biflora</i> (L.) D.C.	Murta folha peluda	AB	-	-	X
<i>Eugenia</i> sp	Murta	AB	X	X	-
<i>Myrcia bracteata</i> (Rich) DC.	Vauna / Murta	A	X	X	X
<i>Myrcia fallax</i> (Rich) DC.	Murta-parida	A	X	X	X
<i>Myrcia</i> sp	Murta	A	-	X	X
<i>Myrcia sylvatica</i> (G. mey.) DC.	Murtinha	AB	X	X	X
<i>Myrciaria Cf. floribunda</i> (Willd.) O. Berg.	Goiabinha	A	X	-	-

NICTAGINACEAE

<i>Neea grameruliflora</i> Heimert.	João-mole folha miúda	A	X	-	X
<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	João-mole	AB	-	-	X

OCHNACEAE

<i>Sauvagesia erecta</i> L.	*	E	-	-	X
<i>Sauvagesia</i> sp	*	E	-	-	X

OLACACEAE

<i>Heisteria acuminata</i> (H.D.B.) Engl.	*	A	X	X	X
<i>Heisteria</i> sp	*	A	-	-	X

PASSIFLORACEAE

<i>Passiflora foetida</i> L.	Maracujá-de-rato	C	X	-	-
------------------------------	------------------	---	---	---	---

PIPERACEAE

<i>Piper sp1</i>	Pimenta-longa	E	X	X	-
<i>Piper sp2</i>	Pimenta-longa	E	X	-	-

POLYGALACEAE

<i>Bredeimeyera sp</i>		C	X	-	X
<i>Polygala violacea</i> Vahl.	Caá-membeca	E	-	-	X

QUINACEAE

<i>Lacunaria jenmani</i> (Oliv.) Ducke	Papo-de-mutum	A	X	X	X
<i>Lacunaria crenata</i> (Tul.) A.C. Smith	*	A	X	-	X

RHAMNACEAE

<i>Gouania cornifolia</i> Reiss.	*	C	X	X	-
<i>Gouania pyrifolia</i> Reiss.	*	C	X	-	X
<i>Gouania sp</i>	*	C	-	X	-

RUBIACEAE

<i>Alibertia myrcifolia</i> K.Schum	Puruizinho	AB	-	X	X
<i>Borreria latifolia</i> (Aubl) K. Schum	*	E	-	-	X
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitch	*	C	X	X	X
<i>Ixora sp</i>	*	AB	-	X	-
<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.	*	AB	X	X	-
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Taboca-fofa	AB	-	X	X
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	Erva-de-rato	AB	X	-	-
<i>Psychotria colorata</i> Willd.	Pespeda-do-mato	AB	X	X	-
<i>Psychotria sp</i>	*	AB	X	X	X
<i>Sabicea aspera</i> Aubl.	Erva-de-mucura	C	-	X	X
<i>Sabicea sp</i>	*	C	-	X	X

RUTACEAE

<i>Fagara rhoifolia</i> Engl.	Tamanqueira	A	X	-	-
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tamanqueira	A	X	X	-

SAPINDACEAE

<i>Cupania scrobiculata</i> L.C.Rich	*	A	X	X	X
<i>Cupania sp</i>	*	A	-	X	X
<i>Paullinia sp</i>	Guaranarana	C	X	-	-

SMILACACEAE

<i>Smilax aequatorialis</i> A. DC.	Japecanga	C	-	X	X
<i>Smilax sp</i>	Japecanga	C	-	X	X

SOLANACEAE

<i>Solanum caarvurana</i> Vell.	Mucuracaá-rana	AB	X	X	-
<i>Solanum sp</i>	*	AB	X	-	-

THEOPHRASTACEAE

<i>Clavija lancifolia</i> Desf.	Muira-puama	AB	-	X	-
---------------------------------	-------------	----	---	---	---

VERBENACEAE

<i>Lantana camara</i> Mart.	*	AB	-	-	X
-----------------------------	---	----	---	---	---

VIOLACEAE

Leonia glycyarpa R. et. Pav.

Pau-branco

A

-

-

X

Paypayrola grandiflora Tul.

*

A

X

-

-

VOCHYSIACEAE

Vochysia imundata Ducke

Quaruba-cedro

A

-

X

-

ZINGIBERACEAE

Costus arabicos L.

*

EC

X

X

X

NI (não identificada)

X

X

X

* Não encontrado nome vulgar regional.