



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

IRAN PAZ PIRES

**CRESCIMENTO, MORTALIDADE E VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA
DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA
ÚMIDA, NO LESTE DO PARÁ.**

**BELÉM
2014**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

IRAN PAZ PIRES

**CRESCIMENTO, MORTALIDADE E VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA
DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA
ÚMIDA, NO LESTE DO PARÁ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em **Ciências Florestais** para obtenção do título de **Mestre**.

Orientador: Engenheiro Florestal Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira.

Co-orientador: Engenheiro Florestal Prof. Dr. José Natalino Macedo Silva

**BELÉM
2014**

Pires, Iran Paz

Crescimento, mortalidade e viabilidade técnica e financeira do Desbaste de Liberação de Copas em uma floresta ombrófila úmida, no leste do Pará/ Iran Paz Pires– Belém, 2014.

118 f.:il.

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

1. Manejo florestal - crescimento 2. Manejo florestal - mortalidade 3. Silvicultura pós-colheita. 4. Custos. 5. Análise Financeira. 6. Anelamento de árvores. 8. Manejo florestal - produtividades - Amazônia. I. Título.

CDD - 634.90981



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

IRAN PAZ PIRES

**CRESCIMENTO, MORTALIDADE E VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA
DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA
ÚMIDA, NO LESTE DO PARÁ.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em Agosto de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Francisco de Assis Oliveira - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Msc. Heriberto Wagner Amanajás Pena – 1º Examinador
SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE DO PARÁ – SEMA

Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim – 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Dr. Gustavo Schwartz – 3º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Floresta Tropical (IFT), nas pessoas de Johan Zweede e Marco Lentini por permitir que eu desempenhasse meu exercício profissional concomitantemente ao meu aprimoramento técnico-científico.

Aos colaboradores do IFT pelo apoio nas atividades de campo. Em especial ao Parataxonomo Neuton Pereira Dias.

Aos professores Dr. Francisco de Assis, Dr. Paulo Contente e Dr. José Natalino pelos aconselhamentos.

Às amigas Roberta Pinheiro e Susany Souza pelo encorajamento, apoio, tolerância e incentivo inicial.

Aos profissionais engenheiros (as) Aliete Villacorta de Barros, Heriberto Pena e Max Steinbrenner pelos apoios no processamento e análise de dados.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA e empresa Cikel Brasil Verde Ltda pela oportunidade de me desenvolver academicamente e de contribuir para o aprimoramento do conhecimento no campo da Ciência Florestal.

Aos colegas da turma de mestrado, pela oportunidade de conviver academicamente com todos, e pelas trocas de experiências profissionais e de vida.

Aos meus sobrinhos (as) e irmãs pela compreensão dos momentos em que estive ausente.

OBRIGADO A TODOS.

A minha mãe Maria Helena e meu avô Sebastião Pires (in memoriam).

A todos os meus professores (as), aos colaboradores do IFT e colegas da Engenharia Florestal.

DEDICO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização geográfica da fazenda Rio Capim e das áreas experimentais Uts B4 e E4.	34
Figura 2	Fluxograma da cadeia de atividades distribuídas nas etapas do tratamento Desbaste de Liberação de Copas	52
Figura 3	Croqui de área experimental de 51 ha, localizada na UT E4 (unidade de trabalho) de 100 ha, onde foi instalado o experimento com oito parcelas, sendo duas em cada bloco (Tratamentos T0 e T1)	54
Figura 4	Visão do corte em xadrez com entalhes no lenho e na casca para acomodar a solução arboricida	57
Figura 5	Respostas dos incrementos periódicos anuais em DAP aos tratamentos	62
Figura 6	Distribuição de frequência das classes de crescimento em porcentagem para ambos os tratamentos	65
Figura 7	Crescimento de diâmetro de 30 espécies num período de 5 anos em função do DAP inicial para tratamento Testemunha	69
Figura 8	Crescimento em diâmetro de 32 espécies num período de 5 anos em função do DAP inicial para tratamento Desbaste de Liberação de Copas	70
Figura 9	IPA em DAP no tratamento Desbaste de Liberação de Copas. Médias com letras iguais refletem Não Significância e letras diferentes são significativamente diferentes, conforme o teste de SNK ($\alpha=0,05$)	70
Figura 10	Respostas aos tratamentos dos crescimentos anuais em Área Basal	71
Figura 11	Respostas aos tratamentos dos incrementos anuais em Área Basal	71
Figura 12	Crescimento líquido em área basal por tratamentos. Tratamentos com letras iguais refletem Não Significância e letras diferentes são significativamente diferentes, conforme teste de SNK ($\alpha=0,05$)	72
Figura 13	Mortalidade dos indivíduos competidores no período de em 5 anos após a aplicação do arboricida glifosato a uma concentração de 33%	77
Figura 14	Evolução da mortalidade natural na Área Testemunha	78
Figura 15	Evolução da mortalidade na área anelada com aplicação de glifosato a 33% em água	79
Figura 16	Distribuição da mortalidade de árvores competidoras por classe de diâmetro cinco anos após anelamento com aplicação de glifosato a 33%	80
Figura 17	Porcentagem da mortalidade de árvores competidoras por classe de diâmetro cinco anos após anelamento com aplicação de glifosato a 33%	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resumo dos dados da UT E4 na pré e pós-aplicação do tratamento de Desbaste de Liberação de Copas	51
Tabela 2	Distância mínima entre as árvores favorecidas e as árvores competidoras em relação aos diâmetros (Seleção de Codominância)	56
Tabela 3	Incrementos periódicos anuais (IPA) em diâmetro e área basal encontrados no período estudado para área e total de indivíduos em cada tratamento	62
Tabela 4	ANAVA para a interação anelamento vs tempo. Na tabela, resultados em (*****) refletem números muito altos	63
Tabela 5	Resultado do crescimento em 5 anos para a lista das dez espécies que tiveram no mínimo três árvores por tratamento. Na Tabela T1 (Anelamento), as 10 espécies representam mais de 63 % dos indivíduos analisados e no T0 (Testemunha) mais de 57 %	63
Tabela 6	Crescimentos e Incrementos em área basal obtidos no período de 2008 a 2013 para área basal	72
Tabela 7	Resultado da ANAVA para Área Basal. Na tabela, resultados em (*****) refletem números muito altos	73
Tabela 8	Mortalidade da parcela Testemunha e DLC (anelamento) no período de 2008 a 2013	75
Tabela 9	Resultados da mortalidade com do teste χ^2 para o efeito do arboricida na concentração 33 %	77
Tabela 10	Lista de matérias, equipamentos de proteção individual (EPI) e insumos utilizados no experimento de Desbaste de Liberação de Copas com seus respectivos preços de aquisição	96
Tabela 11	Índices de produtividade obtidos em um experimento de Desbaste de Liberação de Copas em Paragominas, Pará	104
Tabela 12	Índice de produtividades técnicas das atividades operacionais em campo	104
Tabela 13	Custos por hectare das atividades realizadas para a implantação e manutenção do experimento de desbaste de Liberação de Copa	106
Tabela 14	Orçamento unitário para implantação e manutenção do Desbaste de Liberação de Copas	107
Tabela 15	Fluxo de Caixa Nominal para análise financeira, e fluxo atualizado (FA) com Fator de Correção em hectares, do manejo de uma UPA incluindo "Desbaste de Liberação de Copas"	111
Tabela 16	Desempenho financeiro obtido com a avaliação dos indicadores VPL e RB/C para o Desbaste de Liberação de Copas (DLC)	112
Tabela 17	Desempenho financeiro obtido com a avaliação dos indicadores: VPL e RB/C, com a projeção de queda em 15% e 30% na arrecadação da receita inicial*	115
Tabela 18	Desempenho financeiro de uma UPA em um ciclo de corte, obtido com a avaliação dos indicadores VPL e RB/C na projeção de diferentes taxas de juros e receita obtidas	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Espécies selecionadas (Favorecidas) selecionadas nos tratamentos Testemunha e Anelamento.

Quadro 2: Resumo de diferentes trabalhos científicos com o tema Incremento de DAP.

Quadro 3: Materiais, insumos e EPI utilizados no Desbaste de Liberação de Copas.

PIRES, Iran Paz. Universidade Federal Rural da Amazônia. CRESCIMENTO, MORTALIDADE E VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA ÚMIDA, NO LESTE DO PARÁ.

RESUMO

Na Amazônia, manejadores de florestas de produção não aplicam tratamento silvicultural por julgar que se trata de uma atividade onerosa, a ponto de inviabilizar o Manejo, e que os ganhos em crescimento da floresta não compensam os custos. Este estudo avaliou os benefícios oriundos da adoção do tratamento pós-colheita, Desbaste de Liberação de Copas associados ao anelamento com arboricida glifosato numa floresta de produção no leste da Amazônia. Foram instaladas na Fazenda Rio Capim em Paragominas-Pará, duas parcelas, cada uma com 25,5 hectares e, durante 5 anos, coletadas informações acerca do crescimento de árvores remanescentes selecionadas, mortalidade de árvores aneladas e produtividade e custos das atividades realizadas. O Incremento Periódico Anual em diâmetro na parcela testemunha e parcela com tratamento foi de 0,56 cm.ano⁻¹ e 0,47 cm.ano⁻¹, respectivamente, e não revelaram diferença significativa a 95 % de probabilidade. A variável área basal resultou em crescimento 0,43 m² ano⁻¹ (testemunha) e 0,48 m² ano⁻¹ (área tratada) com incrementos de 0,017 m² ha⁻¹ ano⁻¹ e 0,019 m² ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. A mortalidade das árvores competidoras foi altamente significativa com aplicação de glifosato na concentração 33%, com mortalidade de 78,95 % em três anos e 91,23 % aos cinco anos. O estudo revelou que as menores produtividades estão associadas à preparação da área (2,16 ha/h) e ao anelamento das árvores competidoras (2,32 ha/h). As famílias Caesalpinaceae, Burseraceae e Lecythidaceae requerem maior tempo de resposta para serem desvitalizadas. O anelamento associado à aplicação de glifosato 33% tem alta efetividade de mortalidade das árvores competidoras. Implantar um hectare do tratamento requer investimentos de R\$ 53,23 reais a cada 10 anos. Financeiramente, resultou em VPL maior que 0 e RB/C maior que 1, com valores de referência do VPL em R\$ 364,10 e RB/C 1,38, respectivamente. Avaliando-se uma UPA durante o ciclo de corte do manejo mais adição do Desbaste de Liberação de Copas, apresenta viabilidade financeira, e, portanto, não é um impedimento para a adoção dessa prática.

Palavras chave: Custos com tratamento silvicultural, Desbaste de Liberação de Copas, Anelamento de árvores, Mortalidade, Crescimento de árvores, Viabilidade financeira do manejo florestal e Produtividade da silvicultura pós-colheita.

PIRES, Iran Paz. Universidade Federal Rural da Amazônia. GROWTH, MORTALITY AND TECHNICAL AND FINANCIAL FEASIBILITY OF LIBERATION THINNING IN A TROPICAL RAIN FOREST OF THE EASTERN PARÁ STATE, BRAZIL.

ABSTRACT

Forest managers in the Brazilian Amazon do not apply post-harvest silvicultural treatments because they understand that this activity is not cost effective. In other words, the gains with the treatments would not compensate for their costs. This study evaluated the benefits of adopting liberation thinning using poison girdling as a post-harvest silviculture. Two research plots of 25.5 ha each were set up in a tropical rain forest in the municipality of Paragominas, State of Pará, Brazil. In one plot (control) logging was carried out as usual, but no further interventions occurred; in the treatment plot liberation thinning was carried out. In the treatment plot 115 potential crop trees (PCT) of commercial species were liberated whereas in the control plot 86 PCT were tagged for monitoring; in both treatments growth and mortality behavior were monitored for five years and their productivity and costs of field activities were determined. The periodic annual increment of DBH (PAI_{DBH}) of the control and of the treatment plots were, respectively, $0.56 \text{ cm year}^{-1}$ and $0.47 \text{ cm year}^{-1}$ and showed no statistical difference at 95% probability. PAI in basal area were $0.017 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}\text{year}^{-1}$ and $0.019 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}\text{year}^{-1}$ for the control and treatment plot respectively. Mortality of competing trees was highly significant by applying 33% concentration of glyphosate; mortality was 78.95% three years after poison-girdling and 91.23% five years later. The study revealed that the lowest productivities were related to area preparation (2.16 ha per hour) and 2.32 ha per hour for poison-girdling of competing trees. Regarding treatment efficiency, the families Caesalpiniaceae, Burseraceae e Lecythidaceae requires longer response time to mortality. In general, poison girdling applying 33% glyphosate in water was highly efficient to eliminate competing trees. To treat one ha requires investment of R\$ 53.23 (c. US\$ 27.30) every ten years (years zero, 10 and 20) of the management cycle. From the financial point of view, liberation thinning had a good response, resulting in a net present value (NPV) of R\$ 364.10 (US\$ 186.72 >zero) and a proportional cost benefit of 1.38 (>1) and therefore costs should not be an impediment for adopting this silvicultural tool.

Keywords: Post-harvest silviculture; poison girdling; silvicultural treatment, financial feasibility; tropical forest management; Amazonia.

SUMÁRIO

	RESUMO	8
	ABSTRACT	9
1	CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.1	Identificação do problema	12
1.2	Hipótese	15
1.3	Objetivo	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Revisão de literatura	16
1.4.1	Tratamentos silviculturais	17
1.4.2	Corte de cipós	20
1.4.3	Desbastes de árvores	21
1.4.4	Mecanismos de anelamento	23
1.4.5	Diferentes concentrações de arboricida na desvitalização de árvores	24
1.4.6	Crescimento	25
1.4.7	Mortalidade e efetividade de tratamentos na mortalidade de árvores	27
1.4.8	Avaliações financeiras de projetos florestais	29
1.5	Material e métodos	33
1.5.1	Descrição da área experimental	33
	REFERENCIAS	38
2	EFEITO DO ANELAMENTO DE ÁRVORES COMPETIDORAS NO CRESCIMENTO DAS ÁRVORES FAVORECIDAS PELO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS	46
	RESUMO	46
	ABSTRACT	47
2.1	Introdução	48
2.2	Objetivos	49
2.2.1	Objetivo geral	49
2.2.2	Objetivos específicos	50
2.3	Material e Métodos	50
2.3.1	Caracterização da área de estudo	50
2.3.2	Crescimento e mortalidade de árvores submetidas ao desbaste de liberação de copas	50

2.3.3	Instalação e descrição do experimento	51
2.3.4	Crescimento e mortalidade de árvores submetidas ao desbaste de liberação de copas: processamento e análise de dados	57
2.4	Resultados e discussão	59
2.4.1	Resultados para Diâmetro e Área Basal	59
2.4.2	Mortalidade das árvores selecionadas (Favorecidas)	75
2.4.3	Efetividade do Anelamento (Competidoras)	76
2.5	Conclusão	82
	REFERENCIAS	83
3	CUSTO, PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE FINANCEIRA DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS	87
	RESUMO	87
	ABSTRACT	88
3.1	Introdução	89
3.2	Objetivos	91
3.2.1	Objetivo Geral	91
3.2.2	Objetivos específicos	91
3.3	Material e métodos	92
3.3.1	Caracterização da área de estudo	92
3.3.2	Custos, produtividades operacionais e viabilidade financeira do desbaste de liberação de copas	92
3.3.3	Instalação e descrição do experimento	92
3.3.4	Processamento e análise de dados do experimento	101
3.4	Resultados e discussão	103
3.4.1	Produtividades obtidas com as atividades	103
3.4.2	Custos com a aplicação do tratamento de desbaste de liberação de copas	106
3.4.3	Resultados do fluxo de caixa para um ciclo de corte de trinta anos	108
3.4.4	Análise da viabilidade financeira	110
3.4.5	Análise de sensibilidade	114
3.5	Conclusões	116
	REFERENCIAS	117

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Identificação do problema

No mundo, as florestas tropicais úmidas são áreas constantemente ameaçadas por desmatamento e degradação, diminuindo o estoque futuro de madeiras comerciais. O manejo florestal - notadamente aquele praticado nas florestas tropicais – vem contrapor-se a esse modelo de degradação, proporcionando maiores e melhores ganhos econômicos e socioambientais, resultado de um modelo cíclico duradouro e tecnicamente aceitável.

Segundo Puig (2008), as grandes reservas de madeira nativa de florestas estão concentradas em regiões distintas localizadas na América (Central e do Sul - bacia Amazônica), na África (formada pelos blocos Congo-gabonense e Ebúrneo-liberiano) e na Ásia (Sudeste Asiático, ilhas da Oceania e costa oriental da Austrália). Nesses continentes o recurso madeireiro ainda perdura como seu maior ativo florestal. A Amazônia, por exemplo, abriga uma grande reserva de madeiras e abastece o mercado nacional e parte do internacional com madeira proveniente da exploração de “florestas de produção”. Conceitualmente o termo “florestas produtivas” emergiu como uma maneira de distinguir as florestas de produção daquelas chamadas de regiões selvagens. São florestas que se regeneram naturalmente, são usadas para fins econômicos e incluem lugares onde ocorrem a exploração madeireira e outras atividades extrativas (ZARIN et al., 2005).

Na floresta amazônica brasileira predomina o sistema silvicultural policíclico. Em parte caracteriza-se pela Domesticação - técnica que compreende um conjunto de medidas voltadas à elevação da produtividade econômica de um povoamento, pelo menos até se atingir um manejo sustentado que cobre os custos de investimento. Tem na Transformação - forma de domesticação que resulta na conversão gradual e lenta da floresta quanto à composição e/ou estrutura – sua maior aplicabilidade (RIBEIRO et al., 2002).

No bioma amazônico, o manejo florestal se constitui, atualmente, como uma técnica de conservação dos ecossistemas que propicia o uso da madeira de forma planejada, melhora das condições de vida das populações e a manutenção da floresta. Desta forma, o manejo tende a aliar as demandas do setor de forma tecnicizada e sustentada (PINHO et al., 2009).

O sistema silvicultural comumente adotado na floresta amazônica brasileira se distingue por focar espécies de valor comercial e culturalmente aceitável pelo mercado consumidor nacional e internacional. Resumidamente, o sistema escolhido deve ser ecologicamente sustentável, tecnicamente exequível, economicamente viável, cultural e socialmente aceitável (RIBEIRO et al., 2002) e com vistas a obter uma floresta com uma proporção de árvores de espécies comerciais desejável e cada vez mais vigorosa (LOUMAN; DAVID; MARGARITA, 2001).

O que é denominado “Exploração de impacto reduzido” é agora apresentado nos trópicos como uma forma de deixar a floresta em pé. Nesse sistema, está incluso a preocupação com as árvores remanescentes que serão capazes de produzir madeiras utilizáveis no mercado no próximo ciclo de corte. A exploração de impacto reduzido é uma melhoria em relação às práticas do passado, em que o dano é reduzido e mais árvores sobrevivem, mas que, ainda assim, podem sufocar o crescimento das melhores árvores, deixando concorrentes. Uma exploração dirigida apenas ao baixo impacto não resulta em alta produtividade futura. Não é a abundância das árvores residual deixadas, mas sim as condições favoráveis que cada indivíduo terá para crescer que determinará a produtividade futura. Nesse sentido há uma necessidade premente de demonstrar formas atraentes para estimular a produção de madeiras diversas nas florestas naturais dos trópicos (WADSWORTH; ZWEEDE, 2006).

As florestas tropicais úmidas, de um modo geral, são caracterizadas, especialmente, pela alta diversidade, oferecendo grande quantidade e variedade de produtos, principalmente madeireiros. Outra característica da floresta é o fato de uma grande parte (aproximadamente 45 %) das espécies arbóreas ocorrerem em baixíssima densidade, com menos de um indivíduo por hectare (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995). Entretanto, há diversos métodos de tratamentos silviculturais disponíveis para o silvicultor. Alguns são utilizados para enriquecer florestas e/ou conduzir o crescimento de espécies, elevando a densidade dessas espécies desejáveis.

Vários tipos de tratamentos silviculturais podem ser utilizados para favorecer o crescimento e aumentar a densidade das espécies de valor econômico. Em geral, o principal objetivo dos tratamentos silviculturais é melhorar as condições de luminosidade para as espécies de interesse, utilizando técnicas de abertura de dossel (SANDEL; BAIMA; CARVALHO, 1998).

Sabogal et al. (2006) ao analisar os fatores limitantes para adoção das práticas de manejo florestal no Brasil observou em uma avaliação dos planos de manejo florestal sustentável (PMFS) no campo, que somente as práticas obrigatórias por lei e avaliadas no processo de vistoria mostraram uma certa probabilidade de serem adotadas, enquanto as outras práticas, independentemente dos seus benefícios potenciais e facilidade de aplicação, são quase completamente ignoradas.

Silva (1998) ao avaliar 34 projetos de manejo florestal situados na microrregião de Paragominas, cerca de 10% do total de projetos aprovados na região, e analisando os aspectos técnicos relacionados a esses projetos, não encontraram nenhum que aplicasse tratamentos silviculturais nas modalidades anelamento ou anelamento com envenenamento.

Segundo Wadsworth e Zweede (2006), a prática de liberação de copas já foi testada na América Central e Brasil, e teve sua origem na Floresta de Luquillo em Porto Rico. Isto levou à regras práticas aplicadas a milhares de hectares em Sarawak, Malásia (HUTCHINSON, 1977, 1980). A liberação de árvores de futuras colheitas é o principal tratamento silvicultural que tem sido aplicado nas florestas tropicais de terras baixas da Costa Rica. Considerando-se os efeitos da remoção e morte de árvores pela colheita e tratamentos silviculturais em conjunto, a legislação daquele país permite a redução máxima de 40 % na área basal de árvores acima de 30 cm de DAP (LOUMAN, 2011).

Para obter uma redução eficaz na área basal de uma floresta é preciso aplicar desbastes por meio de corte ou anelamento das árvores classificadas silviculturalmente como competidoras. No entanto, somente a técnica de anelamento é pouco eficiente na eliminação de indivíduos de algumas espécies, principalmente aquelas com reentrâncias no fuste. Para alcançar resultados no período desejado, torna-se necessária a utilização de arboricidas nos tratamentos silviculturais, principalmente quando se tratar de árvores com diâmetros superiores a 25 cm (SANDEL; BAIMA; CARVALHO, 1998; AZEVEDO, 2012; CARVALHO, 1981).

No Brasil algumas pesquisas têm procurado mostrar os efeitos benéficos desses tratamentos, ora correlacionando-os com crescimento, ora com custos operacionais (WADSWORTH; ZWEDE, 2006; JARDIM et al., 1996; BODEGON; GRAAF, 1994). Dentre as técnicas silviculturais usadas nesses tratamentos se destacam o anelamento.

Embora pesquisas que busquem respostas ao aumento do incremento seja algo conhecido e disseminado no meio científico, há a necessidade de se avaliar, também, os custos operacionais associados à silvicultura pós-colheita e direcionados a responder à viabilidade financeira dos tratamentos silviculturais, por exemplo o Desbaste de Liberação de Copas. Na literatura há alguns estudos direcionados ao tema, ora tratando do aspecto ecológico, ora do aspecto dos custos operacionais. Propõe-se, neste trabalho aprofundar os conhecimentos sobre essas temáticas ao tratar paralelamente os resultados financeiros do desbaste de liberação de copas, os ganhos em crescimento e efetividades de diferentes aplicações do anelamento nas condições do sítio aqui estudado.

1.2 Hipótese

O Desbaste de Liberação de Copas aplicado às espécies comerciais de futura colheita, em floresta manejada com técnicas de MF-EIR (Manejo Florestal com Exploração de Impacto Reduzido), pode inviabilizar o manejo, considerando que o resultado em incremento volumétrico não compensa os altos custos operacionais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar crescimento, mortalidade e a viabilidade financeira da aplicação do tratamento silvicultural pós-exploratório Desbaste de Liberação de Copas em uma floresta manejada no Leste da Amazônia.

1.3.2 Objetivos específicos

- i. Avaliar e analisar a resposta da aplicação do Desbaste de Liberação de Copas nas taxas de crescimento das árvores de futura colheita;
- ii. Determinar os custos associados à implantação e manutenção do Desbaste de Liberação de Copas aplicado e verificar a viabilidade financeira da adoção do tratamento silvicultural.

1.4 Revisão de literatura

As florestas nativas da Amazônia possuem alta diversidade de espécies e estruturas, com indivíduos de diferentes idades e tamanhos e, sobretudo, com características ecofisiológicas distintas, o que torna o seu manejo uma tarefa muito complexa. Esta complexidade dos ecossistemas florestais tropicais dificulta as avaliações dos parâmetros biológicos, principalmente os relacionados com o crescimento e a produção (VATRAZ et al., 2012). Já para Dias (2000) um dos objetivos do manejo é a produção de árvores de maior porte e de melhor qualidade.

A exploração madeireira predominantemente praticada tem contribuído para a eliminação gradativa do seu potencial por ser feita sem planejamento e orientação técnica adequada, associadas às falhas de aplicação das leis (GAMA, 2000). Para Silva (2004), a aplicação de técnicas que reduzem os impactos da atividade madeireira sobre a floresta residual constitui o primeiro passo para manter a produtividade das florestas tropicais. Entretanto, somente a aplicação dessas técnicas não é suficiente para manter a capacidade produtiva da floresta. Este é o mesmo entendimento de Johns; Barreto e Uhl (1998) ao reportar que um componente importante do manejo da floresta é a adoção de práticas cuidadosas de exploração, desenhadas para reduzir os danos à floresta remanescente.

Para Lamprecht (1990), a construção de um povoamento florestal é resultado da interação de vários processos, em particular: o crescimento, a mortalidade e a regeneração. A dinâmica da floresta pode resumir-se no entendimento do comportamento das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade, em condições naturais e sob manejo. Essas informações são fundamentais para definir do ciclo de corte do manejo florestal, intensidade de colheita e para prescrição de tratamentos silviculturais nas florestas manejadas (ROCHA, 2001).

O estudo dos processos dinâmicos de uma floresta é de grande importância, visto que estes parâmetros indicam o crescimento e as mudanças ocorridas em sua composição e estrutura. Portanto, a predição confiável destes processos, principalmente para os parâmetros crescimento e produção, torna-se imprescindível para a adoção de tratamentos e medidas silviculturais adequados ao manejo da floresta sob regime de rendimento sustentado (HOSOKAWA; MOURA; CUNHA, 1998).

Independentemente dos objetivos em questão, é tarefa do silvicultor saber quando e como intervir na floresta de modo a conseguir um alto rendimento, mas sem afetar o equilíbrio ecológico. Estas questões só podem ser respondidas com o conhecimento das condições de sítio (sítio ecológico), de forma a se ter uma ideia do tipo de intervenção silvicultural, capacidade de regeneração e crescimento, intensidade de exploração, e também, para ter-se base para a planificação do orçamento das atividades florestais (RIBEIRO, et al. 2002).

Estudos sobre a caracterização da estrutura das florestas são fundamentais, pois permitem seu melhor entendimento, e contribuem para a melhor eficiência do manejo e emprego de tratamentos silviculturais mais adequados. A busca desse conhecimento se torna essencial, principalmente quando se visa à sustentabilidade da produção das florestas, ou seja, o fluxo contínuo de produtos e serviços florestais, minimizando os efeitos indesejáveis sobre o ambiente (JARDIM; SILVA, 2003).

Numa floresta o comportamento das espécies está intimamente ligado a fatores fisiológicos e do próprio meio ambiente. Fisiologicamente as espécies diferem uma das outras no aspecto temporal (crescimento e longevidade), enquanto o meio ambiente se encarrega de dosar a estrutura espacial (organização vertical e horizontal) e estratificação florestal. Processos esses, por vezes, muitos complexos.

Yang; Titus e Huang (2003), fazem lembrar a complexidade dos processos fisiológicos envolvidos no crescimento e mortalidade de uma árvore individual e/ou desenvolvimento de um povoamento. As florestas tropicais úmidas evoluem permanentemente porque os organismos morrem e outros nascem de maneira contínua (PUIG, 2008). Para o autor, a estrutura pode significar a distribuição das frequências de árvores ou a distribuição das áreas basais por classe de diâmetro; distribuição dos tipos biológicos, a estratificação, ou ainda a arquitetura da floresta. A estrutura também está vinculada a mecanismos de dinâmica florestal, os modos de disseminação, os comportamentos das espécies, a mortalidade, ou seja, a organização do próprio mosaico florestal.

1.4.1 Tratamentos silviculturais

Entende-se por tratamentos silviculturais todas aquelas intervenções realizadas na floresta que visam não somente aumentar a composição de espécies comerciais, a produtividade, a

qualidade e o valor econômico da floresta remanescente da colheita de impacto reduzido; mas também visa mitigar os efeitos ambientais adversos e potencializar benefícios do manejo sustentável da floresta (SOUZA; SOARES, 2013).

A extração de madeira em florestas tropicais é uma atividade que causa grandes impactos ao ecossistema. Por isso, representa o momento mais crítico na aplicação de um sistema de manejo visando a produção sustentável. O planejamento adequado dessa atividade é a chave para obter bons resultados, tanto do ponto de vista ambiental, como econômico (SILVA et al., 2001). O crescimento das árvores após a colheita é melhor na área de floresta colhida com manejo quando comparado à área de floresta colhida sem manejo. A perturbação das áreas florestais causadas pela colheita de madeira sem manejo causa danos e alterações biofísicas e, como resultado, diminui o crescimento das árvores (VIDAL; VIANA; BATISTA, 2002). Notadamente, a diminuição do crescimento se dá nas árvores que sofreram danos no tronco e na copa durante as atividades de derruba, construção de infraestruturas e atividade de arraste.

Para Zweede (1999) a exploração madeireira de impacto reduzido é uma melhoria em relação às práticas do passado, em que o dano é reduzido e mais árvores sobrevivem, mas pode sufocar o crescimento das melhores árvores, deixando concorrentes. A exploração é direcionada apenas a redução do impacto não é focado em alta produtividade. Não é a abundância das árvores residuais, mas sim a liberdade espacial para crescimento entre os indivíduos que determina a produtividade futura. A dinâmica e os mecanismos envolvidos no crescimento e desenvolvimento de espécies arbóreas podem ajudar a explicar muitos dos questionamentos levantados quando se pretende conciliar produção e conservação. No caso específico de manejo florestal, esse entendimento é fundamental em importantes tomadas de decisões, como: (i) escolha das espécies que podem ser exploradas; (ii) escolha das espécies que devem ser protegidas; (iii) projeção mais precisa do ciclo de corte; e (iv) prescrição de tratamentos silviculturais (SILVA, et. al. 2001).

Souza et al. (2004), comentam que a eficiência e a sustentabilidade do manejo das florestas tropicais naturais estão associadas à qualidade das operações de colheita de madeira e também aos tratamentos silviculturais, bem como à conservação da base de recursos florestais que lhes dão sustentações ecológica, econômica e social.

Os tratamentos silviculturais, na floresta Amazônica, ainda são pouco usados para aumentar a produtividade e a qualidade de madeiras nas florestas naturais. São feitos geralmente de forma seletiva, com o principal objetivo de melhorar as condições de luminosidade para as espécies de interesse econômico, utilizando técnicas de abertura do dossel (SANDEL; BAIMA; CARVALHO, 1998). Segundo Costa et al. (1998) e Azevedo et al. (2012) os tratamentos silviculturais são importantes para estimular e acelerar a taxa de crescimento da floresta, induzir a regeneração natural das espécies de interesse comercial, reduzir a competição por luz e nutrientes e eliminar os agentes impedidores de crescimento, tais como: outras árvores competidoras, cipós, palmeiras e bambus. As árvores eliminadas pelo tratamento silvicultural são, em geral, de espécies mais abundantes e sem valor comercial. O resultado dos tratamentos silviculturais, segundo Werger (2011), são melhores condições de luz para a vegetação remanescente e liberação de nutrientes das árvores em decomposição no local, tornando-se disponíveis para o crescimento das árvores remanescentes

As taxas de crescimento podem ser aceleradas pelos tratamentos silviculturais, que basicamente envolvem dois tipos: i) Liberação ou desbaste seletivo; ou ii) Refinamento ou desbaste sistemático. Os tratamentos silviculturais, além de acelerar o crescimento das árvores remanescentes, inclusive nas menores classes de diâmetro, também aumentam as taxas de ingressos de novos indivíduos na comunidade e têm seus efeitos comprovados em vários experimentos nas florestas tropicais do mundo (LAMPRECHT, 1993). Os tratamentos aceleram o crescimento das árvores remanescentes (OLIVEIRA, 2005), inclusive nas menores classes de diâmetro e têm seus efeitos comprovados em vários experimentos nas florestas tropicais do mundo (LAMPRECHT, 1993).

Algumas pesquisas relacionadas à aplicação de tratamentos silviculturais pós-colheita tem revelado que, o crescimento das árvores remanescentes ou beneficiadas pode ser duplicado em relação à floresta não tratada (SILVA, 2001).

De acordo com Ferreira et al. (1999), os tratamentos silviculturais a serem aplicados na Amazônia mais recomendados, considerando os aspectos técnicos e econômicos são: o Desbaste de Liberação (Seletivo), que objetiva liberar de competição as copas das árvores reservadas à segunda colheita e abrir espaço para o crescimento das árvores remanescentes; e o Desbaste Sistemático (Refinamento), que visa aumentar o crescimento da floresta

remanescente, pela redução da densidade da floresta, pela eliminação de parte da biomassa em pé, diminuindo, com isso, a competição por luz e nutrientes.

A vantagem do Desbaste de liberação proposto por Wadsworth (WADSWORTH; ZWEEDE, 2006) sobre o refinamento, que é executado de forma sistemática, é o fato de proporcionar menor impacto ecológico sobre a floresta, ou necessidade de um menor grau de domesticação. Além disso, a liberação é direcionada apenas para as árvores comercializáveis de futura colheita, com suficiente valor econômico para justificar tal esforço.

Os efeitos de um tratamento individual dura oito a dez anos, quando o crescimento em diâmetro das árvores comerciais começa a diminuir; e três intervenções são previstas durante um ciclo de corte (WERGER, 2011; SILVA, 1989), os autores recomendam a aplicação de tratamentos silviculturais a cada dez anos, após a colheita de madeira, para estimular a regeneração natural e manter um bom crescimento da floresta.

1.4.2 Corte de cipós

Segundo Vidal e Johns (2003) e Puig (2008), os cipós ocorrem em todo o mundo, com maior abundância e diversidade em florestas tropicais. Exercem papel importante no ecossistema (alimentos para a fauna, locomoção e fonte econômica). Entretanto, em florestas manejadas para produção de madeira, são considerados pragas, pois dificultam a extração e a silvicultura, exercendo ainda impactos negativos sobre o crescimento e regeneração das árvores. Na maioria dos sistemas silviculturais aplicados às florestas tropicais se prescreve o corte de cipós como um dos tratamentos silviculturais para acelerar o crescimento das árvores remanescentes (SOUZA; JARDIM, 1993).

Os tratamentos podem se constituir em limpezas e liberação da competição em copas para promover maior luminosidade. Jonkers (1987) afirma que os cipós devem merecer considerável interesse por parte dos silvicultores, uma vez que competem com as árvores por luz, água, nutrientes e espaço.

Lobão (1993) cita que a presença de cipós numa floresta tropical é motivo de preocupação constante, pois eles podem prejudicar o estabelecimento da regeneração, danificar a qualidade do tronco dos indivíduos do estoque de crescimento e dificultar e onerar a colheita florestal.

Detectar sua presença é uma atividade imprescindível ao manejo de florestas tropicais, visto que os cipós podem interferir de forma negativa na segurança, nos custos, nos danos e nos tratamentos silviculturais.

No trabalho de Vidal; Viana e Batista (2002) as árvores sem cipós em suas copas cresceram 2,2 vezes mais do que aquelas com cipós. A forma e a distribuição da copa, exposição solar direta, eliminação dos cipós presentes e anelamento de árvores vizinhas que foram selecionadas e tratadas, de acordo com Taffarel (2012), aumentaram de forma significativa o incremento diamétrico dessas árvores em relação àquelas com copas irregulares, sombreadas e com presença de cipós. Portanto práticas silviculturais como, por exemplo, cortes de cipós são necessárias para acelerar o crescimento das árvores que compõe o estoque para as próximas colheitas.

A adoção do corte de cipós como parte de uma estratégia maior para a recuperação do potencial de produção de madeira nas florestais tropicais exploradas parece justificada. Em geral, os cipós interligam cada árvore com a copa de três a nove outras árvores vizinhas. Essas plantas podem desempenhar múltiplas funções no ecossistema, mas por outro lado, podem aumentar os danos da extração e retardar o crescimento das árvores. (VIDAL; GERWING, 2003; PUIG, 2008; SILVA, 2001).

1.4.3 Desbastes de árvores

Dentre os tratamentos silviculturais existentes, os Desbastes se caracterizam por aumentar a proporção de espécies comerciais do povoamento sem eliminar significativamente as espécies indesejáveis. Tem sido usado em países com dificuldades de financiar as atividades florestais com altos custos de mão de obra com a finalidade de obter um maior rendimento econômico e menor impacto ambiental (RIBEIRO et al., 2002). Entretanto, até meados dos anos 2000 a prática de tratamentos silviculturais era incipiente.

Segundo Jardim et al. (1996), em termos silviculturais, a abertura do dossel pode ser feita de duas maneiras principais: pela derruba de árvores na exploração florestal ou nos desbastes, com o uso de técnicas de anelamento de árvores, com ou sem envenenamento. O anelamento tem um efeito lento e gradual, geralmente é efetivo, fácil de efetuar, de baixo custo e de baixo nível de danos sobre o povoamento residual (RIBEIRO et al., 2002).

Desbastes objetivam concentrar os fatores de crescimento em árvores que atingirão as maiores dimensões e reduzir a competição entre elas, evitando, com isso, a utilização de nutrientes e água por indivíduos menos aptos. Após a aplicação de um desbaste, as árvores remanescentes retomam o crescimento em diâmetro, e com o passar dos anos o ritmo de crescimento vai diminuindo, até atingir uma idade em que ocorre um novo início de estagnação. Nesse momento, deve-se efetuar um novo desbaste ou, então, o corte final (DIAS, 2000).

Costa; Silva e Carvalho (2008), ao analisarem as taxas de crescimento de árvores em floresta de terra firme na flona Tapajós, observou que o crescimento das árvores foi favorecido após a exploração, sendo que este efeito benéfico foi dissipado no decorrer dos anos, havendo a redução do crescimento da floresta. Segundo os autores isso deve ser considerado como um indicativo da necessidade de aplicar desbaste na floresta.

Os desbastes além de elevar as taxas de crescimento diamétrico, proporcionam a manutenção da taxa de crescimento volumétrico das árvores liberadas, além de apresentam uma série de vantagens, como permitir a concentração do crescimento em árvores remanescentes de melhor qualidade, a obtenção de produtos finais de melhor qualidade e o aumento da produção de madeira comercializável, melhorando a rentabilidade das florestas e diminuindo riscos de produção. Segundo Wyatt-Smith (1986), o desbaste de liberação numa floresta é direcionado para a eliminação de árvores concorrentes maiores em detrimento do favorecimento de indivíduos promissores imaturos de futura colheita.

Os desbastes seletivos aplicados em florestas tropicais, ao reduzir a densidade de indivíduos, também reduzem a competição por espaço, luz e nutrientes, proporcionando o crescimento em altura e área basal das árvores remanescentes, até que a capacidade do sítio seja novamente atingida, quando, então, haverá necessidade de nova intervenção (SILVA et al., 2001).

Conforme classificação de Rollinson (1988) são dois os tipos de desbastes, Seletivo e Sistemático. Para o autor, o desbaste Seletivo pode ser por baixo (low thinning) ou por cima (crown thinning). Por baixo, são colhidas árvores suprimidas e intermediárias, para favorecer árvores dominantes e codominantes, e por cima, são colhidas árvores codominantes e dominantes, com o objetivo de favorecer o crescimento de árvores destas mesmas classes; já

no desbaste Sistemático, as árvores são colhidas sem considerar a posição das árvores no dossel de copas.

Os tratamentos são mencionados como refinamentos e consistem em favorecer futuras árvores pela redução da concorrência, através da morte de categorias específicas de árvores sem valor comercial e corte de cipós. Normalmente operações silviculturais iniciam de um a dois anos após encerramento da exploração (WERGER, 2011).

1.4.4 Mecanismos de anelamento

O tratamento silvicultural é importante para estimular o crescimento da floresta e induzir a regeneração natural das espécies de interesse comercial, pois reduz a competição por luz e nutrientes e elimina os agentes impedidores de crescimento, tais como: cipós, palmeiras e bambus (COSTA et al., 1998).

Azevedo (2012) cita como exemplo de tratamento silvicultural, o anelamento de árvores, aplicado nas florestas tropicais com o objetivo de manter ou até aumentar a produtividade das espécies exploradas comercialmente para o próximo ciclo de corte.

As consequências positivas são, com a morte das árvores de forma lenta e gradual, sua queda diminui o impacto sobre a vegetação remanescente provocando baixo nível de danos sobre o povoamento restante, pois a copa e os ramos desintegram-se e vão caindo gradualmente, primeiramente as folhas, depois os pequenos ramos e finalmente os galhos mais desenvolvidos e quando as árvores tratadas morrem o processo não implica em brusca admissão de luz sobre o solo florestal, reduzindo ao mínimo as possibilidades de sua dessecação pela ação do sol e do vento, ou ainda, impactos repentinos e violentos sobre aquelas árvores que toleram sombra (OLIVEIRA, 2005; RIBEIRO et al., 2002; JARDIM, 1995).

A anelagem é conhecida como um método silvicultural mais tradicional de eliminar árvores sem derruba (CARVALHO, 1981), tornando-se a técnica mais usada na eliminação de indivíduos indesejáveis (RIBEIRO et al., (2002).

Segundo Jardim (1995) é uma técnica que consiste em retirar a casca e entrecasca da árvore em redor do fuste, provocando uma descontinuidade nos elementos vasculares e interrompendo o transporte de metabólitos. O anelamento requer cortes sucessivos e intercalados ao redor do tronco, a fim de retirar uma faixa de cerca de 10 a 15 cm de largura da casca (floema) na altura do diâmetro à altura do peito (DAP) da árvore.

O mecanismo de anelar pode ser realizado com o auxílio de machadinha ou facão. Dessa forma, impede-se a condução de seiva elaborada para as raízes da planta através da retirada da casca e por vezes parte da madeira, provocando, após algum tempo, a morte do indivíduo (AMARAL et al., 1998; RIBEIRO et al., 2002).

De acordo com Sandel; Baima e Carvalho (1998) e Jardim (1995) existem vários tipos de anelagem, entre eles a anelagem completa e a anelagem com entalhes. Também mencionam que a anelagem pode ser feita com ou sem a utilização de arboricidas ou qualquer produto químico. Para Ribeiro et al. (2002), outra variante é a Perfuração, que consiste em fazer furos no tronco que penetram até ao cerne. Na perfuração, a desvitalização efetiva das árvores indesejáveis, normalmente é conseguida combinando com arboricidas. Esta técnica facilita a desvitalização das árvores já que requer um ou poucos pontos no tronco da árvore, e se faz de maneira rápida, sem grandes dificuldades. A técnica pode ser aplicada em árvores com diâmetros grandes e árvores com troncos deformados e/ou acanalados.

1.4.5 Diferentes concentrações de arboricida na desvitalização de árvores

O envenenamento é uma técnica alternativa útil para aumentar a eficiência do anelamento e a perfuração. Nessas associações segundo Ribeiro et al. (2002), as árvores são desvitalizadas principalmente com arboricidas sistêmicos (fitohormonas) que são, em princípio, inofensivos para as pessoas e os animais. Esses arboricidas são aplicados ao redor do tronco anelado ou nos orifícios perfurados, em diversas concentrações, misturados principalmente com água. O herbicida pode penetrar na planta através de outras rotas.

Turner e Loader (1974), relataram que formulações de glifosato solubilizadas em óleo possibilitaram essa substância penetrar pela casca de espécies arbóreas e desestabilizá-las. Para o tratamento ser mais eficaz, as árvores devem receber o produto no fim do verão ou no

início do outono, mas não quando elas estiverem sob estresse de água (EHOW BRASIL, 2014).

Quando o glifosato é aplicado sobre as plantas, ocorre inicialmente uma rápida penetração, seguida por uma longa fase de lenta penetração, sendo que a duração dessas fases depende de numerosos fatores, incluindo espécie, idade, condições ambientais e concentração do glifosato e surfatante. O glifosato é móvel no floema e é rapidamente translocado por todas as partes da planta, mas tende a se acumular nas regiões meristemáticas. (YAMADA; CASTRO, 2004).

Segundo Prata et al. (2000) o glifosato atua muito bem como herbicida e não apresentará efeito onde não foi aplicado, pois a molécula não se move no solo, por apresentar rápida e alta taxa de adsorção. A principal rota de degradação do glifosato são os microrganismos de solo e água (por processos aeróbicos e anaeróbicos), que o decompõem em compostos naturais. Uma característica importante do glifosato é a sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação por microrganismos do solo, sendo que sua meia-vida média (tempo médio necessário para que metade da quantidade aplicada do produto seja degradada) é de 32 dias (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

1.4.6 Crescimento

Nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição e estrutura, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais e ecológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sob manejo (SCOLFORO, 1998).

Conhecer o crescimento das árvores individuais e do povoamento florestal é uma informação fundamental para o silvicultor que pretende administrar e planejar mais adequadamente as atividades florestais, principalmente, quando se refere à produção de madeira comercial para atender à demanda das indústrias (COSTA; SILVA; CARVALHO, 2008). À medida que as árvores crescem, suas copas e raízes necessitam progressivamente de maior espaço para a continuidade do crescimento em diâmetro. Não havendo mais espaço para o crescimento, inicia-se a competição intraespecífica, e não havendo nenhuma interferência, essa competição irá resultar na morte dos indivíduos menos aptos (DIAS, 2000).

Segundo Scolforo (1998), o crescimento das árvores ou do povoamento é um fenômeno importante que ocorre na floresta, sendo definido como o alongamento e engrossamento das raízes, troncos e galhos, influenciando diretamente o peso, volume e forma de cada árvore e, conseqüentemente, do povoamento. No entanto, os conhecimentos sobre o crescimento da floresta ainda são incipientes (SILVA et al., 1995), especialmente o crescimento comparativo da floresta remanescente, explorada de forma não planejada ou com o emprego de manejo florestal.

Na região amazônica, até o início dos anos 1980, havia poucas informações sobre a dinâmica de crescimento das florestas. A partir de 1981, a Embrapa estabeleceu experimentos silviculturais na Amazônia Oriental, onde um dos propósitos foi justamente conhecer melhor a dinâmica de crescimento das florestas de terra firme dessa região (SILVA et al., 2001).

O frequente recrutamento e as elevadas taxas de incremento constituem o primeiro indicativo de que a floresta possui características favoráveis ao manejo para produção de madeira (FINEGAN; CAMACHO, 1999). Portanto, o conhecimento das taxas de crescimento, ingressos e mortalidade, principalmente em espécies de interesse econômico é de fundamental importância para o planejamento da produção e determinação dos ciclos de corte de florestas tropicais (VATRAZ et al., 2012; COSTA; CARVALHO; BERG, 2007).

A maior parte dos estudos publicados sobre crescimento e rendimento de florestas tropicais enfatiza apenas a escala de ecossistema ou de povoamento florestal, sem levar em consideração o padrão de crescimento individual das espécies (SILVA et al., 2003). A taxa média de incremento diamétrico das árvores em florestas exploradas sem tratamentos silviculturais varia de 0,1 a 0,5 cm.ano⁻¹ em espécies com valor comercial madeireiro nas florestas tropicais, enquanto em florestas exploradas com tratamentos silviculturais, de 0,6 a 1,0 cm.ano⁻¹ (GRAAF, 1986; SILVA, 1989; SILVA et al., 1995). A taxa média de incremento diamétrico das árvores nas florestas tropicais varia por diversos fatores, porém, raramente é superior a 1,0 cm ano⁻¹ (SCHMIDT, 1987). Entretanto, é de se esperar que a taxa média de incremento diamétrico oscile para mais e para menos de 1,0 cm ano⁻¹ em função das condições de sítio e composição das espécies de crescimento rápido e lento.

Silva (1989) demonstrou que o efeito benéfico da abertura do dossel no desenvolvimento das árvores perdura até quatro anos após a exploração, quando o crescimento médio em diâmetro

diminui para todas as espécies, devido ao fechamento de dossel e, por conseguinte, maior competição, por luz e por nutrientes. Caso não haja medidas de estímulos ao crescimento, é natural que a taxa de crescimento diminua até atingir o nível de uma floresta não explorada.

Wadsworth e Zweede (2006), referindo-se aos resultados de um experimento de desbaste de liberação durante 5,7 anos em Paragominas, Pará, reportaram que o crescimento da floresta onde se aplicou o tratamento foi 20% superior à floresta não tratada.

Silva (1989) comentou que com uma exploração madeireira média de 40 m³/ha, com pré-mapeamento das árvores e corte direcionado para minimizar os danos às árvores reservadas para a segunda colheita, seria possível esperar um incremento diamétrico médio de 0,7 a 1,0 cm ano⁻¹ e uma produtividade volumétrica em torno de 2 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. Ao passo que, segundo Silva (2001) a adoção de tratamento silvicultural faz com que o crescimento das árvores em uma floresta seja duas vezes maior em relação à floresta que apenas foi colhida e que posteriormente não recebeu qualquer intervenção silvicultural.

Taffarel (2012) observou numa floresta em Paragominas-Pa que ocorreu maior crescimento das árvores selecionadas para as próximas colheitas nas amostras exploradas e tratadas. As árvores tratadas por meio de liberação de copas, seja por corte de cipós ou anelamento de árvores competidoras, cresceram mais do que aquelas não tratadas, podendo-se inferir que o período dos próximos ciclos de corte pode ser reduzido. Outro importante resultado foi que o crescimento das árvores de maior porte foi maior que as de menor porte, assegurando que nas próximas colheitas haverá um estoque de indivíduos de grande porte para serem aproveitados.

1.4.7 Mortalidade e efetividade de tratamentos na mortalidade de árvores

Mortalidade refere-se ao número de árvores que foram mensuradas inicialmente, que não foram cortadas, e morreram durante o período de crescimento. Entre um inventario e outro, a mortalidade pode ser causada por diversos fatores como: idade ou senilidade; competição e supressão; doenças ou pragas; condições climáticas; fogos silvestres e por anelamento e envenenamento, injurias, corte ou abate da árvore (SANQUETTA et al., 1996) e a taxa de mortalidade difere entre espécie e o sitio (REZENDE, 2002).

Segundo Louman; David e Margarita (2001), o índice de mortalidade pode ser representado pela diferença entre o tamanho da população no ano X e no ano X+n, ou seja, a porcentagem da população no ano X. A população ano X+n representa a sobrevivência da população depois de n anos. A mortalidade pode variar de um ano para outro, e é função do número de árvores, do diâmetro e da idade.

Para Swaine; Lieberman e Putz (1987) e Condit; Hubbel e Foster (1995), a mortalidade numa floresta tropical não perturbada é modesta: em média 1% das árvores está morrendo anualmente, mas os maiores valores de 2-3% também têm sido relatados em literatura. Expresso em termos de volume de madeira ou biomassa, perdas devido à mortalidade estão na mesma ordem de grandeza que os ganhos devido ao crescimento de árvores sobreviventes e isso faz com que a mortalidade seja um parâmetro crucial para a sustentabilidade.

Carvalho (1981) utilizou o método de anelagem profunda em 700 árvores (20 espécies arbóreas) com DAP variando de 10 a 50 cm numa área de 35 ha na Floresta Nacional do Tapajós. Após um ano de aplicação do tratamento foi constatada a mortalidade de 21%, que aumentou para 76% decorridos três anos. As espécies jeniparana (*Gustavia augusta* L.), Jutairana (*Crudia* sp) e papa-terra (*Miconia* spp) foram completamente extintas pela anelagem.

Costa et al. (1998), ao testar a efetividade do arboricida Tordon 2,4 D (Trietanalamina do 2,4 D e Picloram) a uma concentração de 10%, na desvitalização de árvores em tratamento silvicultural numa floresta natural, dois anos depois da aplicação atingiu, 65% de mortalidade do total de árvores tratadas. A família Apocynaceae foi a mais resistente ao anelamento com desvitalização, com sobrevivência de 92% dos indivíduos tratados. Enquanto os tratamentos foram totalmente efetivos com indivíduos das famílias Anacardiaceae, Caesalpiniaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae e Violaceae onde a mortalidade foi de 100%.

Wadsworth e Zweede (2006), ao fazer aplicação de glifosato a uma concentração de 33% em anelamentos do tipo xadrez, observaram que das 527 árvores competidoras tratadas, 74% estavam mortas ou morrendo após 6 meses.

1.4.8 Avaliações financeiras de projetos florestais

Rezende e Oliveira (2001) enfatizam que todo projeto antes de ser implementado, deve submeter-se a um teste de viabilidade econômica, que consiste em verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários. A análise econômica de um investimento envolve o uso de técnicas e critérios de avaliação que comparam os custos e as receitas inerentes ao projeto, visando decidir se ele deve ou não ser executado.

Basicamente, uma análise financeira permite prever quais os recursos financeiros que cobrirão as despesas, permitindo verificar e garantir o equilíbrio da tesouraria de um determinado projeto. O objetivo da análise financeira é utilizar as previsões do cash-flow (fluxo de caixa). A análise financeira reúne os fluxos financeiros do investimento, distribuídos entre o investimento total, as despesas e receitas de exploração, as fontes de financiamentos e a análise do cash-flow para a viabilidade financeira (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA, 2003).

Um projeto de investimento consiste na identificação e análise das consequências mais importantes de certa decisão de aplicar recursos de capital. Essas consequências mais importantes variam de um projeto para outro, mas geralmente incluem as de ordem econômico-financeira (PENA; HOMMA; SILVA, 2011). Em sua avaliação da valoração econômica de recursos ambientais Motta (1997), menciona que a comparação entre as diferentes opções de uso do solo indica que os benefícios financeiros gerados pelo uso sustentável da floresta tendem a exceder aqueles resultantes de sua conversão, seja para silvicultura ou para a pecuária.

Conforme Santana (2005), de posse do fluxo de caixa, pode-se fazer a análise de viabilidade econômica de cada atividade individualmente ou do conjunto das atividades, de acordo com a conveniência do analista. Com o emprego de técnicas de manejo, os danos ecológicos à estrutura da floresta, bem como os desperdícios de madeira podem ser reduzidos em até 30% (JOHNS; HOMMA; SILVA, 1997; GERWING; JOHNS; VIDAL, 1996); e a demanda de madeira pode ser atendida com o uso de apenas um terço da área que é explorada de forma não planejada (BARRETO et al., 1998). Estes autores, estudando os custos e benefícios do manejo florestal, chegaram à conclusão que a exploração planejada foi 35% mais rentável.

As técnicas da engenharia econômica a partir da ciência dos juros compostos continuam sendo a principal ferramenta metodológica para avaliações de projetos de investimentos sejam estes para fins de implantação, modernização ou fusão (PENA; HOMMA; SILVA, 2011).

Rice; Gullison e Reid (1997) e Wasdworth e Zweede (2006) mencionam que a consecução de uma meta de produtividade de madeira natural em florestas enfrenta um equívoco humano, que as florestas tropicais, uma vez explorado, já não são uma fonte financeiramente rentável de madeira. Os autores complementam que, a sabedoria de investir em florestas por 30 anos ou mais, com acréscimo de valor não é demonstrada questionável. Visto de forma holística, com todos os benefícios da floresta, selecionar madeiras tropicais pode ser sempre mais valioso do que os seus custos.

Outro aspecto importante e abordado por Graça; Rodigheri e Conto (2000) refere-se a questão temporal. Para a autora, o tempo requer que a análise financeira leve em consideração o desconto dos fluxos anuais para o presente, ou seja, o uso de uma taxa de descontos que impute valores que serão recebidos no futuro, visto que 1 real amanhã valerá menos que 1 real hoje.

Silva (2001), a silvicultura pós-colheita ainda é uma ação pouco empregada. Entre as causas de sua não adoção pode-se citar a falta de conhecimento e experiência, o longo período para a recuperação do capital e os custos das atividades.

1.4.8.1 Custos operacionais em tratamentos silviculturais

Vários autores têm apontado a necessidade de se fazer estudos de viabilidade da adoção de tratamentos silviculturais (TAFFAREL, 2012). O mesmo entendimento tem Wadsworth e Zweede (2006), quando declararam que o desbaste de liberação, se integrado com a exploração madeireira de impacto reduzido, deve revelar-se rentável.

A escolha entre as formas de execução dos refinamentos depende do comportamento ecofisiológico das espécies e de fatores econômicos (JARDIM, 1995). Por exemplo, se há mercado para os produtos obtidos dos refinamentos, as receitas auferidas podem compensar os custos dos tratamentos silviculturais e, dessa forma, aumentar a viabilidade econômica do manejo. Porém, a adoção desse tipo de tratamento com propósitos econômicos deve ser

critérios regulamentada, para precaver o seu uso indiscriminado (PRONK; HAQ, 1992).

Werger (2011) referindo-se ao sistema Celos chama a atenção que os dois principais fatores de custo da aplicação de tratamentos silviculturais naquele sistema referem-se a insumos de mão de obra e arboricida de campo. Os custos de trabalho, inclusive mão de obra, incluem todas as sub-operações de refinamento, como seleção e marcação de árvores de futuras colheitas, corte de cipós, frilling (técnica usada para injetar arboricida em uma árvore) e aplicação do arboricida nas árvores competidoras.

Costa et al. (1998) ao comparar os custos de desbaste seletivo contra o desbaste sistemático em uma floresta na região do rio Juí, Pará, concluíram que apesar do primeiro ter sido realizado em torno das árvores selecionadas para a próxima colheita, teve custo menor do que o desbaste sistemático (refinamento) devido ao tempo gasto para seleção das árvores a serem eliminadas, exigindo maior ocupação da mão-de-obra.

Para Timofeiczuk Junior, et al. (2008) os custos operacionais ocorrem após a fase de implantação do projeto e são necessários para o seu pleno funcionamento. Referente aos custos, frequentemente, os custos mais significativos são os relativos ao pessoal e à manutenção - ordinária e extraordinária (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA, 2003).

Graça; Rodigheri e Conto (2000) recomendam que na atividade florestal, qualquer análise financeira requer que, primeiramente os custos sejam apurados e depois dessa contabilização, sejam devidamente descontados para uma mesma base, podendo ser para o presente, através do valor presente, ou para o futuro, através do valor futuro. A autora enfatiza que como o custo operacional é sempre maior que o custo variável (médio). O produtor pode seguir esse custo operacional como uma forma segura de avaliar sua performance econômica.

Para Werger (2011) não é possível proporcionar informação definitiva sobre os custos de intervenção com o tratamento pós-exploratório, nem utilizá-la como padrões globais de aplicabilidade por causa da grande variabilidade dos fatores de custo condicionado (composição da floresta e características do terreno), pois são fatores que variam muito de região para a região e até mesmo de local para local. Além disso, o registro de custos é muitas vezes específico da empresa em termos de objetivos de produção, métodos operacionais e

habilidades de pessoal. Portanto, avaliações de custos não deveriam ser feitas ocasionalmente, mas regularmente, como instrumento de gestão.

1.4.8.2 Indicadores e critérios de avaliação financeira

Os investidores dispõem de diversos métodos para a análise de um investimento. Cada um destes enfoca uma variável diferente. O Valor Presente Líquido - VPL volta-se para o valor dos fluxos de caixas obtidos à data base. A ideia da Taxa Interna de Retorno – TIR surgiu como mais um modelo de análise de investimento, dessa vez voltada para a variável taxa. A utilização da TIR tenta reunir em apenas um único número o poder de decisão sobre determinado projeto. Esse número não depende da taxa de juros de mercado vigente no mercado de capitais (daí o nome taxa interna de retorno). A TIR é um número intrínseco ao projeto e não depende de nenhum parâmetro que não os fluxos de caixa esperados desse projeto (PENA; HOMMA; SILVA, 2011).

Santana (2005) recomenda elaborar o orçamento unitário de uma única atividade. Porém, para um projeto que envolve mais de uma atividade, é conveniente preparar os orçamentos unitários para cada atividade e depois compor um fluxo de caixa geral.

Berger (1980) explica que muitos são os critérios sugeridos e utilizados para avaliar alternativas de investimento ou desenvolvimento de projetos. Dentre os mais conhecidos e empregados ressaltam-se o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício/custo (B/C). A TIR e o VPL são incluídos nos principais quadros da análise financeira e econômica. Estes indicadores devem dar uma informação concisa sobre o desempenho do projeto e podem servir de base à sua classificação (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA, 2003).

1.4.8.3 Análise de sensibilidade

O objetivo da análise de sensibilidade é a seleção das variáveis e parâmetros “críticos” do modelo, ou seja, aqueles cujas variações, positivas ou negativas em relação ao valor utilizado como melhor estimativa no caso de referência, têm um efeito mais pronunciado na TIR ou no VPL, no sentido em que originam as alterações mais importantes destes parâmetros (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA, 2003)

A análise de sensibilidade permite medir em que proporção uma alteração pré-fixada em um ou mais itens do fluxo de caixa do projeto altera o resultado final. Como exemplo, pode-se testar o que ocorre com a taxa interna de retorno se o custo de produção sofrer um aumento de 10%, ou se o preço do produto cair em 10%. Procedendo desta forma, é possível observar o grau de sensibilidade do projeto a essas mudanças (SANTANA, 2005).

Rezende e Oliveira (2001) mostram que a relação entre a taxa de juros e o VPL é inversa, ou seja, quanto maior a taxa de juros, menor o VPL e vice-versa. Com base nessa constatação, pode se realizar uma análise da sensibilidade do VPL em função da variação da taxa de juros. Esse tipo de estudo mostra o quanto os projetos são afetados pela variação da taxa de juros, possibilitando até identificar graficamente uma aproximação da taxa de juros que marca a interface entre os intervalos de taxas de juros que determinam a viabilidade ou inviabilidade de projetos, ou seja, uma aproximação da TIR.

1.5 Material e métodos

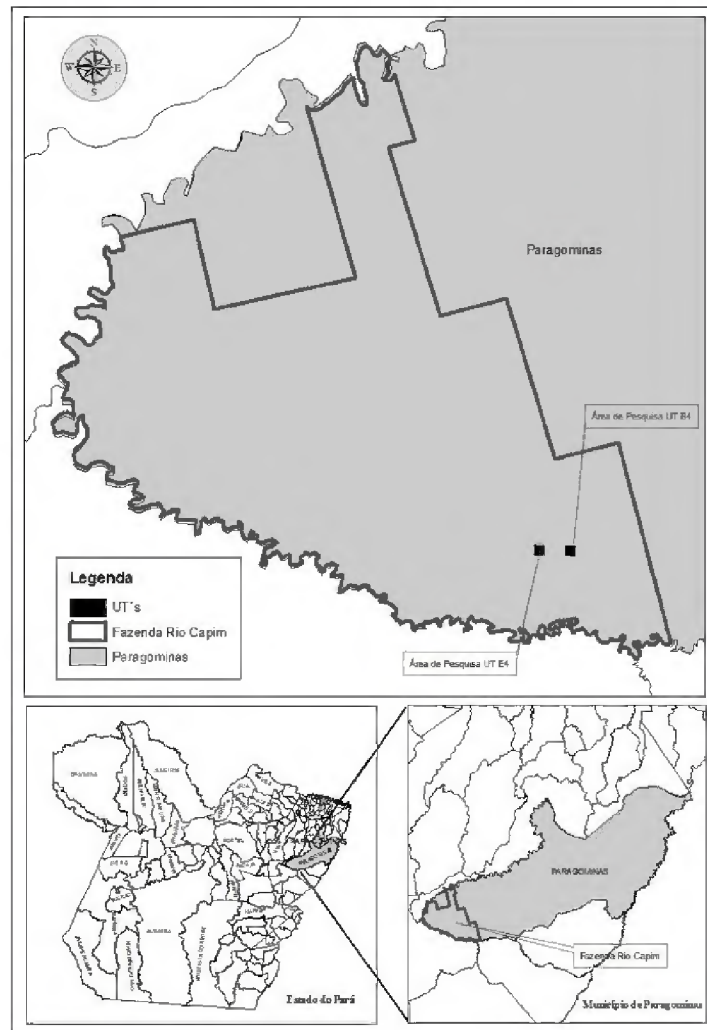
Trabalho desenvolvido na área da fazenda Rio Capim, de propriedade da Cikel Brasil Verde S.A, na Unidade de Manejo Florestal número 3.0. As parcelas do tratamento estão instaladas na Unidade de Trabalho (UT) E4 da Unidade de Produção Anual ano 2006.

1.5.1 Descrição da Área Experimental

1.5.1.1 Localização

Esta pesquisa foi desenvolvida em uma unidade de trabalho (UT) situadas na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas, estado do Pará (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica da fazenda Rio Capim e da área experimental Uts E4.



Fonte: Instituto Floresta Tropical (2014)

A fazenda Rio Capim está situada entre as coordenadas geográficas $-03^{\circ} 44' 47,43600''$ de latitude Sul e $-48^{\circ} 28' 34,600''$ de longitude Oeste de Greenwich. Trata-se de uma área demonstrativa de Manejo Florestal e Exploração de Impacto Reduzido (MF-EIR), implantado e conduzido pelo Instituto Floresta Tropical desde 2002.

1.5.1.2 Vegetação

A vegetação da área onde foi instalada a pesquisa é classificada como Floresta Ombrófila Densa, também conhecida como Floresta Equatorial Úmida de Terra firme. Caracteriza-se por apresentar um dossel fechado, elevada biomassa e algumas árvores emergentes, com altura variando de 30 a 50 metros (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

A história da Fitogeografia brasileira é antiga e teve início com a classificação do naturalista alemão Carl Friedrich Philipp von Martius, em 1824, que usou nomes de divindades gregas para sua divisão botânica. Após Martius, houve várias tentativas de novas classificações, sem que nenhuma alcançasse completa aceitação e consenso. O termo Floresta Ombrófila Densa, criado por Ellenberg e Mueller-Dombois em 1967, substituiu Pluvial (de origem latina) por Ombrófila (de origem grega), ambos com o mesmo significado “amigo das chuvas”. Além disso, os autores empregaram pela primeira vez os termos Densa e Aberta como divisão das florestas dentro do espaço intertropical, muito embora este tipo de vegetação seja conhecido também pelo nome original de “Floresta Tropical Pluvial” (IBGE, 2012).

Este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos - subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. Assim, a característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas e de alta precipitação (IBGE, 2012).

Uhl et al. (1997), mencionam que o município de Paragominas tem floresta perenifolia com um dossel de 25 a 40 m de altura e uma biomassa acima do solo de aproximadamente 300 toneladas/ha. A floresta apresenta mosaicos que diferem na estatura, biomassa e abundância de cipós infrequentes; árvores de estatura média de 15m a 25m e a densidade de cipós escandentes de 2500 indivíduos/ha, chegando a 5500 indivíduos/ha na floresta de estatura baixa, inferior ou igual a 15m (GERWING; FARIAS, 2000).

Censos florestais executados pelo IFT nesse ambiente revelaram volume de espécies comerciais de 52 a 66 m³/ha, a partir de 45 cm de diâmetro, sendo as espécies de madeiras pesada a intermediária com maior ocorrência. Entre as espécies comerciais mais importantes observadas neste ambiente, destacam-se: Maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chev.), Cupiuba (*Goupia glabra* Aubl.), Piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.), Tauari (*Couratari guainensis* Aubl.), Acapú (*Vouacapoua americana* Ducke), Tachi preto (*Tachigalia myrmecophylla* (Ducke) Ducke), Jarana (*Holopyxidium jarana* Huber ex Ducke), Melancieira (*Alexa grandiflora* Ducke), e Faveiras (*Parkia* spp.).

1.5.1.3 Clima

De acordo com Bastos et al. (2006), os valores de temperatura, umidade do ar e chuva, caracterizaram o município como clima quente e úmido, do tipo Aw1 da classificação de Köppen (Clima tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem) e B1wA'a', da classificação de Thornthwaite (Clima tropical úmido, com expressivo déficit hídrico). Durante o período analisado no município de Paragominas (1973-2004), os valores médios anuais de temperatura foram de 26,3° C. A precipitação pluviométrica média anual foi de 1742,9 mm, e oscilou entre os meses de 28 mm (agosto e setembro) a 357 mm (março). A distribuição das chuvas durante os meses definiu quatro períodos: chuvoso, entre fevereiro e maio; estiagem em junho; seco entre julho e novembro; transição de dezembro a janeiro. A umidade relativa do ar é de 81% (WATRIN; ROCHA, 1992; BASTOS et al., 2006).

1.5.1.4 Geologia e Geomorfologia

A área apresenta uma topografia que vai de plana a suavemente ondulada, (SOMBROEK, 1986). Situa-se no Domínio Morfoestrutural dos Planaltos em sequência Sedimentares Não Dobradas (IBGE, 1996) caracterizados por superfícies estruturais aplainadas, na forma de extensos chapadões, com altitudes médias em torno de 200 m, limitados por planaltos dissecados sob a forma de cristas, interflúvios tabulares e desenvolvidos em rochas sedimentares constituídas de argilitos, da Formação Ipixuna, do período Cretáceo Superior e pertencente a Bacia do Grajaú (GÓES, 1995; MONTEIRO; COELHO; BARBOSA, 2009) e por planícies aluviais.

O relevo da área experimental está numa das cinco regiões Geomorfológicas classificadas pelo Radambrasil e IBGE. Pertence a região Planalto Rebaixado da Amazônia, que ocorre na região Oeste de Paragominas junto ao vale do rio Capim constituindo as unidades morfológicas dos baixos platôs (Dt) e compartimentos rebaixados e/ou aplainados (Pri, Pru) de idade neogênica, esculpidos nos sedimentos das Formações Barreiras e da Formação Ipixuna (MONTEIRO; COELHO; BARBOSA, 2009).

Os terrenos geológicos dispostos na região de Paragominas pertencem a Bacia do Maranhão, conforme definição de Mesner e Wooldridge (1964). Contudo, mais recentemente, Góes (1995) admitiu para esta extensa Província Sedimentar, uma evolução policíclica, possibilitando sua compartimentação em diferentes bacias as quais foram denominadas de

Parnaíba (propriamente dita), Alpercatas, Grajaú e Espigão–Mestre. Dentro dessa nova conceituação, a região situa-se na Bacia do Grajaú, em cuja estratigrafia pode ser identificada, da base para o topo, nas unidades geológicas: Formação Ipixuna, Cobertura Detrito–Laterítica Paleogênica, Cobertura Sedimentar Pleistocênica, e Depósitos Aluviais.

O local onde o experimento foi instalado está sob a unidade litoestratigráfica “Cobertura Detrito–Laterítica Paleogênica”. Esta unidade ocorre como platôs (coberturas dentritico-lateríticas) sobre sedimentos cretáceos no trecho entre Paragominas-Pa e Açailândia-Ma (MONTEIRO; COELHO; BARBOSA, 2009).

1.5.1.5 Solos

Conforme Rodrigues et al. (2000; 2003), os principais solos mapeados na região do Município de Paragominas foram: Latossolos Amarelos; Argissolos Amarelos, Plintossolos, Gleissolos e Neossolos. Estes solos foram classificados com base nos critérios e características diferenciais para enquadrá-los no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1988). Conforme os autores, que realizaram um recente e vasto estudo na região, os solos presentes ali, apresentam fertilidade muito baixa, condicionados pela baixa reserva de nutrientes essenciais às diversas culturas, principalmente cálcio, magnésio, potássio, fósforo e nitrogênio, além de alta saturação por alumínio. Os Latossolos Amarelos de textura média e muito argilosa são dominantes nas redondezas, e os Latossolos e Argissolos encontrados em áreas de relevo plano e suave ondulado, sem presença de concreções lateríticas, possuem boas propriedades físicas como profundidade, drenagem, permeabilidade e friabilidade. Já os Latossolos e Argissolos que não apresentam concreções lateríticas na massa do solo, necessitam de correções para o uso agrícola.

1.5.1.6 Hidrografia

Watrin e Rocha (1992) descrevem que o município de Paragominas é drenado por duas importantes bacias, rio Capim e rio Gurupi. A área do estudo é banhada pelas bacias dos rios Capim, que limita a área a Noroeste, e o do Surubijú, que faz limite ao Sul. Outros rios de menor porte drenam a área, tais como os rios Cauaxí, Candiru - Açú, Potiritá, Água Boa, Camaoi, Timbó Açú e Matamatá, afluentes do rio Capim. Além desses rios, diversos igarapés completam a hidrografia da área (LEAL, 2000).

REFERENCIAS

- AMARAL, P. H. C.; VERISSIMO, J. A. O.; BARRETO, P. G.; VIDAL, E. J. S. **Floresta para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia.** Belém: Imazon, 1998. 137 p.
- AZEVEDO, C. P. et al. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na floresta do Jari, Amapá. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 315 - 324, abr./jun. 2012.
- BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. **Custos e benefícios do manejo florestal para a produção de madeira na Amazônia Oriental.** Belém: Imazon, 1998. 48 p.(Série Amazônica, n.10).
- BASTOS, T. X.; SILVA, G. F. G.; PACHECO, N. A.; FIGUEIREDO, R. O. Informações agroclimáticas do município de Paragominas para o planejamento agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006.
- BERGER, R. **Análise benefício-custo: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal.** IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais 1980. (Circular Técnica, 97).
- BODEGON, A.J. van; DE GRAAF, N.R. **Sistema Celos de Manejo.** Wageningen, Holanda: IKC natuurbeheer/ LNV - Centro Nacional de Referência para a Natureza, Florestas e Paisagem, 1994. 58p.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Anelagem de árvores indesejáveis em floresta tropical densa na Amazônia.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. 11p. (Boletim de Pesquisa 22).
- CONDIT, R.; HUBBEL, S. P.; FOSTER, R.B. Demography and harvest potential of Latin American timber species: data from a large, permanent plot in Panama. **Journal of Tropical Forest Science**, v.7, n.4, p. 599-622, 1995.
- COSTA, D. H. M.; CARVALHO, J. O. P.; BERG, E. V. D. Crescimento diamétrico de maçaranduba (*manilkara huberi chevalier*) após a colheita da madeira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 3, n. 5, jul./dez. 2007.
- COSTA, D. H. M.; SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M.; FERREIRA, C. A. P. **Desvitalização de árvores com tratamento silvicultural em floresta natural no município de vitória do Jari, estado do Amapá.** Belém: EMBRAPA CPATU. 1998. p.1-3. (Pesquisa em andamento, 184).
- COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na floresta nacional do tapajós após a colheita de madeira. **Rev. ciências agrárias**, Belém, n. 50, p. 63-76, jul./dez. 2008.
- DE GRAAF, N.R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname.** Wageningen: Agricultural University, 1986. 250 p.

DIAS, A. N. **Molelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbastes**. 2000. 64 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

EHOW BRASIL. Educação e Ciência: **Danos às árvores por glifosato**. Disponível em: < http://www.ehow.com.br/danos-arvores-glifosato-sobre_237015/. Acesso em: 27 mar. 2014, 15:15:34.

EMBRAPA. **Critérios para a distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1988. (Documentos, 11).

FEDER, FUNDO DE COESÃO; ISPA. **Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento**. União Europeia, 2003.

FINEGAN, B.; CAMACHO, M. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.121, n.3, p.177-189, 1999.

FERREIRA, C. A.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; SANTOS, A. F.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B.; NEVES, E. J. M.; SCHWENGBER, D. R.; ARAUJO, H. J. B. de. **Manejo florestal na Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 20p. (Embrapa Florestas. Documentos, 37).

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. Janeiro: ACADCOM, 2005.

GAMA, M. M. B. **Estrutura, valoração e opções de manejo sustentado para uma floresta de várzea na Amazônia**. 2000. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

GERWING, I.; FARIAS, D. L. Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of aboveground biomass for an eastern Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.16, n.3, p.327-336. 2000.

GERWING, J.; JOHNS, J.; VIDAL, E. Reducing wasted logging and log processing towards forest conservation Eastern Amazon. **Unasylva**. Rome, v.47, n. 187, p 17-25, 1996.

GÓES, A. M. **A formação Potí (Carbonífero Inferior) da Bacia do Paraíba**. São Paulo: USP/Instituto de Geociências, 171p. Tese (Doutorado em Geologia), 1995.

GRAÇA, L.R.; RODIGHIERI, H.R.; CONTO, A.J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32p. (Documentos, 50).

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U.S. **Introduction to the management and economy of forests**. Curitiba: UFPR, 1998. 162 p.

HUTCHINSON, I.D. **Sarawak liberation thinning, a practical guide and an initial analysis of performance**. Kuching: UNDP/FAO/MAL/Sarawak Forest Department, 1980. 245 p.

HUTCHINSON, I.D. **Study to establish interim guidelines for silviculture and forest management in the mixed dipterocarp forest in Sarawak.** Kuching: UNDP/FAO/MAL/Sarawak Forest Department, 1977. 245 p.

IBGE. Divisão de Geociências do Norte. **Mapa geomorfológico das folhas AS. 23 Y-A e S A 23 Y-C.** Belém, 1996.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira:** Sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, Técnicas e manejo de coleções botânicas e Procedimentos para mapeamentos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012. (Manuais Técnicos em Geociências, 1).

JARDIM, F. C. S. **Comportamento da regeneração natural de espécies arbóreas em diferentes intensidades de desbastes por anelamento na região de Manaus-AM.** 1995. 169 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1995.

JARDIM, F.C. S.; SOUZA, A. L.; BARROS, N. F.; MACHADO, C. C.; SILVA, E.; SILVA, A. F. Técnica de abertura do dossel por anelamento de árvores na Estação Experimental de Silvicultura do INPA, Manaus - AM. **Boletim da FCAP**, Belém, v.25, p. 91-104, jan./jun. 1996.

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

JOHNS, J.; BARRETO, P.; UHL, C. **Os danos da Exploração de Madeira com e sem Planejamento na Amazônia oriental.** Belém: Imazon, 1998. 40p. (Série Amazônia, 16).

JOHNS, J.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage in planned and unplanned logging operations and its implications for sustainable timber production in the Eastern Amazon. **Forest ecology and management**, v.89, p.59-77, 1997.

JONKERS, W. B. J. **Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname.** Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1987. p.110 - 113.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos:** ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Detsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, 1990. 343 p.

LAMPRECHT, H. Silviculture in the tropical natural forest: In: PANCEL'S, L. (Ed.). **Tropical Forestry Handbook.** Berlin: Springer-Verlag, 1993. p.728-810.

LEAL, G. L. R. **Paragominas:** a realidade do pioneirismo. Belém: Alves, 2000. 498 p.

LOBÃO, D.E.V.P. **O emprego do método de quadrantes na análise fitossociológica de um fragmento de Mata Atlântica, no sudeste da Bahia.** 1993. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.

LOUMAN, B. Sustainable Management of Tropical Rainforests: the CELOS Management System. Costa Rica. In: WERGER, M.J.A. **Tropenbos International**. Paramaribo, Suriname, 2011. p 213-225. (Tropenbos series, 25).

LOUMAN, B.; DAVID, Q.; MARGARITA, N. **Silvicultura de bosques latifoliados úmidos com ênfases em América Central**. Costa Rica, Turrialba: CATIE. 265p. 2001.

MESNER, J. C.; WOOLDRIDGE L. CP. Maranhão Paleozoic Basin end Cretaceous Coastal Basin, North Brazil. **Bull. Am. Ass. Petro. Geol.**, v.48, n 9, p.1475-1512, 1964.

MONTEIRO, M. A; COELHO, M. C. N; BARBOSA, E. J. S. **Atlas socioambiental: municípios de Tomè-Açú, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA, 2009. 464p.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/ PNUD/CNPq, 1997.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós**. 2005, 183f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

PENA, H. W. A.; HOMMA, A. K. O.; SILVA, F. L. Análise de viabilidade econômica: um estudo aplicado a estrutura de custo da cultura do Dendê no Estado do Pará- Amazônia-Brasil, 2010. **Revista acadêmica**, Málaga. Año 5, n.11, p.24, Dicien., 2011.

PINHO, G. S. C.; FIEDLER, N. C.; GUIMARÃES, P. P; SILVA, G. G.; SANTOS, J. Análise de custos e rendimentos de diferentes métodos de corte de cipós para produção de madeira na floresta nacional do Tapajós. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 555 – 560. 2009.

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

PRATA, F.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J.B.; TORNISIELO, V.L. Influência da matéria orgânica na sorção e dessorção do glifosato em solos com diferentes atributos mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 947-951, 2000.

PRONK, J.; HAQ M. **Sustainable Development: From Concept to Action**. The Hague Report. New York: United Nations Development Program. 1992.

PUIG, H. **A Floresta Tropical Úmida**. São Paulo: UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; França: Institut de Recherche pour le Developpement, 2008. 496p.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado Senu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2002.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 389 p.

RIBEIRO, M.; SITOIE, A. A.; GUEDES, B. S; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Projecto GCP/Moz?056/Net. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de agronomia e engenharia Florestal, Departamento de engenharia Florestal: FAO, 2002. 122p.

RICE, R. E.; GULLISON, R. E.; REID, J.W. Can sustainable management save tropical forests? **Scientific American**, n.4, p. 44-49, 1997.

ROCHA, R. M. **Taxa de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da bacia do rio Cuieiras na região de Manaus-AM**. 2001. 49f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2001.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Para**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 51 p. (Documentos, 162).

RODRIGUES, T.E.; SANTOS, P.L.; SILVA, R.C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; SILVA, J.M.L.; GAMA, J.R.N.F.; VALENTE, M.A. **Caracterização e classificação dos solos do Município de Paragominas-Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA, 2000. (no prelo).

ROLLINSON, T.J.D. **Thinning Control**. 3. ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1988. 56p.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; ZWEEDE, J.; VERISSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo florestal empresarial na Amazônia brasileira**. Belém: CIFOR, 2006. 72p.

SANDEL. M.P.; BAIMA, A.M.V.; CARVALHO. J.OP. de. **Teste de anelagem em espécies arbóreas na floresta amazônica**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 13p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 75).

SANQUETTA, C.R.; ANGELO, H.; BRENA, D.A.; MENDES, J.B. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz markoviana de potência. **Floresta**, v. 24, n. 1/2, p. 23-26, 1996.

SANTANA, A C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém: GTZ; TUD; UFRA, 2005. 197 p. (Série Acadêmica, 1).

SCHMIDT, R.C. Tropical rain forest management: a status report. **Unasyva**. v. 39, n.2, p. 2-17, 1987.

SCOLFORO, J.R.S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 443p.

SILVA, E. J. V. **Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia oriental**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SILVA, J.N.M. **Manejo Florestal**. 3.ed. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 49p.

SILVA, J.N.M. **Seminário sobre diagnóstico dos projetos de manejo florestal no estado do Pará: Fase Paragominas 1996, Paragominas.** Belém: Embrapa CPATU, 1998. 133p. (Documentos, 106).

SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** 1989. 302 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1989.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, C.A.; ALMEIDA, B.F.; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C.; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 year after logging. **Forest Ecology and Management**, n.71, p.267-274, 1995.

SILVA, R.P. **Padrões de crescimento de árvores que ocorrem em diferentes topossequências na região de Manaus.** 2001. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2001.

SILVA, R.P.; NAKAMURA, S.; AZEVEDO, C.P.; CHAMBERS, J.; ROCHA, R.M.; PINTO, A.C.M.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Uso de banda dendrométrica na definição de padrões de crescimento individual em diâmetro de árvores da bacia do rio Cuieiras. **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.1, p.67-84, 2003.

SILVA, S.M.A.; COSTA, D.H.M.; BAIMA, A.M.V.; OLIVEIRA, L.C.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C.A. Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jarí. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.; YARED, J.A.G. (Ed.) **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 291-308.

SOMBROEK, W. G. Soil of the Amazon region. In: SIOLI, H. (Ed.). **The Amazon basin: landscape ecology and hydrology of a mighty river.** [S. l.]: [S.n.], 1986. p. 122-135.

SOUSA, A. L.; JARDIM, F.C.S. **Sistemas Silviculturais aplicáveis nas florestas tropicais.** Viçosa, MG: SIF. 1993. 128p. (Documentos SIF, 008).

SOUZA, A.L.; SOARES, C.P.B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo.** Viçosa. Ed. UFV, 2013. 322p.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; SILVA, M. L.; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Arvore**, Vicosá, MG, v. 28, n. 5, p. 681-689, 2004.

SWAINE M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.3, p.359-366, 1987.

TAFFAREL, M. **Comportamento de árvores potenciais para futuras colheitas em uma floresta ombrófila densa submetida á exploração de impacto reduzido e tratamentos silviculturais no município de Paragominas, Pará, Brasil.** 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2012.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. et al. Rentabilidade econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais: um estudo de caso. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 711-725, out./dez. 2008.

UHL, C., BARRETO, P., VERISSIMO, A., VIDAL, E., AMARAL, P., BARROS, A., SOUZA, C.J., JOHNS, J., GERWING, J. Natural resource management in the Brazilian Amazon. **Bioscience**, n.47, p.160–168, 1997.

VATRAZ, S.; CARVALHO, J. O. P.; GOMES, J. M.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R. Efeitos de tratamentos silviculturais sobre o crescimento de *Laetia procera* (Poepp.) Eichler em Paragominas, PA, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n.93, p.095-102, 2012.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VIDAL, E. GERWING, J. J. (Org). **Ecologia e manejo de cipós na Amazônia Oriental**. Belém: Imazon, 2003. 141p.

VIDAL, E.; JOHNS, J. J. **Ecologia e Manejo de Cipós na Amazônia Oriental**. Belém: Imazon, 2003. 141p.

VIDAL, E., VIANA, V. M., BATISTA, J. L. F. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia forestalis**, n. 61, p. 133-143, jun. 2002.

WADSWORTH, F.H; ZWEEDE, J.C. Liberation: Acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, Washington, DC, n. 233, p.45–51, 2006.

WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A. **Levantamento de vegetação natural e uso da terra no Município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/Landsat**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992. (Boletim de Pesquisa, 124).

WERGER, M. J. A. **Sustainable Management of Tropical Rainforests: the CELOS Management System**. Paramaribo, Suriname: Tropenbos International,, 2011. 282 p. (Tropenbos Series, 25).

WYATT-SMITH, J. Sistemas de manejo (silvicultural) de Asia sur-este y Africa usando Regeracion natural. In: SEMINARIO INTERNACIONAL “MANEJO DE BOSQUE TROPICAL HUMEDO EN LA REGION CENTRO AMERICA” 1., Honduras, 1986. **Anais...** Tegucicalpa, Honduras, 1986.

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Glifosato, herbicida com singular modo de ação: efeitos secundários e implicações fisiológicas e agronômicas. In: SIMPÓSIO SISTEMA AGRÍCOLA SUSTENTÁVEL COM COLHEITA ECONÔMICA MÁXIMA. São Pedro, 2004. **Anais...** São Pedro: POTAFOS, 2004.

YANG, Y.; TITUS, S.J.; HUANG, S. Modeling individual tree mortality for white spruce in Alberta. **Ecological Modeling**, Amsterdam, v.163, n.3, p.209-222, 2003.

ZARIN, D.J. et al. **As florestas produtivas nos neotrópicos:** conservação por meio do manejo sustentável? São Paulo: Editora Peirópolis, 2005. 511p.

ZWEEDE, J.C. **Relatório de condução e avaliação de tratamento silvicultural:** Desbaste de liberação de copa e corte de cipós. Belém: Fundação Floresta Tropical, 1999. 20 p.

2 EFEITO DO ANELAMENTO DE ÁRVORES COMPETIDORAS NO CRESCIMENTO DAS ÁRVORES FAVORECIDAS PELO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS.

RESUMO

Este trabalho trata da aplicação do Desbaste de Liberação de Copas (DLC) com a utilização do arboricida glifosato na concentração de 33%, em uma floresta situada no Leste de Paragominas-Pará, objetivando quantificar o efeito da desvitalização de árvores competidoras no crescimento em diâmetro e área basal das árvores selecionadas (favorecidas) pelo DLC. Duas parcelas (Testemunha e DLC), cada uma com 25,5 ha, contendo árvores selecionadas para crescimento e desbaste, foram acompanhadas por 5 anos e delas determinados o incremento periódico anual em DAP e Área Basal, além de mortalidade das árvores selecionadas (favorecidas) e das árvores competidoras. O Incremento Periódico Anual em diâmetro das árvores na parcela Testemunha e na parcela Anelada foi de 0,56 cm ano⁻¹ e 0,47 cm ano⁻¹, respectivamente. Os resultados do incremento em DAP não revelaram diferença significativa ao nível de 95 % de probabilidade. O crescimento em área basal foi de 0,43 m² ano⁻¹ (testemunha) e 0,48 m² ano⁻¹ (com anelamento) com IPA, respectivos de 0,017 m² ha⁻¹ ano⁻¹ e 0,019 m² ha⁻¹ ano⁻¹, não significativo. Considerando a interação anelamento x tempo, o incremento das variáveis respostas de árvores comerciais ≥ 35 cm para o fator de variação tempo (subparcelas), apresentou diferença altamente significativa para crescimento em Área Basal. O Desbaste de Liberação de Copas com anelamento associado a aplicação de glifosato a 33% apresentou alta efetividade na mortalidade das árvores competidoras, sendo estatisticamente altamente significativa, com mortalidade de 78,95 % em três anos e 91,23 % aos cinco anos, podendo chegar a quase 100% ao final do quinto ano.

Palavras chave: Silvicultura pós-colheita, Desvitalização, Anelamento, Amazônia.

EFFECT OF POISON GIRDLING OF COMPETING TREES ON GROWTH OF POTENTIAL CROP TREES AFTER LIBERATION THINNING.

ABSTRACT

This work deals with application of Liberation Thinning (LT) using the arboricide glyphosate at 33% concentration in water in a tropical rain forest located in the municipality of Paragominas, eastern Pará State, Brazil. The study aimed at quantifying the effect of eliminating competing trees on DBH and basal area growth of potential crop trees (PCT). Two treatment plots (Control and LT) each of 25.5 ha area were established. In each treatment, PCT were monitored for DBH and basal area growth and natural mortality during five years; competing trees were monitored for mortality due to poison girdling. Periodic annual increments in DBH of the PCT in the control and treatment plots were, respectively, 0.56 cm year⁻¹ and 0.47 cm year⁻¹, not statistically different at 95% probability. PAI in basal area were 0.017 m² ha⁻¹ year⁻¹ e 0.019 m² ha⁻¹ year⁻¹ also not statistically different at 95% probability. However, considering the interaction girdling X time elapsed since application of treatment, basal area growth was highly significant at 95% probability. Liberation thinning with application of poison girdling using glyphosate 33% in water was highly effective and highly statistically significant in eliminating competing trees reaching 78.95% at the third year, 91.23% at the fifth year after application of the silvicultural treatment.

Keywords: Post-harvest silviculture; mortality; tree growth; Amazônia.

2.1 Introdução

As ações de silvicultura pós-colheita visam estabelecer a regeneração natural dos indivíduos desejáveis, melhorar a qualidade e acelerar o desenvolvimento dos indivíduos remanescentes (FERREIRA, 2012). São todas aquelas intervenções realizadas na floresta que visam aumentar a sua qualidade e produtividade e/ou manter ou melhorar o valor silvicultural da floresta (SOUZA; SOARES, 2013; LOUMAN; DAVID; MARGARITA, 2001). Os tratamentos silviculturais devem ser feitos de forma seletiva, visando sempre um povoamento remanescente mais valioso, e também, proporcionar uma conversão gradual e lenta da floresta, quanto à sua composição e/ou a sua estrutura (LAMPRECHT, 1990).

Nas florestas de produção da Amazônia, as pesquisas com Desbaste de Liberação de Copas têm sido dirigidas para proporcionar maiores taxas de crescimento em espécies selecionadas (favorecidas), com o fim de diminuir o intervalo de tempo entre dois ciclos de corte sucessivos.

Tratamentos silviculturais ainda são pouco usados para aumentar a produtividade e a qualidade de madeiras nas florestas naturais. São feitos geralmente de forma seletiva, com o principal objetivo de melhorar as condições de luminosidade para as espécies de interesse econômico, utilizando técnicas de abertura do dossel (SANDEL; BAIMA; CARVALHO, 1998). Segundo Costa et al. (1998) e Azevedo et al. (2012), os tratamentos silviculturais são importantes para estimular e acelerar a taxa de crescimento da floresta e induzir a regeneração natural das espécies de interesse comercial, além de reduzir a competição por luz e nutrientes e eliminar os agentes impedidores de crescimento e outras espécies, tais como cipós, palmeiras e bambus.

Independentemente dos objetivos em questão, é tarefa do silvicultor saber quando e como intervir na floresta de modo a conseguir um alto rendimento, mas sem afetar o equilíbrio ecológico. Estas questões só podem ser respondidas com o conhecimento das condições de sítio (sítio ecológico), de forma a ter-se uma ideia do tipo de intervenção silvicultural, capacidade de regeneração e crescimento, intensidade de exploração, e também, para ter-se base para a planificação do orçamento das atividades florestais (RIBEIRO, et al, 2002).

Para Smith (1986) o debate de liberação de copas é direcionado para a eliminação de árvores não comerciais concorrentes para favorecer árvores imaturas promissoras. Neste contexto o anelamento de árvores é uma das técnicas silviculturais que visa a eliminação de árvores indesejáveis. Carvalho (1981), comenta que esta técnica é empregada para propiciar maior penetração de luz na floresta e reduzir a concorrência por nutrientes.

À medida que as árvores crescem, suas copas e raízes necessitam progressivamente de maior espaço para a continuidade do crescimento em diâmetro. Não havendo mais espaço para o crescimento, inicia-se a competição intraespecífica, e não havendo nenhuma interferência, essa competição irá resultar na morte dos indivíduos menos aptos (DIAS, 2000).

Os tratamentos são mencionados como refinamentos e consistem em favorecer futuras árvores pela redução da concorrência, pela desvitalização de categorias específicas de árvores sem valor comercial e corte de cipós. Normalmente as operações silviculturais iniciam de um a dois anos após encerramento da exploração (WERGER, 2011).

Os efeitos de um tratamento individual dura oito a dez anos, quando o crescimento em diâmetro das árvores comerciais começa a diminuir. Três intervenções deveriam ser realizadas durante um ciclo de corte (WERGER, 2011; SILVA 1989). Os autores recomendam a aplicação de tratamentos silviculturais a cada dez anos, após a colheita de madeira, para estimular a regeneração natural e manter um bom crescimento da floresta.

Uma das questões críticas sobre a gestão florestal nos trópicos é se as florestas exploradas podem manter suas funções ecológicas e seu potencial produtivo. Para responder a essa questão, este estudo objetivou determinar as taxas de crescimento das espécies comercializáveis sob EIR e testar o Desbaste de Liberação de Copas com o objetivo de aumentar o potencial produtivo futuro e atenuar os impactos negativos de colheita sobre espécies sensíveis.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo Geral

Analisar crescimento e a mortalidade de árvores selecionadas como favorecidas e competidoras na aplicação do Desbaste de Liberação de Copas em uma floresta manejada no Leste da Amazônia.

2.2.2 Objetivo Específicos

- i. Avaliar e analisar a resposta da aplicação do Desbaste de Liberação de Copas nas taxas de crescimento em DAP e Área Basal das árvores remanescentes de futura colheita;
- ii. Avaliar a efetividade da aplicação de arboricida Glifosato a uma concentração de 33% na mortalidade de árvores competidoras.

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Caracterização da área de estudo

Apresentada no item 1.6.1 da contextualização.

2.3.2 Crescimento e mortalidade de árvores submetidas ao desbaste de liberação de copas

O tratamento silvicultural de liberação de copas foi instalado em 2008 na Unidade de Manejo Florestal 3 (UMF 3), na fazenda Rio Capim em 51 hectares da unidade de trabalho de 100 ha (UT E4). O inventário 100% foi realizado em 2004 e a exploração florestal ocorreu em 2006, portanto, dois anos antes da aplicação do tratamento (2008).

Antes da exploração da unidade de trabalho E4 de 100 ha, foram inventariadas 19,03 árvores por hectare de indivíduos comerciais e potencialmente comerciais com DAP acima de 35 cm distribuídas em 80 espécies. O inventário 100% resultou em área basal de 6,64 m² e volume de 50 m³ distribuído nas qualidades de fuste¹ (1, 2, 3, 4 e 5). A partir destes índices iniciais, fez-se a seleção para corte de madeira comercial com a exploração de impacto reduzido, extraíndo-se efetivamente 37 espécies (511 árvores) igual ou maior que 50 cm de DAP,

¹ A qualidade de fuste indica a forma e grau de aproveitamento que este poderá ter na indústria. Para este trabalho foram consideradas aptas para serem favorecidas apenas as árvores com qualidade fuste 1 (fuste reto, sem defeitos), 2 (fuste reto em mais de 80% ou com pouca tortuosidade) e 5 (fuste reto, porém cônico).

classificadas nas qualidades de fuste 1 e 2; o que resultou respectivamente em, 1,96 m² e 21,12 m³ em área basal e volumes extraído da UT.

A seleção das árvores para uso no tratamento Desbaste de Liberação de Copas, foram aquelas consideradas remanescentes. Uma lista inicial com 266 árvores remanescentes foram inicialmente tratadas e com o transcorrer das avaliações de campo, indivíduos foram sendo descartados por morte ou impossibilidade de medição. No final, foram utilizadas nas análises de incremento, 201 árvores das 266 inicialmente recrutadas. A parcela Testemunha (30 espécies) foi representada por 86 indivíduos sem aplicação de anelamento e a parcela Anelamento (32 espécies) foi representada por 115 indivíduos tratados. Contando-se a área Testemunha e Anelada, foram 3,94 árvores, 7,78 m³ e 1,03 m² tratados por hectare e analisados nos cálculos para a obtenção dos resultados de incremento. Abaixo apresentamos resumo com os dados das principais variáveis pré e pós-aplicação dos tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1- Resumo dos dados da UT E4 na pré e pós-aplicação do tratamento de Desbaste de Liberação de Copas.

TABELA RESUMO	Censo 100%* (2004)	Explorado** (2006)	Tratamentos*** (2008)
Volume (m³/ha)	50,05	21,12	7,78
Área basal (m²/ha)	6,648	1,96	1,03
Total (árvores/ha)	19,03	5,11	3,94
Espécies selecionadas	80	37	42

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

*Árvores comerciais e potencialmente comerciais > 35cm DAP e qualidade de fuste 1, 2, 3, 4 e 5.

**Somente árvores comerciais > 50 cm DAP e qualidade de fuste 1 e 2.

***Árvores comerciais remanescentes > 35 cm DAP e qualidade de fuste 1, 2 e 5.

2.3.3 Instalação e descrição do experimento

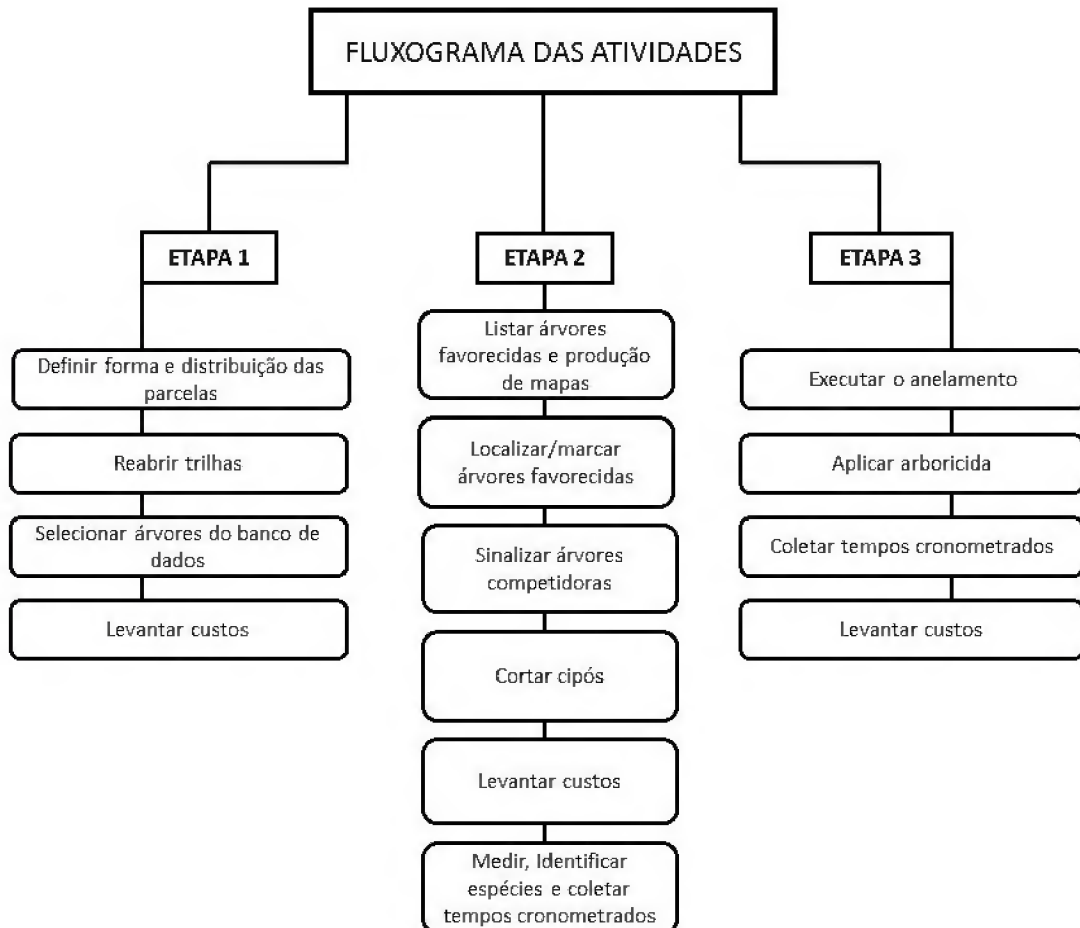
Este experimento foi implantado em uma área que já tinha sido explorada dois anos antes com aplicação de técnicas de Impacto Reduzido.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições (blocos) e dois tratamentos: T0 (Testemunha ou Controle), isto é, floresta explorada porém sem aplicação do desbaste de liberação e T1 floresta explorada e tratada com Desbaste de Liberação de Copas. O desbaste foi realizado em 2008 e cada subparcela de 6,375 ha foi repetida nos quatro blocos, perfazendo, portanto, 25,5 ha por tratamento e

totalizando uma área experimental de 51 ha. O experimento foi avaliado nos anos 2008, 2011 e 2012, os quais constituem as subparcelas repetidas no tempo.

Os trabalhos de campo foram executados em três etapas, segundo o fluxograma apresentado na Figura 2.

Figura 2- Fluxograma da cadeia de atividades distribuídas nas etapas do tratamento Desbaste de Liberação de Copas.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

ETAPA 1 - Preparação da área e seleção das árvores. Adotou-se o seguinte rol de ações para a implantação desta etapa do estudo:

- a. Definição da forma e distribuição das parcelas na unidade de trabalho (quatro parcelas de 150 m x 425 m para cada tratamento). Cada parcela totalizou 6,375 ha;
- b. Reabertura das trilhas do inventário 100 % das parcelas e piqueteamento para facilitar a localização das árvores a serem tratadas;

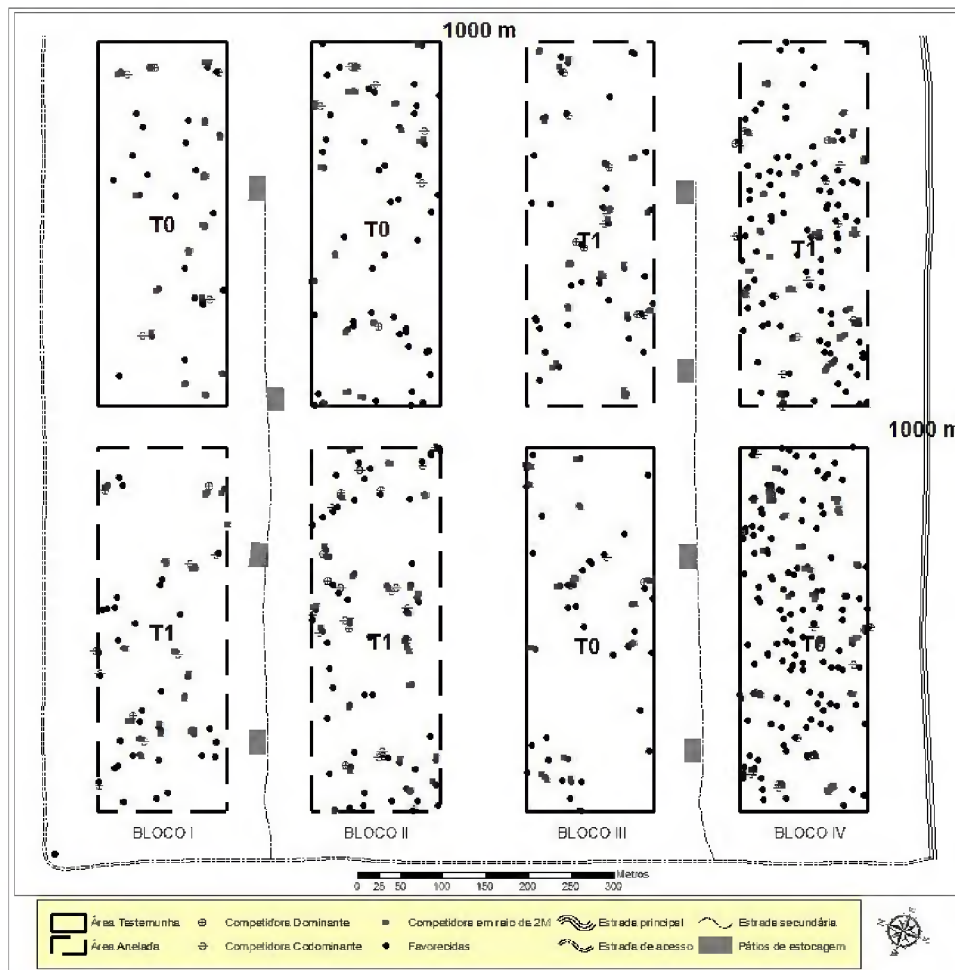
- c. Seleção, no banco de dados do inventário 100 %, das árvores que foram definidas como selecionadas nas parcelas do tratamento Testemunha e Tratamento Liberação de Copas. Foram selecionadas as espécies e indivíduos comerciais remanescentes com DAP \geq 35 cm e com qualidade de fuste 1 (fuste 100 % retilíneo), fuste 2 (fuste aproximadamente 80% retilíneo) e fuste 5 (fuste 100% retilíneo, porém cônico).
- d. Levantamento dos custos operacionais (custo de planejamento) associados à mão de obra e uso de materiais;

ETAPA 2 - Execução do Desbaste de Liberação de Copas, segundo as atividades abaixo:

- a. Elaboração de uma lista de árvores selecionadas como favorecidas e competidoras e produção de mapas;
- b. Localização e marcação no campo, com uma faixa de tinta vermelha, de todas as árvores selecionadas (favorecidas) nas áreas do tratamento de Liberação de Copas e tratamento Testemunha;
- c. Sinalização das árvores competidoras marcando-as, com um X com tinta vermelha para facilitar sua localização, evitando, assim, que fossem aneladas erroneamente;
- d. Corte de todos os cipós entrelaçados na árvore selecionada como favorecida;
- e. Levantamento dos custos operacionais relacionados (elaborar mapas e atividades de campo) à mão de obra e uso de materiais;
- f. Medição do DAP, confirmação da identificação botânica anterior das árvores favorecidas; identificação das competidoras; coleta de tempo de seleção e de deslocamentos à cada árvore selecionada como favorecida ou selecionadas como competidora.

Para a definição do tamanho das parcelas, o ponto de partida foi o tamanho de uma UT regular de 100 ha. A partir desse tamanho usual e da distribuição sistemática das estradas e pátios dentro dela, procurou-se distribuir as parcelas em quantidades iguais, duas para cada lado da estrada, deixando zonas de amortecimento entre as estradas e as parcelas e entre o perímetro da UT e as parcelas (Figura 3). A largura da zona de amortecimento foi a mesma e igual a 50 m.

Figura 3- Croqui de área experimental de 51 ha, localizada na UT E4 (unidade de trabalho) de 100 ha, onde foi instalado o experimento com oito parcelas, sendo duas em cada bloco (Tratamentos T0 e T1).



Fonte: Dados de pesquisa (PIRES, 2014)

A equipe para realizar as atividades de revitalização de trilhas (delimitação física), foi composta por quatro trabalhadores utilizando terçados e fita métrica. O objetivo foi permitir acesso facilitado para as etapas subsequentes. Um técnico florestal e um computador foram utilizados para selecionar, no banco de dados do inventário 100 %, as árvores que atendiam aos critérios para favorecimento em ambos os tratamentos.

No escritório, a seleção foi baseada nas informações do inventário florestal pré-exploratório, a partir de uma lista das árvores comerciais. As árvores foram selecionadas por espécie, DAP mínimo e qualidade de fuste. Aplicando-se esses critérios iniciais, obteve-se uma listagem das árvores com seus respectivos números de identificação, nome comum e científico, além das coordenadas de localização (x e y). Com esses dados foi confeccionado um mapa para facilitar a localização durante o trabalho de campo.

Para a etapa de campo, uma vez que a pré-seleção estava definida, seguiu-se com avaliação, seleção, marcação, confirmação da espécie, remedição do DAP, coleta do tempo de deslocamento e de seleção, e corte dos cipós das árvores selecionadas como favorecidas pelos tratamentos. Essas atividades foram conduzidas por um técnico florestal, um identificador botânico e dois ajudantes.

Cada componente da equipe foi responsável por uma determinada atividade. O técnico florestal foi responsável pela anotação das informações de tempo de deslocamento e seleção das árvores favorecidas, anotação dos dados de mensuração, catalogação dos materiais utilizados para a composição dos custos operacionais e coordenação da equipe de seleção. A função do identificador botânico foi de reafirmar a identificação, avaliar a sanidade e mensurar o DAP das favorecidas e competidoras. Aos ajudantes coube localizar as árvores favorecidas com o auxílio da listagem e do mapa, fixar as placas de identificação, cortar cipós e marcar com tinta as favorecidas e competidoras.

A fixação de plaquetas de identificação nas árvores competidoras em relação à árvore favorecida teve como objetivo facilitar a localização e plotagem em mapas mostrando sua distribuição espacial e posicionamento em relação a árvore favorecida.

Para a seleção das árvores competidoras foi adotada a metodologia utilizada por Frank Wadsworth (WADSWORTH; ZWEEDE, 2006), que fora aplicada em experimento anterior na fazenda Cauaxi em 1998. Segundo essa metodologia as árvores foram classificadas em três situações de competição:

- a. **Competidoras suprimidas**²: Foi verificado em um raio de 2 m da árvore favorecida a presença de outras árvores que não fossem favorecidas, com $DAP \leq 10$ cm. Havendo a presença dessas árvores, estas foram selecionadas e sinalizadas como árvores competidoras.
- b. **Competidoras dominantes**³: Feita a marcação das árvores competidoras suprimidas, foi verificado se a árvore favorecida apresentava sua copa suprimida por outra árvore que não fosse outra favorecida. Caso houvesse, essa árvore era selecionada e marcada como árvore competidora, independentemente de seu

² Árvores que apresentam sua copa em posição inferior a da árvore favorecida e que competem com a favorecida mais por água e nutrientes, do que propriamente por luz.

³ Árvores que apresentam sua copa em posição superior em relação à copa da árvore favorecida, oferecendo assim, uma maior competição por luz, água e nutrientes.

diâmetro, espécie e distância em relação à favorecida, desde que estivesse dominando a favorecida.

c. **Competidoras codominantes⁴**: Depois de verificar os dois casos anteriores de competição, foi observado se havia árvores que não fossem favorecidas, com copa a mesma altura e entrelaçadas à copa da favorecida. Feito isso, mediu-se o DAP e a distância em relação à árvore favorecida. A seleção das árvores competidoras foi feita com base em um padrão de distância mínima entre a árvore favorecida e as competidoras, em função do resultado da soma de seus DAP. Se a distância entre árvores favorecidas e competidoras fosse menor que a distância mínima indicada na Tabela 2, as árvores competidoras eram marcadas para anelamento, caso contrário eram deixadas, não sendo marcada para desbaste.

Tabela 2- Distância mínima entre as árvores favorecidas e as árvores competidoras em relação aos diâmetros (Seleção de Codominância).

<u>Soma de DAP (cm)</u>	<u>Distância Mínima (m)</u>
20 -39	3
40 – 59	5
60 – 79	7
80-99	8
>100	9

Fonte: Wadsworth e Zweede (2006)

ETAPA 3: Aplicação da metodologia de anelamento e coleta do tempo de anelagem das árvores competidoras para o tratamento de Liberação de copas.

A atividade foi realizada por quatro pessoas, sendo um coordenador técnico e três trabalhadores rurais, que executavam o anelamento e aplicavam o arboricida nas árvores. A equipe, de posse da lista de árvores previamente selecionadas e do mapa de localização, localizava a árvore favorecida e suas respectivas competidoras. Em seguida iniciava o anelamento com dois anéis descontínuos (tipo xadrez, Figura 4) distantes 10 a 15 cm entre si, com dimensões de 5 x 10 cm e altura variando de acordo com a comodidade física do trabalhador. Deixava-se de 20-25 % da circunferência da casca com o câmbio intacto para facilitar a translocação do produto aplicado, tanto para as raízes quanto para a parte aérea. Os cortes atingiam o câmbio, eram nivelados e deixados reservatórios nos entalhes do lenho e casca. Esses reservatórios eram para acomodar a solução e aumentar a penetração do produto

⁴ Árvores que apresentam sua copa no mesmo nível em relação a copa da árvore favorecida, oferecendo assim, competição tanto por água e nutrientes quanto por luz.

evitando desperdícios durante sua aplicação. Os ajudantes de campo eram responsáveis pelo anelamento e pela aplicação da solução aquosa contendo o arboricida.

Figura 4- Visão do corte em xadrez com entalhes no lenho e na casca para acomodar a solução arboricida



Fonte: Dados da Pesquisa (PIRES, 2014).

As árvores competidoras de espécies que exsudavam látex, resina ou outro tipo de exsudado denso, eram aneladas por último e tiveram a aplicação do arboricida, imediatamente, após o final da abertura do anelamento (janelas) para facilitar a absorção do produto. Para segurança da equipe, o produto só era aplicado após o anelamento de todas as árvores competidoras de uma mesma favorecida. Nos anéis foi aplicada uma solução de água com glifosato (N-(fosfonometil) glicina, C₃H₈NO₅P) a uma concentração de 33 %. A equipe foi preparada antes de iniciar o experimento, recebendo treinamento quanto ao formato de anelamento e metodologia de aplicação do arboricida.

Os seguintes materiais foram utilizados para o anelamento das árvores competidoras: mapa, machadinha, machado, pulverizador costal de 20 litros, máscara combitox, óculos protetor, luva de borracha cano longo, capacete, bota, arboricida (Roundup) e garrafa d'água.

2.3.4 Crescimento e mortalidade de árvores submetidas ao desbaste de liberação de copas: processamento e análise de dados

O incremento periódico anual (IPA) em diâmetro foi calculado pela diferença entre os valores diamétricos das árvores com DAP \geq 35 cm medidos no ano final e inicial, dividido pelo tempo em anos. As avaliações de mortalidade e IPA foram realizadas nos anos de 2008, 2011 e 2013.

$$\text{IPA}_{\text{dap}} = (\text{DAP}_{\text{final}} - \text{DAP}_{\text{inicial}}) / \text{Tempo}_{\text{anos}}$$

[1]

Para a variável área basal (G), tomou-se a soma das áreas transversais (**gi**) dos indivíduos (**i**) de cada espécie nos respectivos tratamentos. A área basal (G) é determinada pelo somatório das áreas transversais (**gi**) das árvores. A Área Transversal (**gi**) e Área Basal são calculadas pelas equações abaixo (2):

$$\text{Área Transversal (gi)} = \frac{\pi (\text{DAPi})^2}{4} \quad e \quad \text{Área Basal (G)} = \sum_{i=1}^n \text{gi} \quad [2]$$

A mortalidade das árvores favorecidas foi avaliada com base no número de indivíduos com $\text{DAP} \geq 35$ cm mortos durante o período de avaliação, ou seja, cinco anos entre a primeira e última medição. Para o cálculo da mortalidade foram consideradas as árvores de espécies comerciais mortas em pé, mortas caída ou quebradas por ação de agentes naturais. A mortalidade foi representada por uma porcentagem correspondente ao número de árvores registradas no início e fim do período de avaliação, conforme a expressão abaixo.

$$\text{M \%} = (\text{Total árv. mortas} / \text{Total árv. vivas medição anterior}) \times 100 \quad [3]$$

Para as árvores competidoras submetidas ao tratamento com desbaste de liberação, foram calculados os dados de porcentagem de mortalidade. Os dados relativos de morte e sobrevivência foram comparados pelo teste do Qui-quadrado (χ^2) utilizando o programa BioEstat 5.0. Para realizar as análises, prepararam-se tabelas de contingências para os tratamentos, considerando indivíduos vivos numa coluna e indivíduos mortos em outra. Em seguida com o teste do Qui-quadrado foram comparadas e testadas as proporções observadas com as proporções esperadas, pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad [4]$$

Onde: **O** é o valor observado e **E** o valor esperado para a classe correspondente.

Na análise estatística considerou-se a natureza da amostragem, que trata de medidas repetidas no tempo (efetuadas em ocasiões sucessivas) e da resposta dos indivíduos favorecidos pelo desbaste de liberação.

O delineamento estatístico utilizado no presente estudo foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo. Na análise de variância (ANAVA) foi feito o desdobramento dos

efeitos dos blocos, das parcelas (floresta não tratada e tratada), das subparcelas (tempo) e sua interação, conforme modelo matemático abaixo. As variáveis de respostas analisadas foram incremento em área basal média e o incremento médio em diâmetro.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \xi_{ij} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \zeta_{ijk} \quad [5]$$

Onde:

Y_{ijk} : valor observado para a variável de resposta em estudo.

μ : média geral do experimento.

α_i : efeito dos tratamentos das parcelas (controle e floresta tratada).

ξ_{ij} : erro experimental das parcelas, erro (a).

β_j : efeito das Subparcelas – tempo.

$(\alpha\beta)_{ij}$: efeito da interação Parcelas x Subparcelas.

ζ_{ijk} : erro experimental das subparcelas, erro (b).

O nível de significância adotado para o teste F foi de 5 % ($\alpha=0,05$), e foram utilizados os programas Excel e SAEG para a análise dos dados dos diferentes tratamentos. Para a comparação das médias foi utilizado o teste SNK – Student – Newman – Keuls à 95 % de probabilidade.

2.4 Resultados e discussão

2.4.1 Resultados para Diâmetro e Área Basal

Para o cômputo da análise das variáveis área basal e IPA do DAP, ao final foram classificadas 115 árvores no tratamento Anelamento e 86 na Testemunha. No quadro 1 estão relacionadas as espécies arbóreas encontradas na área em estudo por nome popular, nome científico e família.

Quadro 1- Espécies selecionadas (Favorecidas) nos tratamentos Testemunha e Anelamento.

NOME VULGAR	TRATAMENTO	NOME CIENTÍFICO	FAMILIA
Maçaranduba	T0 e T1	Manilkara huberi (Ducke) Chev.	Sapotaceae
Maparajuba	T0 e T1	Manilkara bidentata (A. DC.) A. Chev.	Sapotaceae
Amapá-amargoso	T1	Brosimum guianensis (Aubl.) Huber	Moraceae
Angelim-vermelho	T0	Dinizia excelsa Ducke	Mimosaceae
Breu-sucuruba	T0	Trattinickia rhoifolia Willd.	Bursaceae
Breu-vermelho	T0 e T1	Protium altsonii Sandwith	Bursaceae
Cajú-açu	T0	Anacardium giganteum W. Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
Copaíba	T0 e T1	Copaifera duckei Dwyer	Caesalpiniaceae
Cupiúba	T1	Goupia glabra Aubl.	Celastraceae
Envira-quiabo	T0 e T1	Sterculia speciosa K.Schum	Sterculiaceae
Fava-amarela	T0	Vatairea fusca Ducke)Ducke	Fabaceae
Fava-atanã	T0 e T1	Parkia gigantocarpa Ducke	Mimosaceae
Fava-bolota	T0	Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp.	Mimosaceae
Fava-orelha-de-macaco	T0 e T1	Enterolobium schomburgkii (Benth.) Benth.	Mimosaceae
Freijó-cinza	T0 e T1	Cordia goeldiana Huber	Boraginaceae
Guajará-bolacha	T0 e T1	Syzygiopsis oppositifolia Ducke	Sapotaceae
Goiabão	T0 e T1	Pouteria pachycarpa Pires	Sapotaceae
Guariúba	T0	Clarisia racemosa Ruiz & Pav.	Moraceae
Inharé	T1	Helicostylis podogyne Ducke.	Moraceae
Jatobá	T0 e T1	Hymenaea courbaril L.	Caesalpiniaceae
Jutaí-mirim	T0 e T1	Hymenaea parviflora Huber	Caesalpiniaceae
Louro-abacate	T1	Ocotea douradensis Vattimo-Gil	Lauraceae
Louro-canela	T0 e T1	Ocotea fragantissima Ducke	Lauraceae
Louro-faia	T1	Euplassa pinnata (Lam.) I.M. Johnst	Proteaceae
Louro-preto	T0 e T1	Dicypellium manausense W.A.Rodrigues	Lauraceae
Macacaúba	T0	Platymiscium trinitatis Benth.	Fabaceae
Mandioqueiro	T0 e T1	Qualea paraensis Ducke	Fabaceae
Morototó	T1	Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire et al.	Araliaceae
Muiracatiara	T0 e T1	Astronium lecointei Ducke	Anacardiaceae
Parapará	T0 e T1	Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.	Bignoniaceae
Pau-jacaré	T0 e T1	Laetia procera (Poepp.) Eichler	Flacourtiaceae
Piquiá	T1	Caryocar villosum (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
Roxinho	T0 e T1	Peltogyne lecointei Ducke	Caesalpiniaceae
Sucupira-preta	T1	Bowdichia nítida Spruce ex. Benth.	Fabaceae
Sucupira-tento	T0	Ormosia nobilis Tul.	Fabaceae
Sucupira-amarela	T0 e T1	Diploptropis purpurea (Rich.) Amshoff	Fabaceae

Sucupira-babona	T1	Agonandra brasiliensis (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Fabaceae
Tanimbuca	T0	Terminalia amazônica (J.F.Gmel) Exell.	Combretaceae
Tatajuba	T1	Bagassa guianensis Aubl.	Moraceae
Tauari	T0 e T1	Couratari guianensis Aubl.	Lecythidaceae
Taxirana	T0 e T1	Stryphnodendron polystachyum (Miq.) Kleinhoonte	Caesalpiniaceae
Timborana	T0 e T1	Pseudopiptadenia psilostachya (Miq.) J.W.Grimes	Mimosaceae
Uchí	T1	Endopleura uchi (Huber) Cuatrec.	Humiriaceae
Virola-da-terra-firme	T0 e T1	Virola melinoni (Benoist) A.C. Sm.	Myristicaceae

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Foram identificadas 20 famílias, num total de 40 gêneros de espécies arbóreas de futura colheita. As espécies com mais representantes foram *Syzygiopsis oppositifolia* (Guajará-bolacha) 10,53 %, *Manilkara huberi* (Maçaranduba) e *Pouteria pachycarpa* (Goiabão) 8,27 % cada, *Laetia procera* (Pau-jacaré) 6,39 %, *Manilkara bidentata* (Maparajuba) e *Pseudopiptadenia psilostachya* (Timborana) 5,64 % cada e *Virola melinoni* (Virola-da-terra-firme) 4,61 %, totalizando 49,35 % das árvores mensuradas e 15,9 % da quantidade de espécies.

Por outro lado, 11 espécies foram representadas por apenas um exemplar, totalizando 9,56 % das espécies estudadas. São elas: *Parkia pendula* (Fava-bolota), *Brosimum guianensis* (Amapá-amargoso), *Trattinickia rhoifolia* (Breu-sucuruba), *Vatairea fusca* (Fava-amarela), *Clarisia racemosa* (Guariúba), *Ocotea douradenses* (Louro-abacate), *Euplassa pinnata* (Louro-faia), *Platymiscium trinitatis* (Macacaúba), *Agonandra brasiliensis* (Sucupira-babona), *Bowdichia nítida* (Sucupira-preta) e *Couratari guianensis* (Tauari).

Ao final dos cinco anos do monitoramento dos tratamentos nas parcelas experimentais, fez-se descarte de indivíduos que apresentavam erros de aferição ou morte. O resultado da análise dos dados de crescimento (incrementos periódicos em DAP e área basal) para as espécies comerciais, considerando apenas as árvores com DAP \geq 35 cm e qualidade de fuste 1, 2 e 5 é apresentado na Tabela 3, para ambos os tratamentos.

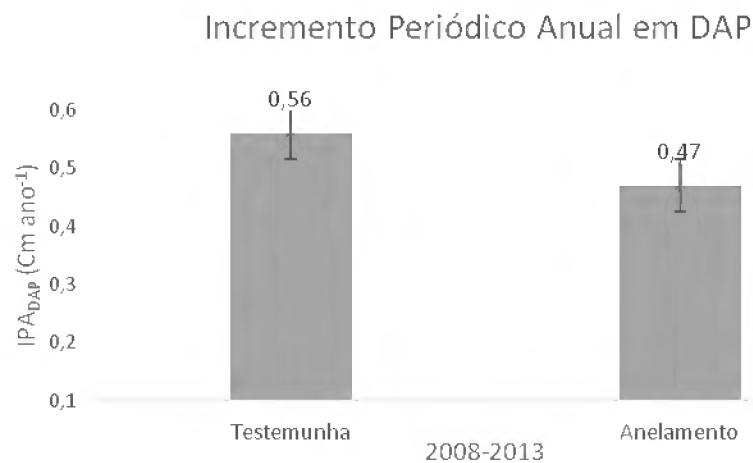
Tabela 3- Incrementos periódicos anuais (IPA) em diâmetro e área basal encontrados no período estudado para área e total de indivíduos em cada tratamento.

Variáveis	Período de 2008 - 2013	
	Testemunha IPA	Anelamento IPA
Diâmetro médio (cm.ano ⁻¹)	0,56 ± 0,44	0,47 ± 0,35
Área basal (m ² ano ⁻¹)	0,43 ± 0,12	0,48 ± 0,19
Área basal (m ² ha ano ⁻¹)	0,017	0,019

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

A ANAVA (Teste F) para IPA em DAP ao nível de probabilidade de 95 %, não revelou diferença significativa entre as árvores selecionadas como favorecidas com o tratamento de liberação de copas (anelamento) e aquelas árvores selecionadas como favorecidas da área Testemunha (controle). Na Figura 5 são exibidos os resultados em DAP para ambos os tratamentos.

Figura 5- Respostas dos incrementos periódicos anuais em DAP aos tratamentos.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014)

Porém, considerando o fator tempo (subparcelas) decorrido desde a aplicação dos tratamentos, os incrementos em DAP de árvores comerciais ≥ 35 cm, apresentaram diferenças altamente significativas (Tabela 4).

Tabela 4 - ANAVA para a interação anelamento vs tempo. Na tabela, resultados em (*****) refletem números muito altos.

Variáveis		IPADAP (cm ano ¹)	
Fator de Variação	gl	F	p
Blocos	3	8.34	0.0017 **
Anelamento	1	2.41	0.1415 NS
Tempo	2	126.18	0.0000 **
Anelamento x Tempo	2	0.62	*****) NS
Erro Experimental	15		
Total	23		

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014)

Das 44 espécies de valor comercial encontradas nos tratamentos, foram avaliadas as dez mais frequentes (Tabela 5), destacando-se as espécies *Sterculia speciosa* (Envira-quiabo), *Manilkara huberi* (Maçaranduba) e *Stryphnodendron polystachyum* (Taxirana), as quais apresentaram maiores crescimentos em DAP com médias de $3,3 \pm 3,5$, $2,8 \pm 1,0$ e $2,7 \pm 1,6$ cm, respectivamente, no Desbaste de Liberação de Copas. No tratamento testemunha as espécies *Sterculia speciosa* (Envira-quiabo), *Stryphnodendron polystachyum* (Taxirana) e *Dicypellium manausense* (Louro-preto) e *Manilkara huberi* (Maçaranduba) e *Virola melinoni* (Virola) foram as que mais cresceram com médias de $5,8 \pm 4,7$, $2,2 \pm 1,4$ e $2,1 \pm 0,9$ cm, respectivamente.

Tabela 5- Resultado do crescimento em 5 anos para a lista das dez espécies que tiveram no mínimo três árvores por tratamento. Na Tabela T1 (Anelamento), as 10 espécies representam mais de 63 % dos indivíduos analisados e no T0 (Testemunha) mais de 57 %.

Espécie	N de árvores		Crescimento em dap \pm s acumulado em 5 anos por tratamento [cm]		Total N de árvores
	T1	T0	T1	T0	
Maçaranduba	13	7	$2,8 \pm 1,0$	$2,1 \pm 0,9$	20
Guajará-bolacha	11	5	$1,7 \pm 1,0$	$1,5 \pm 1,4$	16
Pau-jacaré	10	5	$1,4 \pm 0,6$	$1,8 \pm 1,0$	15
Maparajuba	7	8	$2,0 \pm 1,0$	$1,8 \pm 0,6$	15
Goiabão	9	6	$0,7 \pm 0,4$	$1,1 \pm 1,1$	15
Virola-da-terra-firme	7	3	$2,1 \pm 0,8$	$2,1 \pm 0,9$	10
Envira-quiabo	4	4	$3,3 \pm 3,5$	$5,8 \pm 4,7$	8
Taxirana	3	5	$2,7 \pm 1,6$	$2,2 \pm 0,6$	8
Breu-vermelho	5	3	$1,7 \pm 0,5$	$1,9 \pm 0,9$	8
Louro-preto	4	3	$2,2 \pm 1,7$	$2,2 \pm 1,4$	7
Total geral	73	49	$1,9 \pm 1,3$	$2,1 \pm 1,8$	122

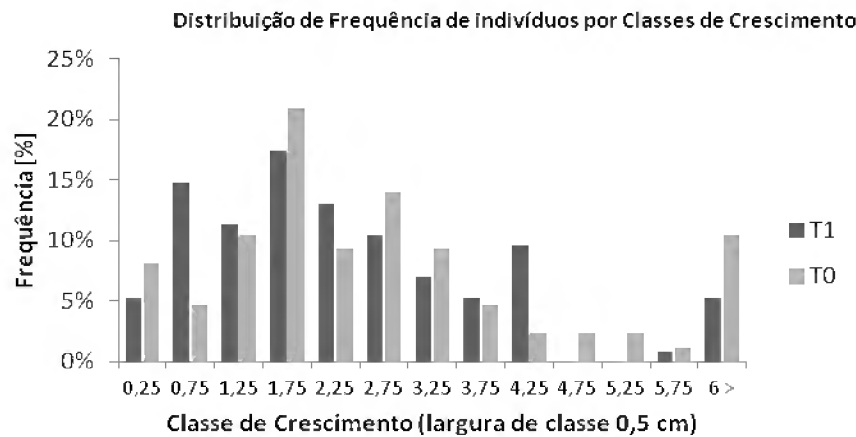
Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014)

A Tabela acima demonstra que em média o crescimento em DAP de 122 árvores, isto é (73+49) envolvida nos tratamentos T1 (Anelamento) e T0 (Testemunha), foi de 2 cm em 5 anos, resultando em desvio padrão de 1,5 cm, o que sugere uma grande variação dos valores, $CV = 75 \%$.

Como pode ser demonstrado na Tabela 5, o crescimento do DAP durante cinco anos foi 2 mm mais alto na testemunha do que no tratamento Desbaste de Liberação de Copas (DLC), quando se esperava que fosse o inverso. Por exemplo, para seis espécies o crescimento do tratamento DLC foi maior ou igual ao da testemunha, enquanto para outras quatro espécies esse crescimento foi menor. No T1 (DLC) em 26 % das árvores selecionadas como favorecidas, não houve aplicação de desbastes, pois não havia competidoras dominantes, codominantes e suprimidas. Enquanto que no T0 (Testemunha), esse valor foi de 47 %, ou seja, quase o dobro. O fato de 26 % das favorecidas não apresentarem indivíduos competidores no tratamento de Desbaste de Liberação de Copas, contra os 47 % do tratamento Testemunha, em tese, uma taxa percentual maior de baixa concorrência pode ter favorecido uma maior taxa de crescimento do tratamento Testemunha em detrimento do tratamento com Anelamento durante os 5 primeiros anos do experimento. Para Puig (2008), o comportamento de uma árvore, na floresta, depende das árvores que a cercam: a árvore é um elemento particular, que faz parte de um conjunto.

A distribuição de frequência em % das classes de crescimento (Figura 6) mostra claramente uma dominância do T0 (Testemunha) nas maiores classes, ou seja, o T1 (Anelamento) não apresentou árvores e/ou espécies em número ou crescimento elevado para as maiores classes, contribuindo também a falta de indivíduos concorrentes com a Testemunha em duas classes de Incremento, coincidentemente, classes de grande crescimento. Esse fato, juntamente com a baixa concorrência de indivíduos competidores na Testemunha (quase o dobro das árvores selecionadas não apresentaram competidores), contribui para explicar, o fato, do Anelamento não ter apresentado diferença significativa no crescimento diamétrico entre as árvores favorecidas com o tratamento de liberação de copas. Para Carvalho (1997), existe variação de crescimento entre espécies, assim como pode haver variação dentro de uma mesma espécie e entre indivíduos por causa das diferenças que existem entre tamanhos e grau de iluminação do dossel e a influência dos fatores genéticos.

Figura 6- Distribuição de frequência das classes de crescimento em porcentagem para ambos os tratamentos.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014)

Para Silva (1989) é esperado que a taxa de crescimento diamétrico de espécies com valor comercial nas florestas tropicais varie entre 0,1 e 0,7 cm ano⁻¹. Estimativa que se mantém atual para as atuais avaliações realizadas em florestas da Amazônia. No Quadro 2, são apresentados resultados de incremento em DAP em diversas situações e locais.

Em vários estudos realizados em florestas exploradas sob regime de manejo florestal, com e sem tratamentos silviculturais pós-exploratórios, pesquisadores têm reportado uma gama variada de resultados para crescimento em diâmetro (Quadro 2). Alguns resultados desses estudos se assemelham a este trabalho, enquanto outros mostram a variabilidade e complexidade de se obter respostas conclusivas acerca do crescimento em DAP em função da caracterização da área, diâmetro mínimo de observação, local do experimento e tempo de acompanhamento. Segundo Braz et al (2014), o incremento da floresta é bastante dependente do estoque de madeira remanescente, além de fatores importantes como incremento de espécies individuais. Depende, também, do grau de abertura do dossel e da composição das espécies (SILVA, 1989).

Na área testemunha e área tratada com DLC foi obtido incremento periódico anual em DAP de 0,56 cm ano⁻¹ e 0,47 cm ano⁻¹, respectivamente. Esses são resultados para árvores de espécies comerciais com qualidade de fuste 1, 2 e 5 (fuste retos e sádios) e diâmetros acima de 35 cm. Neste trabalho foram acompanhadas apenas 86 e 115 árvores, para a área explorada e área tratada com DLC, respectivamente. Número bem inferior ao reportado por diversos outros trabalhos. Em síntese, o sucesso dos sistemas silviculturais seletivos depende muito da quantidade e da qualidade das árvores da colheita futura (RAPERA, 1978 apud VIDAL, 2004).

Quadro 2- Resumo de diferentes trabalhos científicos com o tema Incremento de DAP.

AUTOR	Caracterização da Área de Estudo	Local da Área de Estudo	Tempo de Avaliação (anos)	IP_{DAP} (cm ano⁻¹)	Observação
1. SILVA (1989)	Floresta Explorada. Espécies comerciais	Flona Tapajós	1981-1987 (6 anos)	0,1 - 0,5	Sem Tratamento Silvicultura.l
2. CARVALHO (1992)	Floresta Explorada	Flona Tapajós	1981 - 1991 (10 anos)	0,42	Crescimento para espécies intolerantes.
3. VIDAL et al. (2002)	Floresta Explorada.	Faz. Agrosete, Paragominas-Pa.	3 anos	0,63	Todas as árvores com DAP \geq 10 cm.
	Floresta Explorada		3 anos	0,51	Todas as árvores com DAP entre 30-50 cm.
	Floresta Explorada.		3 anos	0,45	Todas as árvores com DAP > 50 cm.
	Floresta Não Explorada		3 anos	0,33	Todas as árvores com DAP \geq 10 cm.
4. COSTA et al. (2008)	Floresta Explorada. Somente as espécies comerciais	Flona Tapajós	1981 - 1997 (16 anos)	0,35	Sem tratamento Pós Exploratório. Todas as árvores com DAP \geq 5 cm.
5. PANTALEÃO et al. (2008)	Floresta Explorada. Floresta Estacional Semidecidual.	Marcelândia-MT	2 anos	0,24	Crescimento para as 10 espécies com maior IVI. DAP \geq 20 cm.
6. COLPINI et al. (2010)	Floresta Explorada de floresta ombrófila aberta/estacional.	Marcelândia-MT	2001 - 2007 (6 anos)	0,34	Dados de 69 Parcelas Permanentes. Todas as árvores \geq 17 cm.
7. VIDAL (2004)	Floresta com EIR. Varas e Árvores comerciais acima de 1m de altura	Faz. Agrosete, Paragominas-Pa	4 anos	0,45	Somente as espécies comerciais. Com tratamento Pós Exploratório
	Floresta com EIR. Sem tratamento Pós Exploratório.		1993 - 2000 (7anos)	0,53	Espécies comerciais. Árvores comerciais acima de 30 cm de DAP.
	Floresta Não Explorada		0,38		

AUTOR	Caracterização da Área de Estudo	Local da Área de Estudo	Tempo de Avaliação (anos)	IPADAP (cm.ano ⁻¹)	Observação
8. SILVA et al. (1995)	Floresta Explorada com EIR	Flona Tapajós	13 anos	0,3	Treze anos após exploração. DAP ≥ 10 cm.
9. DE GRAAF (1986)	Floresta Testemunha Explorada com sistema CELOS	Suriname	9 anos	0,1 – 0,4	Espécies comerciais. Com tratamento Pós Exploratório
	Floresta Explorada com sistema CELOS + Anelamento			0,6 – 1,0	
10. BRAZ et al. (2014)	Floresta Explorada com EIR com árvores comerciais > 30 cm.	Santa Carmen, Sinop-Mt.	6 anos	0,43	Somente as espécies comerciais. Sem tratamento Pós Exploratório
11. TAFFAREL (2012)	Floresta Explorada com EIR. Área controle.	Faz. Rio Capim, Paragominas-Pa.	6 anos	0,47	Área semelhante a este estudo. Com tratamento pós-exploratório Desbaste de Liberação de Copas. Com árvores comerciais > 35 cm
	Floresta Explorada com EIR. Área anelamento.			0,58	
12. ESTE TRABALHO	Floresta Testemunha Explorada com EIR	Faz. Cauaxi, Paragominas-Pa.	5 anos	0,56	Árvores comerciais qualidade de fuste 1, 2 e 5. Com tratamento pós-exploratório Desbaste de Liberação de Copas. DAP ≥ 35 cm
	Floresta Anelada Explorada com EIR			0,47	

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014)

Neste trabalho, o fato de 26 % das árvores selecionadas (favorecidas) não apresentarem indivíduos competidores no tratamento de Desbaste de Liberação de Copas, contra os 47 % do tratamento Testemunha, em tese, uma taxa percentual maior de baixa concorrência pode ter favorecido uma maior taxa de crescimento do tratamento Testemunha em detrimento do tratamento com Anelamento durante os 5 primeiros anos do experimento.

Comparado às florestas não exploradas, resultados deste estudo (0,56 cm ano⁻¹ floresta testemunha e 0,47 cm.ano⁻¹ floresta anelada) foram superiores. Confirma, também os trabalhos de Vidal; Viana e Batista (2002) e Vidal (2004) na região de Paragominas-PA, 0,33 cm.ano⁻¹ e 0,38 cm ano⁻¹, respectivamente. O resultado deste estudo em incremento de DAP para o tratamento Testemunha se assemelhou ao trabalho de Silva (1989), ou seja, corroborando os bons resultados obtidos com a colheita com EIR, pois o resultado em incremento obtido para esta floresta, após 5 anos da exploração, superou a de uma floresta não explorada, dado comumente encontrado na literatura.

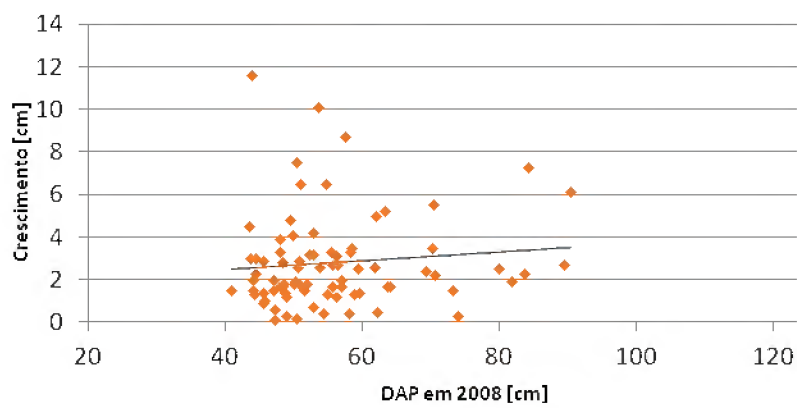
Por outro lado, em outras condições florestais diferentes da deste trabalho, e mesmo, os autores considerando DAP abaixo de 35 cm, ainda assim, os resultados de IPA deste estudo foram superiores aos encontrados por Pantaleão et al. (2008) e Colpini et al. (2010), que reportaram, respectivamente, IPAs de 0,24 e 0,34 cm ano⁻¹.

Ao se comparar o resultado do tratamento Testemunha (Figura 7) com outros igualmente obtidos em floresta manejada e não tratada com as mesmas características deste trabalho, o resultado se aproxima aos relatados por Vidal; Viana e Batista (2002) que obteve 0,51 cm ano⁻¹ para DAP de 30-50 cm e 0,45 cm ano⁻¹ para DAP acima de 50 cm.

Os resultados para a Testemunha deste estudo, também se aproximaram aos resultados relatados por diversos autores: Taffarel (2012) que obteve para DAP acima de 35 cm, 0,47 cm ano⁻¹, seis anos depois da exploração; Carvalho (1992) na Floresta Nacional do Tapajós que encontrou 0,4 cm ano⁻¹; Braz et al. (2014) que obteve 0,43 cm ano⁻¹ na região de Sinop-MT, ambas áreas com manejo; Vidal (2004) que para a floresta explorada com EIR obteve 0,53 cm.ano⁻¹ para árvores comerciais com DAP >30 cm, com sete anos de monitoramento e De Graaf (1986) no Suriname com o sistema Celos que encontrou 0,40 cm.ano⁻¹, nove anos após a exploração.

Outros exemplos de incrementos são encontrados em Silva et al. (1995) que treze anos após a exploração na Flona Tapajós encontrou taxa de $0,30 \text{ cm.ano}^{-1}$. Vidal (2004) encontrou taxas em torno de $0,5 \text{ cm.ano}^{-1}$ sete anos após a exploração de impacto reduzido em Paragominas-Pa e em Higuchi et al. (1997) $0,31 \text{ cm.ano}^{-1}$, na região de Manaus. Em outro trabalho avaliado entre (1981-1997), portanto em um período de 16 anos, o incremento médio em diâmetro foi de $0,35 \text{ cm.ano}^{-1}$ para as espécies comerciais, porém, considerando árvores com $\text{DAP} \geq 5 \text{ cm}$ (COSTA; SILVA; CARVALHO, 2008).

Figura 7- Crescimento de diâmetro de 30 espécies num período de 5 anos em função do DAP inicial para tratamento Testemunha.

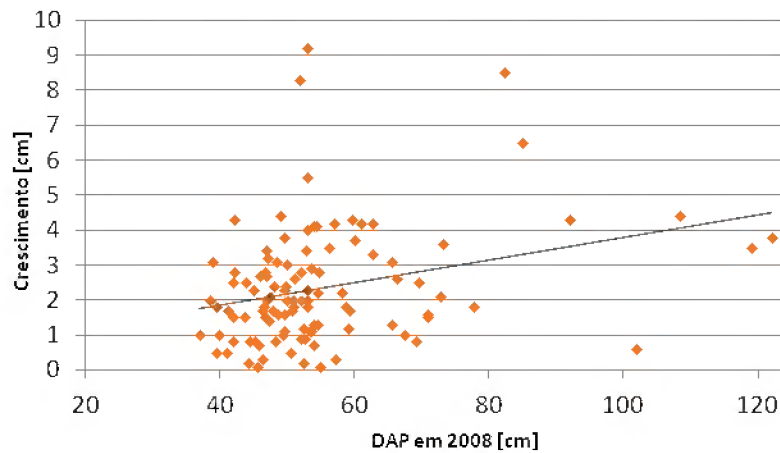


Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

O resultado obtido com o Desbaste de Liberação de Copas (Figura 8), embora menor do que o da área testemunha se revelou semelhante ao verificado por Vidal (2004) que, ao aplicar desbaste num raio de dois metros, nos indivíduos competidores das árvores favorecidas, em clareiras, para beneficiar espécies comerciais acima de 1m de altura, obteve, após quatro anos, um incremento médio anual de DAP de $0,45 \text{ cm.ano}^{-1}$.

Incrementos maiores foram relatados por De Graaf (1986) no Suriname, em floresta tratada com refinamento, cujo incremento variou de $0,6$ a $1,0 \text{ cm.ano}^{-1}$ e Taffarel (2012) que obteve $0,58 \text{ cm.ano}^{-1}$, seis anos depois do tratamento com desbaste de liberação. Esta autora não encontrou diferença significativa no crescimento entre os períodos de avaliação (2005-2006, 2006-2007, 2007-2009 e 2009-2011). Houve, no entanto, diferenças entre os tratamentos nos diferentes períodos, mostrando que o anelamento e corte de cipós se revelavam eficazes até o sexto ano.

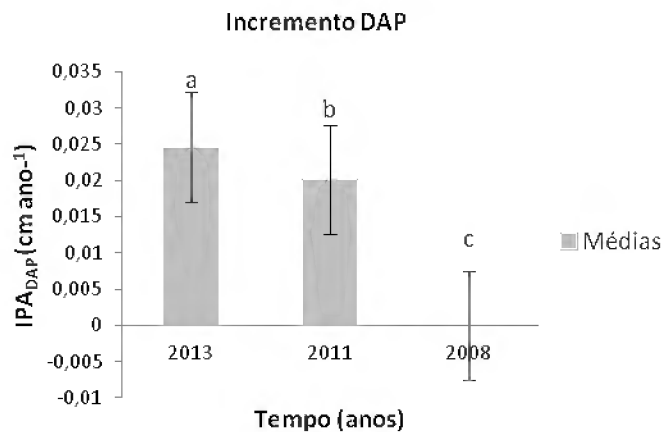
Figura 8- Crescimento em diâmetro de 32 espécies num período de 5 anos em função do DAP inicial para tratamento Desbaste de Liberação de Copas.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Ao se avaliar a variável Tempo no incremento em DAP (Figura 9), para três momentos de medição, este estudo revelou que há diferenças altamente significativas. Portanto, ganhos expressivos em incremento são observados entre diferentes períodos de avaliação para a floresta tratada com Desbaste de Liberação de Copas.

Figura 9- IPA em DAP no tratamento Desbaste de Liberação de Copas. Médias com letras iguais refletem Não Significância e letras diferentes são significativamente diferentes, conforme o teste de SNK ($\alpha=0,05$).



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

O crescimento em área basal na Testemunha (Figura 10), em 5 anos, foi de $0,08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ($0,43 \text{ m}^2 \text{ ano}^{-1}$) enquanto na área tratada com o DLC foi de $0,10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ($0,48 \text{ m}^2 \text{ ano}^{-1}$).

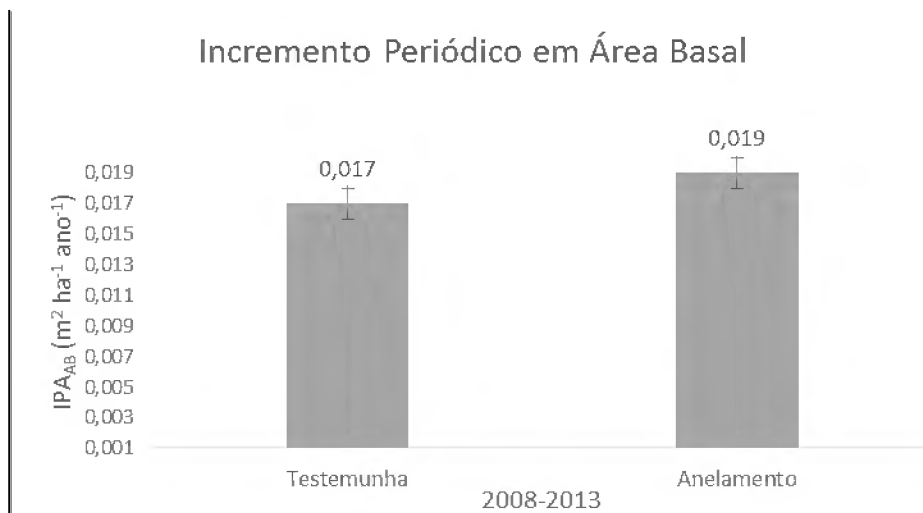
Figuras 10- Respostas aos tratamentos dos crescimentos anuais em Área Basal.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Para a variável resposta incremento periódico anual em área basal (Figura 11) obteve-se ganhos de 0,017 m² ha⁻¹ ano⁻¹ (Testemunha) e 0,019 m² ha⁻¹ ano⁻¹ (Anelamento). Na tabela 7 são apresentados os resultados para o crescimento e incremento em área basal para cada tratamento.

Figuras 11- Respostas aos tratamentos dos incrementos anuais em Área Basal.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

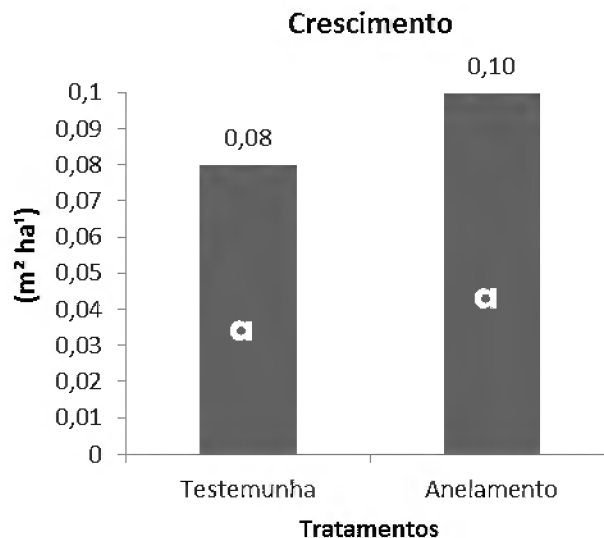
A avaliação para os fatores de variação Tratamento (parcelas), Tempo (subparcelas) e interação destes, avaliando árvores comerciais com DAP ≥ 35 cm resultou não significativa para área basal (Tabela 6 e Figura 12).

Tabela 6- Resultado da ANAVA para Área Basal. Na tabela, resultados em (*****) refletem números muito altos.

Variáveis		Área Basal (m ² ha ⁻¹)	
Fator de Variação	gl	F	p
Blocos	3	37.66	0.0000 **
Anelamento	1	1.63	0.2216 NS
Tempo	2	2.39	0.1254 NS
Anelamento x Tempo	2	0.03	***** NS
Erro Experimental	15		
Total	23		

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Figura 122 - Crescimento líquido em área basal por tratamentos. Tratamentos com letras iguais refletem Não Significância e letras diferentes são significativamente diferentes, conforme teste de SNK ($\alpha=0,05$).



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

No entanto, ocorreram ganhos para o período avaliado na Testemunha, que passou de 0,88 m² ha⁻¹ para 0,96 m² ha⁻¹, ganhos reais, ou seja, de 0,08 m² ha⁻¹. Na área anelada esses foram ganhos praticamente iguais, passando de 1,19 m² ha⁻¹ para 1,29 m² ha⁻¹ em 5 anos (Tabela 7).

Na área tratada, os ganhos acumulados foram de $0,10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Ao se analisar comparativamente os tratamentos quanto aos acréscimos percentuais em Área Basal, obteve-se 10,42%.

Tabela 7- Crescimentos e Incrementos em área basal obtidos no período de 2008 a 2013 para área basal.

Variáveis	Período de 2008 – 2013 (5 anos)			
	Testemunha		Anelamento	
	Crescimento Médio	IPA	Crescimento Médio	IPA
Área basal	0,08 $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$		0,10 $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$	
	(0,88 – 0,96)	0,017	(1,19 – 1,29)	0,019
	0,43 $\text{m}^2 \text{ ano}^{-1}$	($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)	0,48 $\text{m}^2 \text{ ano}^{-1}$	($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Alguns estudos da literatura têm dado respostas ora inferiores ora superiores aos resultados apresentados pelo presente estudo, tanto para áreas manejadas com quanto sem silvicultura pós-colheita. Por exemplo, em áreas manejadas, sem silvicultura pós-colheita, Colpini et al (2010) encontrou, para um período de seis anos, $0,22 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ($0,036 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); Vidal (2004) relatou incremento em Área Basal de $0,049 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para floresta explorada há 7 anos e árvores comerciais acima de 30 cm; Pantaleão et al. (2008) apresentaram para as dez espécies de maior IVI, incremento periódico anual médio em área basal de $0,38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$; Taffarel (2012) apresentou crescimento em área basal de árvores acima de 35cm de DAP em Paragominas-PA de $0,06 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ durante um período de seis anos. Enquanto que, a mesma autora para as áreas manejadas com silvicultura pós-colheita, obteve $0,04 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. De maneira geral, Taffarel (2012) demonstrou que nas parcelas onde houve exploração de impacto reduzido e adicionalmente o tratamento de liberação de copas ocorreram acréscimos no crescimento para ambos os tratamentos.

Para florestas não exploradas os resultados são bastante variáveis. Teixeira et al. (2007) encontraram na região de Manaus incremento de $0,44 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; Vidal (2004) relatou para árvores com DAP acima de 30 cm, IPA em área Basal de $0,004 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; Oliveira (2005) trabalhando na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, encontrou incremento de $0,06 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para uma área sem intervenção silvicultural.

De modo geral, esta avaliação de cinco anos pode estar refletindo o que já foi mencionado em trabalhos de Silva (1989), Silva et al. (1995), Higuchi et al. (1997) e Vidal; Viana e Batista, (2002) que notaram que o padrão de produtividade tende a cair, ou seja, há uma tendência de redução da taxa de crescimento a partir do quarto ano após a exploração. Outro exemplo é apresentado por De Graaf; Poels e Rompaey (1999), ao expor que uma taxa de crescimento em área basal pode ser aumentada inicialmente em aproximadamente 4,0 %, porém tende a redução com o tempo, podendo chegar a até 1 %. Vidal (2004) enfatiza que há diversos trabalhos enfocando crescimento volumétrico em florestas tropicais no mundo, e que neles a variação de produtividade é muito alta. Isso pode explicar, em parte, os resultados inferiores de crescimento obtidos nesse trabalho, uma vez que a exploração da floresta aconteceu em 2006, e somente em 2008 é que se começou a acompanhar as taxas de crescimento das árvores. Ou seja, taxas de crescimento deixaram de ser computadas, logo no primeiro e segundo anos pós-exploração.

De fato, o crescimento de florestas tropicais varia com o sítio, quantidade e tipos de espécies, tempo de avaliação, condições climáticas e intensidade de uso. Mais importância deve ser dada ao grau de intervenção silvilcultural, e nisso, as práticas de manejo com Exploração de Impacto Reduzido contribuem para chegarmos mais próximos ao equilíbrio entre extração e reposição dos recursos florestais. A exploração de impacto reduzido em si, resulta em menores danos na estrutura geral da floresta, o que pode se refletir em menores taxas de entrada de luz e, portanto, menor crescimento.

Embora o IPA em diâmetro no período avaliado tenha sido menor do que a opção de nada fazer, ainda assim é vantajosa a adoção de boas práticas de manejo aliadas a aplicação de silvicultura pós-colheita no manejo, pois induz a floresta a produzir mais volumetricamente em relação às áreas não tratadas e em menos tempo (VIDAL 2004; DE GRAFF, 1986; SILVA, 1989). Neste estudo o crescimento volumétrico em área basal na área tratada com Desbastes de Liberação de Copas, resultou em maiores ganhos (10%) do que a opção de nada fazer.

2.4.2 Mortalidade das árvores selecionadas (Favorecidas)

O tratamento foi aplicado em 2008 e a mortalidade de árvores selecionadas (favorecidas), vide Tabela 8, foi avaliada em dois momentos no período de cinco anos de acompanhamento, anos 2011 e 2013, portanto três e cinco anos, respectivamente após a aplicação dos

tratamentos. Em cada visita de avaliação no campo a árvore recebia um código segundo seu estado de saúde, sendo 1 para morta em pé, 2 para morta caída, 3 morrendo e 4 para árvore viva.

Na floresta manejada com exploração de impacto reduzido, a somatória das árvores das duas parcelas (anelamento e testemunha), durante os cinco anos de acompanhamento apresentaram 3,75 % de mortalidade natural (morte por ventos, raios, fungos, etc.). Média anual foi de 0,75 % ou 1,02 indivíduos ha⁻¹ano⁻¹ mortos no período, avaliando-se 44 espécies comerciais com DAP ≥ 35cm com qualidades de fuste 1, 2 e 5.

Tabela 6- Mortalidade da parcela Testemunha e DLC (anelamento) no período de 2008 a 2013.

Mortalidade	Testemunha	Anelamento	TOTAL
Mortalidade (total)	1,12 %	2,63 %	3,75 %
Mortalidade (média anual)	0,22 %	0,53 %	0,75 %

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Em valores relativos, a mortalidade registrada no período para a Testemunha e tratamento com Desbaste foram, respectivamente, de 0,6 e 1,4 indivíduos ha⁻¹ ano⁻¹.

De Graff (1986), em estudos semelhantes no Suriname observou que as perdas de volume devido à mortalidade foram superiores em áreas onde se aplicou tratamentos silviculturais em relação às áreas sem tratamento silvicultural, mas não há nenhuma indicação de que estas perdas são relacionadas com o efeito dos tratamentos. Para o autor a mortalidade foi, de fato, uma importante fonte de variação não explicada.

Diversos autores relataram mortalidades variando de 0,7-1,5 % ao ano para floresta não explorada. Por exemplo, Higuchi e Higuchi (2004) encontraram 0,7 % para um período de 14 anos em uma floresta primária da Amazônia Central; Rocha (2001) obteve a mortalidade de 0,86 % para uma Floresta de Terra Firme, em um período de cinco anos. Souza et al. (2012) encontraram mortalidade de 0,95 % e 1,3 % numa floresta no Amazonas para os períodos entre 2005 e 2007 e 2007 e 2010, respectivamente. SILVA et al. (1995), monitorando uma floresta remanescente na Floresta Nacional do Tapajós, encontraram uma média anual de mortalidade de 2,2 %, valores maiores, em razão de uma exploração anterior de 75 m³ e 16 árvores comerciais por hectare.

Ao se analisar a mortalidade para florestas exploradas e não tratadas, a deste trabalho é inferior a todas as encontradas na literatura. Colpini et al. (2010) encontrou mortalidade de 0,78 % em seis anos de acompanhamento; Muniz et al. (2007) realizaram em Bragança-Pa um estudo comparativo da dinâmica de duas florestas secundárias, uma sem tratamento e outra submetida a tratamento silvicultural com anelamento e desbaste, e a mortalidade observadas foram de 1,1 % na área sem tratamento, enquanto que na área tratada observou-se mortalidade 2,7 %. Numa área de um fragmento de floresta estacional semidecidual sob o regime do manejo sustentado, localizado em Marcelândia – MT, Pantaleão et al. (2008) relatou mortalidade de 2,7 % para DAP > 10 cm, valor bem próximo do valor encontrado nesse estudo para floresta tratada com desbaste de liberação e inferior ao da floresta somente explorada.

Vidal (2004) sete anos após exploração de impacto reduzido em Paragominas, Pa, relatou mortalidade média anual de 1,4 %, inferior ao da floresta não explorada que foi de 1,82 %. A mortalidade anual obtida por Taffarel (2012) em árvores comerciais de futura colheita acima de 35 cm de uma floresta explorada com EIR foi de 0,9 %. Entretanto, a autora creditou essa alta mortalidade a um evento de tempestade (tornado) que ocorrera em 2008.

De fato dados de mortalidade em florestas primárias, e também, em florestas exploradas requerem acompanhamento de longo prazo, e, idealmente, em grandes áreas de amostragem. Essa observação é corroborada por Werger (2011). Segundo o autor, devido à baixa incidência de mortalidade, é difícil quantificá-la profundamente; é preciso um longo período de tempo e um grande número de árvores para obter resultados estatisticamente bons, especialmente quando a variação espacial e temporal da mortalidade é considerável. Por exemplo, condições climáticas extremas podem gerar picos temporais na mortalidade e a queda de uma grande árvore geralmente destrói várias outras, causando, assim, um aumento local da mortalidade.

2.4.3 Efetividade do Anelamento (Competidoras)

A efetividade do anelamento (mortalidade) com aplicação de glifosato nas árvores competidoras foi avaliada e comparada por meio do teste do Qui-quadrado (χ^2) empregando o programa BioEstat 5.3 (Tabela 9). Para isso, prepararam-se tabelas de contingências para cada tratamento, considerando indivíduos vivos numa coluna e indivíduos mortos em outra, entre

dois anos de referência. Em seguida, foram calculadas e testadas as proporções observadas com as proporções esperadas.

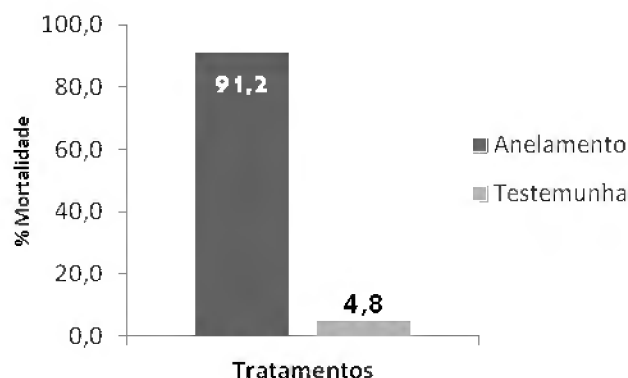
Tabela 7 - Resultados da mortalidade com do teste χ^2 para o efeito do arboricida na concentração 33 %.

Tratamento	Períodos		
	2008-2011	2008-2013	2011-2013
33 % (Glifosato)	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,001
	p > 0,05 Não Significante	p < 0,05 Significante	p < 0,01 Altamente Significante

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Na avaliação de três anos, no período de 2008 e 2011, os resultados foram altamente significativos $\chi^2 (1;0,05) = 220,072$, $p < 0,05$, atingindo 78,95 % de mortalidade na aplicação de 33 % de glifosato em 58 espécies pertencentes a 25 famílias. Para um intervalo maior de avaliação, 2008 a 2013 (cinco anos), o teste foi também altamente significativo $\chi^2 (1;0,05) = 283,864$, $p < 0,05$, chegando a 91,23 % de mortalidade das competidoras (Figura 12). Mesmo, para um intervalo menor (2011-2013) ainda assim o resultado foi altamente significativo para o índice de mortalidade adicional, $\chi^2 (1;0,05) = 10,163$, $p < 0,05$, alcançando, para os indivíduos vivos remanescentes, igualmente 91,23 % de mortalidade no período de dois anos. Significando que mesmo depois de 3 anos, ainda ocorria altos índices de mortalidade entre os indivíduos sobreviventes restantes.

Figura 133- Mortalidade dos indivíduos competidores no período de em 5 anos após a aplicação do arboricida glifosato a uma concentração de 33%.



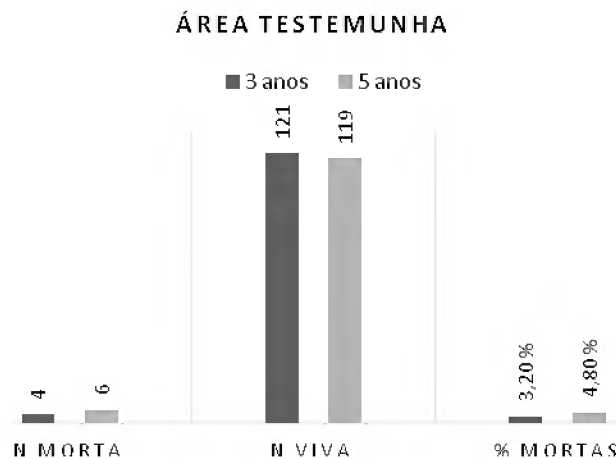
Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

A análise com o Qui-quadrado satisfaz a hipótese testada, ou seja, de que há uma efetividade na aplicação do arboricida associada à anelamento mecânico na mortalidade de diferentes

espécies competidoras. De fato, mortalidade próxima a 80 % no período de três anos, é bastante satisfatória.

Na área testemunha (sem anelamento), das 125 árvores de 47 espécies competidoras apenas quatro árvores haviam morrido em 2011, acrescentando-se mais duas árvores em 2013. No período total (2008-2013) a mortalidade por causa por causas naturais atingiu 4,8 % (Figura 13).

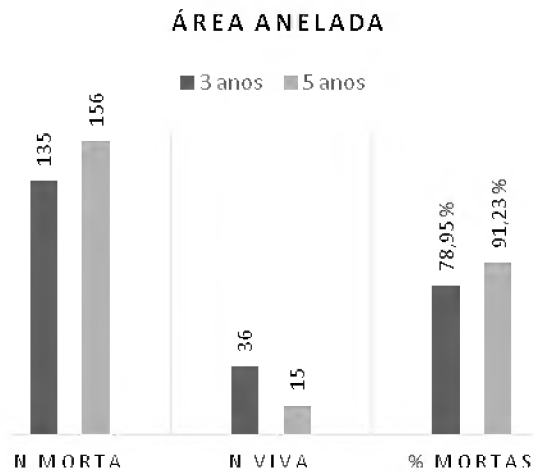
Figura 144- Evolução da mortalidade natural na Área Testemunha.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Na área tratada com anelamento e aplicação do arboricida glifosato na concentração de 33 % (Figura 14), foram aneladas 171 árvores competidoras de 58 espécies. Em 2011, a mortalidade atingiu 78,95 % (N=135), elevando-se no quinto ano a 91,23% (N=156). Carvalho et al. (2001) avaliaram a anelagem sem aplicação de arboricida, em árvores competidoras com DAP \geq 10 cm em um Desbaste de Liberação, e encontram que 27 % de mortalidade no primeiro ano de avaliação e 66 % no segundo.

Figura 155 - Evolução da mortalidade na área anelada com aplicação de glifosato a 33% em água.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

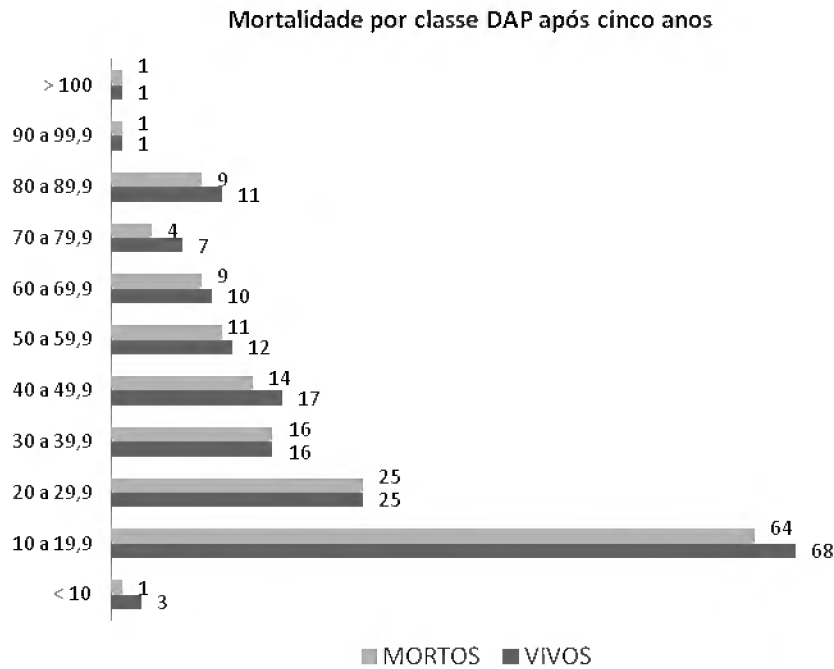
Sandel e Carvalho (2000), em um experimento de anelamento sem aplicação de arboricida na Floresta Nacional do Tapajós relataram a evolução da mortalidade nas classes $35 \text{ cm} \geq \text{DAP} \leq 50 \text{ cm}$, desde o segundo até o quinto ano após o tratamento: no primeiro ano, a mortalidade foi de 25 %, no segundo foi de 50 %, no terceiro foi de 68,75 %, no quarto foi de 81,25 % e no quinto ano foi de 85,42 %. Wadsworth e Zweede (2006), ao fazer aplicação de glifosato a uma concentração de 33% em anelamentos do tipo xadrez, observaram que das 527 árvores competidoras tratadas, 74% estavam mortas ou morrendo após 6 meses.

Souza e Jardim (1993), mencionam que em um experimento, próximo a Manaus, o anelamento sem arboricida resultou em mortalidade de 89 %, após três anos de sua aplicação. Sandel; Baima e Carvalho (1998) comparando tratamentos com anelamento completo e anelamento completo com entalhes, ambos sem aplicação de arboricida, 24 meses depois, as médias de mortalidade foram de 69 % e 67 %, respectivamente.

Das 58 espécies submetidas ao anelamento, 10 espécies chegaram aos cinco anos com árvores vivas. Destas as mais representativas foram as famílias Sapotacea e Lecytidaceae. As espécies Abiurana-branca e Matamata- branco, com taxa de 33,33 % de sobrevivência foram as que mais resistiram. Outras espécies também se mostram resistentes, tais como: maçaranduba, pau-jacaré, abiu, timborana, carapanauba, araracanga e tachi-preto. A família Sapotaceae é conhecida pela exsudação de látex, enquanto a família Lecythydaceae apresenta fibras na casca, característica da família.

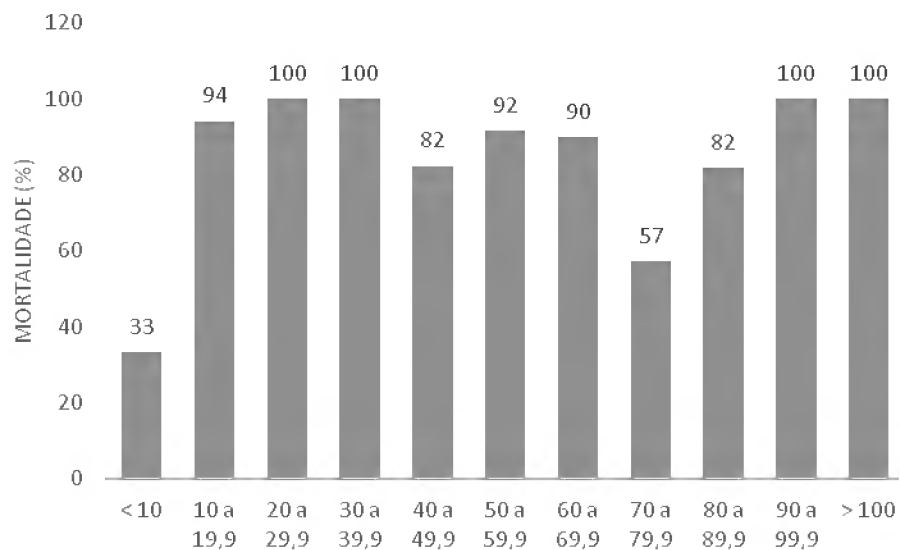
Quanto ao DAP das árvores resistentes pode-se observar que elas se encontravam em classes de DAP diferentes e não seguiram um padrão (Figura 15 e 16), contrariando estudo de Oliveira (2005) e Oliveira et al (2011).

Figura 166 - Distribuição da mortalidade de árvores competidoras por classe de diâmetro cinco anos após anelamento com aplicação de glifosato a 33%.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Figura 177 - Porcentagem da mortalidade de árvores competidoras por classe de diâmetro cinco anos após anelamento com aplicação de glifosato a 33%.



Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Oliveira (2005) encontrou maior mortalidade nos indivíduos mais jovens, $Dap \leq 40$ cm, em virtude da anelagem e aplicação do arboricida. Oliveira et al. (2011), aplicando modelo binário logístico com técnica de otimização de scores de Fisher com a finalidade de indicar o efeito da probabilidade de morte por anelamento, obteve como resultado que árvores de maior diâmetro têm 137 % de chances de morrerem, em relação às menores; árvores com menor iluminação têm 158 % chances de morrerem em relação as emergentes no dossel. As árvores com boa qualidade de fuste têm 79,9 % de chances de morrer em relação às bifurcadas e tortuosas, bem como que árvores com maiores níveis de infestação por cipós têm 165 % de chance a mais de morrer.

Árvores com diâmetro inferior a 50 cm apresentaram mortalidade de 61 a 90 % e nas classes diamétricas superiores, a mortalidade foi semelhante, em torno de 69 a 100 %. Azevedo et al. (2012) relata em seu trabalho que, de fato, o anelamento com a aplicação de arboricida é mais eficiente em função da espécie do que do tamanho das árvores. Sandel; Baima e Carvalho (1998) obteve para oito espécies, mortalidade maiores nas classes diamétricas $35 \text{ cm} > DAP < 50 \text{ cm}$, tanto para tratamento anelagem completa e anelagem com entalhes sem aplicação de arboricida.

Ohlson-Kiehn; Pariona e Fredericksen (2006) avaliaram a eficácia de diferentes tratamentos de anelagem associado a arboricida em uma floresta tropical úmida da Bolívia, aplicado em período seco e chuvoso. Para o anelamento com anel completo aplicaram 50 % de concentração de 2,4-D, obtendo após 18 meses, na média geral de diferentes tratamentos, mortalidade de 76 % das árvores tratadas. As árvores tratadas na estação seca tiveram mortalidade de 97,5 %, contra 90 % daquelas tratadas na estação chuvosa após 18 meses. Costa et al. (1998) utilizaram o arboricida Tordon 2,4-D (Trietanalamina do 2,4 D e Picloram) em anéis de entalhes a uma concentração de 10 %, para desvitalizar 14 árvores/ha num tratamento de desbaste de liberação (seletivo) em Vitória do Jari-AP. Dois anos após sua aplicação, mortalidade atingiu 65 % do total das árvores tratadas.

Carvalho (1981) submeteu vinte espécies arbóreas à anelagem profunda, com DAP entre 10 a 50cm e sem uso de arboricida na Flona Tapajós. Após um ano, 21 % dos indivíduos tratados estavam mortos, evoluindo para 76 %, decorridos três anos da aplicação do tratamento. Mortalidades baixas são esperadas quando não está associada a aplicação de arboricida. Na

Bolívia, Pariona; Fredericksen e Licon (2001) avaliou a efetividade de três tratamentos de anelamento treze meses depois da aplicação, concluindo que o anelamento sem aplicação de arboricida atingiu somente 10 % de mortalidade das árvores tratadas.

O tratamento foi efetivo em mais de 70 % com os indivíduos das famílias Anacardiaceae, Bombacaceae, Combretaceae, Verbenaceae, Lauraceae, Sterculiaceae, Tiliaceae, Mimosaceae, Humiriaceae, Fabaceae e Burseraceae. Costa et al. (1998) obteve resultados de 100 % de mortalidade, portanto, indivíduos considerados bastante susceptíveis à aplicação do arboricida, para as famílias Anacardiaceae, Caesalpiniaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae e Violaceae. Neste estudo, a mortalidade foi de 61,2 % nos indivíduos ≥ 45 cm, três anos após a aplicação do tratamento, subindo para 81,63 %, cinco anos depois. Enquanto que para todas as classes de DAP entre 10-44,9 cm, ocorreram 86,55 % e 94,95 % de mortalidade em três e cinco anos, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Jardim et al. (1996), que 3,5 anos após a aplicação dos tratamentos, observaram 74,1 % de mortalidade das árvores aneladas com DAP ≥ 45 cm. Em estudo realizado por Sandel e Carvalho (2000), sem aplicação de arboricida, as árvores com DAP entre 35 cm e 50 cm foram as mais sensíveis à anelagem, seguidas pelas as árvores de diâmetros maiores.

2.5 Conclusão

- O Desbaste de Liberação de Copas aplicado para beneficiar espécies comerciais de futura colheita resultou em crescimento em área basal superior à área não tratada, porém a diferença não foi estatisticamente significativa no período de cinco anos estudado.
- O Desbaste de Liberação de Copas com uso de anelamento associado a aplicação de arboricida Glifosato 33% apresentou alta efetividade de mortalidade das árvores competidoras a partir do terceiro ano podendo chegar a quase 100% ao final do quinto ano de sua aplicação.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. P. et al. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na floresta do Jari, Amapá. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 315 - 324, abr./jun. 2012.
- BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; OLIVEIRA, M. F. BASSO, R. O. Strategies for Achieving Sustainable Logging Rate in the Brazilian Amazon Forest. **Open Journal of Forestry**, v.4, n.2, p.100-105, 2014. Disponível em: <<http://www.scirp.org/journal/ojf>>.
- CARVALHO, J.O.P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rainforest**. 1992. 215f. Thesis (PhD). University of Oxford, UK, 1992.
- CARVALHO, J.O.P. **Anelagem de árvores indesejáveis em floresta tropical densa na Amazônia**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. 11 p. (Boletim de Pesquisa, 22).
- COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; SOARES, T. S.; HIGUCHI, N.; TRAVAGIN, D. P.; ASSUMPCÃO, J. V. L. Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Estado do Mato Grosso. **Revista Acta Amazônica**, v. 40, n.3, p. 549 – 556, 2010.
- COSTA, D. H. M.; SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M.; FERREIRA, C. A. P. **Desvitalização de árvores com tratamento silvicultural em floresta natural no município de vitória do Jari, estado do Amapá**. Belém: EMBRAPA CPATU. 1998. p.1-3. (Pesquisa em andamento, 184).
- COSTA, D. H. M; SILVA, J. N. M; CARVALHO, J. O. P de. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na floresta nacional do tapajós após a colheita de madeira. **Rev. ciências agrárias**, Belém, n. 50, p. 63-76, jul./dez. 2008.
- DE GRAAF, N.R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 1986. 250 p.
- DE GRAAF, N.R.; POELS, R.L.H.; ROMPAEY, R.S.A.R. Effect of silvicultural treatments on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. **Forest ecology and management**. v.124, p.123-135, 1999.
- DIAS, A. N. **Molelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbastes**. 2000. 64 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.
- FAO. **Estado y Tendencias de la Ordenacion Forestal em 17 Países de America Latina por Consultores Forestales Asociados de Honduras (FORESTA)**. Documentos de Trabajo sobre Ordenacion Forestal; Documentos de Trabajo FM/26; Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Direccion de Recursos Forestales. FAO, Roma. Mayo 2004 (Inedito). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008j2628s/j2628S00.htm>>.
- FERREIRA, M.V.S. **Avaliação econômica do manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia brasileira com aplicação de silvicultura pós-colheita**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

HIGUCHI, I.G; HIGUCHI, N. **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: Uma proposta de educação ambiental.** Manaus: INPA, 2004. 146p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; COIC, A. R.; MINETTE, L. J. Crescimento e incremento de uma floresta Amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. In: WORKSHOP BIONTE - Aspectos Silviculturais e ecológicos do Manejo Florestal. 1997. **Anais...** Manaus- AM: INPA, 1997.

JARDIM, F.C. S.; SOUZA, A. L.; BARROS, N. F.; MACHADO, C. C.; SILVA, E.; SILVA, A. F. Técnica de abertura do dossel por anelamento de árvores na Estação Experimental de Silvicultura do INPA, Manaus:AM. **Boletim da FCAP**, Belém, n.25, p.91-104, jan./jun. 1996.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas:** possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Detsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1990. 343 p.

LOUMAN, B.; DAVID, Q.; MARGARITA, N. **Silvicultura de bosques latifoliados úmidos com ênfases em América Central.** Costa Rica, Turrialba: CATIE, 2001. 265p.

MUNIZ, A. L. V.; ESQUERDO, L. N.; RIBEIRO, M. S.; SILVA, M. F. F.; PINHEIRO, K. A. O.; ALVINO, F. O.; ARAÚJO, E. L. S.; JUNIOR, R. C. C. Dinâmica de floresta secundária com e sem tratamento silvicultural para fins de manejo no nordeste paraense. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 13 p. 2007.

OHLSON-KIEHN, C.; PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T. S. Alternative tree girdling and herbicide treatments for liberation and timber stand improvement in Bolivian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v.225, n.1, p.207-212. 2006.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós.** 2005. 183 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

OLIVEIRA, L. C.; ARAÚJO, H. J. B.; SÁ, C. P.; RIBAS, L. A. Respostas ao anelamento aplicado como tratamento silvicultural em florestas manejadas na Amazônia ocidental. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10., 2011, São Lourenço, MG. **Anais...** São Lourenço, MG: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2011.

PANTALEÃO, J. C.; SOARES, T. S.; COLPINI, C.; SILVA, V. S. M.; MATRICARDI, W. A. T. Avaliação da estrutura, crescimento, mortalidade e recrutamento em uma floresta semidecidual submontana na Amazônia mato-grossense. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, jul./dez. 16p. 2008.

PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T.; LICONA, J.C. **Comparación de tres tratamientos para el mejoramiento de rodales en dos tipos de bosques bolivianos.** Bolivia: Proyecto BOLFOR, 2001.16p. (Documentos Técnicos, 102).

POKORNY, B.; PALHETA, C.; STEINBRENNER, M. **Custos de operações florestais: noções e conceitos**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; Cifor, 2008. 73p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 373).

PUIG, H. **A Floresta Tropical Úmida**. São Paulo: UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; França: Institut de Recherche pour le Developpement, 2008. 496p.

RIBEIRO, M.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de Silvicultura Tropical**. Projecto GCP/Moz/056/Net. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de agronomia e engenharia Florestal, Departamento de engenharia Florestal: FAO, 2002. 122p.

ROCHA, R. M. **Taxa de recrutamento e mortalidade da floresta de terra-firme da bacia do rio Cuieiras na região de Manaus-AM**. 2001. 49f f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2001.

SANDEL. M.P.; BAIMA, A.M.V.; CARVALHO. J.O.P. **Teste de anelagem em espécies arbóreas na floresta amazônica**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 13p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 75).

SANDEL. M.P.; CARVALHO. J.O. P. Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em florestas naturais da Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, n.33, p. 9-32, 2000.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, C. M. **Preço da madeira em pé, valor econômico e mercado de madeira nos contratos de transição do estado doPará: relatório de pesquisa**. Belém: FUNPEA, 2010.

SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. 1989. 302 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1989.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, C.A.; ALMEIDA, B.F.; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C.; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 year after logging. **Forest Ecology and Management**, n.71, p.267-274, 1995.

SMITH, D.M. **The Practice of Silviculture**. 8. ed. New York: John Wiley, 1986. 527p.

SOUSA, A. L.; JARDIM, F.C.S. **Sistemas Silviculturais aplicáveis nas florestas tropicais**. Viçosa, MG: SIF. 1993. 128p. (Documentos SIF, 008).

SOUZA, A. L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R.M. dinâmica da regeneração natural de uma Floresta Ombrófila Densa secundária, após corte de cipós no Vale do Rio Doce SA Reserva Natural no Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore** , v.26, n.4, p.411-419, 2002.

SOUZA, A.L.; SOARES, C.P.B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa. Ed. UFV, 2013. 322p.

SOUZA, C.R.S.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B; SILVA, K. E. S.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, Manaus, v.42, n.4, 2012.

TAFFAREL, M. **Comportamento de árvores potenciais para futuras colheitas em uma floresta ombrófila densa submetida á exploração de impacto reduzido e tratamentos silviculturais no município de Paragominas, Pará, Brasil.** 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

TEIXEIRA, L. M; CHAMBERS, J. Q; SILVA, A. R; LIMA, A. J. N; CARNEIRO, V. M. C; SANTOS, J; HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazônica**. v. 37, n. 03, p.377-384. 2007.

VIDAL, E. **Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia Oriental.** 2004. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências da engenharia Ambiental) - Escola de engenharia de São Carlos-USP, 2004.

VIDAL, E., VIANA, V. M., BATISTA, J. L. F. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia forestalis**, n. 61, p. 133-143, jun. 2002.

WADSWORTH, F.H; ZWEEDE, J.C. Liberation: Acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, Washington, DC, n.233, p. 45–51, 2006..

WERGER, M. J. A. **Sustainable Management of Tropical Rainforests: the CELOS Management System.** Paramaribo, Suriname: Tropenbos International, 2011. 282 p. (Tropenbos Series, 25).

2 CUSTO, PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE FINANCEIRA DO DESBASTE DE LIBERAÇÃO DE COPAS.

RESUMO

Na Amazônia brasileira, manejadores de florestas de produção não aplicam tratamentos silviculturais por julgarem que se trata de uma atividade onerosa, a ponto de inviabilizar o manejo. Mesmo que haja ganhos em crescimento da floresta, estes não compensariam os custos adicionais de mais uma atividade. Este estudo teve por objetivo determinar os custos e produtividade da aplicação do Desbaste de Liberação de Copas como uma opção para aumentar a produtividade da floresta. Paralelamente foram usadas ferramentas de avaliação financeira Valor Presente Líquido (VPL) e Razão Benefício Custo para determinar sua viabilidade. Em 51 hectares, na Fazenda Rio Capim, Paragominas-Pará, foram determinadas as produtividades das atividades e avaliados os custos com planejamento, implantação e manutenção/monitoramento do Desbaste de Liberação de Copas. Os dados foram aplicados a uma unidade de produção anual (UPA) como moldura de avaliação da análise de viabilidade financeira da UPA, dentro do escopo do manejo florestal com exploração de impacto reduzido(EIR). Implantar um hectare do Desbaste de Liberação requer investimentos de R\$ 53,23 reais, sendo R\$ 1,15 para etapa de planejamento, R\$ 27,57 com a preparação da área, R\$ 19,25 para anelamento e aplicação do arboricida e R\$ 5,26 com custos gerais/apoio. A produtividade média nos tratamentos foi de 2,16 ha/h no preparo da área, 1,69 ha/h para selecionar, marcar, medir e cortar cipós e 2,32 ha/h para anelar as arvores e aplicar arboricida. Financeiramente, resultou em VPL maior que 0 e RB/C maior que 1, com valores de referência do VPL em R\$ 364,10 e RB/C 1,38, respectivamente; com um fluxo de benefícios positivos para os indicadores. Um projeto de manejo que adote o Desbaste de Liberação de Copas apresenta viabilidade e os custos financeiros adicionais com a aplicação do tratamento não é um impedimento para a adoção dessa prática silvicultural em florestas em regime de manejo florestal com exploração de impacto reduzido.

Palavras chave: Silvicultura pós-colheita; valor presente líquido, análise de custo benefício; análise financeira de projetos; Amazônia.

COSTS, PRODUCTIVITY AND FINANCIAL VIABILITY OF LIBERATION THINNING

ABSTRACT

Forest managers in the Brazilian Amazon do not apply post-harvest silvicultural treatments assuming that it is a costly activity and therefore would make forest management inviable. Even if there would be gains in growth of the forest, this benefit would not compensate for the additional costs of this activity. This study aimed at determining the costs and productivity of applying Liberation Thinning as an alternative for post-harvest silviculture seeking to increase growth of the forest. Tools for financial analysis of projects viz. Net Present Value (NPV) and Proportional Cost-Benefit (PCB) were used evaluate financial feasibility of application of the silvicultural treatment. In 51 ha of a tropical rain forest located in the Paragominas municipality, eastern Pará State, Brazil, cost and productivity of activities for carrying out Liberation Thinning (LT), including planning, conducting and maintaining the treatment were evaluated. The data was applied in a typical annual production unit (APU) as a framework for analyzing its financial feasibility within the scope of tropical forest management with reduced impact logging. To establish one hectare of LT requires investing R\$ 53.23 (c. US\$ 27.30) being R\$ 1,15 (c. US\$ 0.59) for planning operation, R\$ 27.57 (c. US\$ 14.14) for area preparation , R\$ 19.25 (c. US\$ 9.87) for poison girdling and R\$ 5.26 (c. US\$ 2.70) for logistics costs. The average productivity of the activities was: 2.16 ha/hour for area preparation; 1.69 ha/hour to select, mark, measure, cut lianas of potential crop trees; and 2.32 ha/hour to poison girdle competing trees. Financial evaluation resulted in a NPV of R\$ 364.10 (US\$ 186.72 >zero) and a PCB of 1.38 (>1) with a positive flux of benefits for the financial indicators. A forest management project applying Liberation Thinning would be financially viable and therefore the additional costs for its application cannot be regarded as an impediment for its adoption.

Key words: Post-harvest silviculture; net present value; cost benefit analysis; projects financial analysis, Amazônia.

3.1 Introdução

Manejar florestas de produção torna-se estrategicamente atrativo, individual e coletivamente; porque em teoria, vai ao encontro dos interesses econômicos privados dos manejadores ao mesmo tempo em que atende as necessidades de conservação das florestas para usufruto indireto pela sociedade.

Segundo (SOUZA; SCHETTINO; JESUS, 2002) nos últimos anos, têm sido marcantes as discussões sobre a viabilidade ecológica da aplicação do manejo em florestas naturais. Sobretudo, é preciso estar ciente de que essas questões são complexas e que para inferir se essa prática é viável ou não é necessário conhecer sua aplicabilidade e seus benefícios ambientais e econômicos.

Rice; Gullison e Reid (1997) comentam que os conservacionistas já propuseram várias estratégias para superar os obstáculos econômicos para o desenvolvimento sustentável do manejo florestal. Suas abordagens, entretanto, muitas vezes não conseguem distinguir entre a rentabilidade da atividade madeireira existentes nas florestas e a rentabilidade de investir na regeneração. As empresas madeireiras geralmente apresentam pouca preocupação com a condição da floresta residual e não fazem nenhum investimento na regeneração. Esta atitude surge, em parte, como uma questão de simples economia.

Torna-se, então, necessária e urgente a busca de tecnologias para aprimorar a produção de madeira, empregando-se técnicas silviculturais apropriadas para cada situação. Neste caso, o desbaste pode ser usado com o objetivo de aumentar a produção de madeira comercializável, melhorando a qualidade das árvores remanescentes e elevando a rentabilidade do investimento. A pesquisa florestal tem buscado novas técnicas para o aumento da produtividade das florestas, visando as mais variadas aplicações, sempre tendo como pré-requisitos a sua praticidade e economicidade (DIAS, 2000).

Para Werger (2011) essencialmente, não é possível proporcionar informação definitiva sobre os custos de intervenção com o tratamento pós-exploratório nem utilizá-la como padrões globais de aplicabilidade. Isto por causa da grande variabilidade dos fatores de custo condicionado (composição da floresta e características do terreno), pois são fatores que variam muito de região para a região e até mesmo de site em site. Além disso, o registro de

custos é muitas vezes específico da empresa em termos de objetivos de produção, métodos operacionais e habilidades de pessoal. Portanto, avaliações de custos não deveriam ser feitas ocasionalmente, mas regularmente, como instrumento de gestão.

Graça; Rodigheri e Conto (2000) corroboram que o pleno conhecimento dos custos de produção de qualquer atividade da economia assume importante papel no processo de decisão do empresário e/ou administrador de determinado empreendimento econômico, seja industrial ou rural. Dentre as atividades desenvolvidas no meio rural como a agricultura, fruticultura, pecuária, todas de significativa importância econômica, destaca-se também o setor florestal. Dessas atividades, o setor florestal, no caso da silvicultura de plantações, além dos altos custos de implantação e manutenção, normalmente apresenta retornos financeiros mais significativos do sexto ao vigésimo quinto ano, quando são efetuados cortes finais das florestas. Dada essa característica, constata-se a grande importância que os estudos de custos de produção apresentam no planejamento e administração desses empreendimentos.

Segundo Botteon (2009) para avaliar um projeto é fundamental armar corretamente o seu fluxo de benefícios e custos, e processar a informação do projeto com o objetivo de determinar se sua execução é ou não conveniente. O processamento da informação é o cálculo dos indicadores de rentabilidade ou viabilidade, considerando que o fluxo relevante para calcular os indicadores são os benefícios e os custos do projeto.

Basicamente, uma análise financeira permite prever quais os recursos financeiros que cobrirão as despesas, permitindo verificar e garantir o equilíbrio da tesouraria de um determinado projeto. A análise financeira reúne os fluxos financeiros do investimento, distribuídos entre o investimento total, as despesas e receitas de exploração, as fontes de financiamentos e a análise do cash-flow para a viabilidade financeira (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA 2003).

Em geral o cálculo dos indicadores de desempenho financeiros e econômicos deve ser baseado na diferença entre a opção fazer qualquer coisa e a opção nada fazer ou a opção fazer o mínimo. Neste trabalho será feita uma análise da viabilidade financeira do Desbaste de Liberação de Copas como uma alternativa para aumentar a produtividade de florestas manejadas (VITALE; MIRANDA, 2010; SANTANA, 2005).

Nessa vertente, acredita-se que os tratamentos silviculturais podem ser uma maneira eficiente de fazer o manejo florestal mais atraente para os empresários, aumentando o valor da floresta ou reduzindo o ciclo de corte. No entanto, a maioria desses tratamentos pós-colheita não irá fornecer um retorno econômico por muitos anos ou décadas, o que levanta questões sobre sua viabilidade econômica nas condições atuais. Experimentos para avaliar os custos e benefícios dos tratamentos silviculturais são cruciais para melhorar o manejo florestal em florestas tropicais e para identificar a melhor maneira de aumentar o valor das florestas de produção. Este estudo objetiva determinar os custos e produtividades das diferentes etapas do tratamento silvicultural do Desbaste de Liberação de Copas e analisar a viabilidade financeira do tratamento, por meio da aplicação dos critérios de avaliação VPL e RB/C, em uma floresta manejada no Leste da Amazônia.

E, como foi mencionado em Rezende e Oliveira (2001) todo projeto, antes de ser implementado, deveria submeter-se a um teste de viabilidade econômica, para verificar se as receitas inerentes ao projeto superam os custos necessários.

Uma floresta deveria ser analisada economicamente, não somente pelo seu ativo florestal madeireiro, mas também, pelos demais ativos de múltiplos usos pela sociedade, tais como produtos não madeireiros, sequestro de carbono, ecoturismo, manejo de fauna e estoque hídrico. Numa visão holística, certamente a grande maioria das florestas apresentaria enormes receitas líquidas e passariam facilmente numa avaliação financeira ou econômica de projetos.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade financeira da aplicação do tratamento silvicultural pós-exploratório Desbaste de Liberação de Copas em uma floresta manejada no Leste da Amazônia.

3.2.2 Objetivos Específicos

- i. Determinar os custos e produtividades das diferentes etapas do tratamento silvicultural Desbaste de Liberação de Copas aplicado.

- ii. Analisar a viabilidade financeira da adoção do tratamento silvicultural Desbaste de Liberação de Copas, por meio da aplicação dos critérios de avaliação VPL e RB/C e análise de sensibilidade.

3.3 Material E Métodos

3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Vide item 1.6.1 do Capítulo 1.

3.3.2 Custos, produtividades operacionais e viabilidade financeira do desbaste de liberação de copas.

Efetivamente os custos foram obtidos do experimento de 51 ha na unidade de trabalho E4, montado para extrair informações de crescimento, mortalidade e custos operacionais. A área forneceu segundo o espaço temporal e suas especificidades, dados que compuseram os custos fixos e variáveis, os quais são as bases para responder quanto custa à implantação desse tratamento silvicultural em floresta tropical densa sob o regime de exploração de impacto reduzido.

A coleta de dados para a composição dos custos aconteceu dois anos após a exploração (2008), incluindo informações com custos de planejamento, seleção, anelamento e avaliação da mortalidade das árvores competidoras.

3.3.3 Instalação e Descrição do Experimento

Levantamento dos Custos

Os custos levantados foram aqueles de ocorrência anual e periódicos com a preparação, instalação, manutenção e monitoramento do manejo para atender aos objetivos do tratamento para o ciclo de corte de trinta anos de uma unidade de produção anual (UPA). Os custos anuais foram representados pela fase de instalação e replantio do experimento e com sua manutenção e monitoramento até o final do ciclo de corte. Parte da metodologia utilizada neste trabalho segue aquela adotada por Vitale e Miranda (2010) em que os custos e receitas

foram considerados como valores correntes (valores reais no momento de ocorrência) e valores corrigidos (corrigidos para o momento zero do horizonte de planejamento, de acordo com a taxa de juros adotada). Os custos de implantação foram tudo considerados como ocorrendo no tempo zero, e os custos de manutenção ocorrendo do ano 1 até o fim do ciclo de corte, aos 30 anos.

Ao final da aplicação do tratamento silvicultural os custos foram apresentados em R\$/ha, e submetidos a um fluxo de caixa. Para a equivalência temporal, após a contabilização dos custos e prévia das receitas, estes foram descontados para uma mesma base representando o valor presente dos investimentos.

No fluxo de caixa os valores de instalação foram contabilizados no ano zero, foram novamente contabilizados a cada dez anos como um custo similar ao da instalação para garantir os benefícios esperados pelo tratamento. O monitoramento e a manutenção foram contabilizados ano após ano até que se completasse um ciclo de corte.

Receitas

As receitas foram aquelas advindas da exploração da UPA. No fluxo de caixa foi contabilizada uma única receita bruta por hectare, proveniente da venda de toras no trigésimo ano.

Taxa de Juros

Foi utilizada a TJLP (Taxa de juro de longo prazo), taxas utilizadas, por exemplo, pelo Fundo Constitucional do Norte – FNO segundo o Plano de Investimento do Banco da Amazônia – BASA e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), vigente até Dezembro de 2008 (BNDES). Foi adotada a taxa de 6,12 % a.a., que foi a mesma taxa média anual adotada pelo mercado financeiro e em projetos florestais na Amazônia em 2009.

3.3.2.1 Determinações dos Custos

Os custos foram divididos em duas categorias. Custo operacional (custo de planejamento e implantação) e Custo de apoio/gerais.

Exemplo de custo de apoio: escritório, administração, comunicações, comida, acampamento, veículo de apoio. O custo do apoio foi calculado pela divisão do custo total de apoio por temporada de extração (safra) pela estimativa do volume extraído durante a temporada. Os custos gerais foram calculados como sendo 10 % do custo variável médio (HOLMES et al., 2006). Dentro das duas categorias de custos (operacional e apoio/gerais) houve custos que se foram fixos e variáveis. Como custos variáveis ficou classificado, por exemplo: uso de materiais, insumos, arboricida, etc, enquanto que como custos fixos envolveram, principalmente, depreciação dos bens duráveis, mão de obra permanente, etc. Essas duas categorias de custos (fixos e variáveis) foram calculadas seguindo a metodologia de Holmes et al. (2006).

Os custos de manutenção da UPA foram considerados a cada cinco anos durante o ciclo de manejo. Além destes, foram computados outros dois custos exclusivos com a manutenção do Desbaste de Liberação de Copas. O primeiro é um custo por hectare, que reflete custos de “apoio” e “gerais” para a manutenção anual com mão de obra e logística dedicada ao acompanhamento do tratamento. O segundo é um custo adicional no ano 15 e 25, representando gastos com reabertura de trilhas e medições obtidos pelo cálculo do valor médio de três manutenções ocorridas em 2010, 2012 e 2013. O valor médio foi introduzido no fluxo de caixa somente no ano 15 e 25, e não nos anos 10 e 20 porque, nesses últimos, os custos de reabertura de trilhas e medição já farão parte daqueles custos com reimplantação do tratamento a cada 10 anos.

Na coleta de informações em campo foram usadas fichas de anotações, nas quais eram registrados os dados com uso de materiais, insumos, rendimento de equipes, tempo de trabalho, custo de pessoal, ferramentas e equipamentos de segurança. A composição dos custos fixos e variáveis foi construída com o auxílio de planilhas do software Excel e, por vezes, determinada a partir do uso de fórmulas do valor atual para os horizontes de planejamento estabelecidos. As estimativas de custos de depreciação de equipamentos e salariais foram feitas com base no salário mensal da equipe operacional, vida útil de equipamentos e de planejamento utilizando, o programa RILSIM - Reduce Impact Logging Simulator (DYKSTRA, 2004).

Outras informações de custos, receitas e produção originados da exploração florestal realizados em 2009 foram obtidas junto a Cikel. Estas informações possibilitaram efetuar o cálculo da receita líquida da exploração naquele ano para a madeira em tora por hectare.

Apesar de que no meio empresarial não ser comum o cálculo de depreciação de materiais e ferramentas de baixo custo (Quadro 3), neste estudo, por se tratar da aplicação em um experimento, para a maioria dos materiais foi calculada a depreciação linear desses materiais com o uso do programa RILSIM. A justificativa para esse procedimento é que a contabilização do custo de aquisição desses materiais e ferramentas a cargo de um único tratamento silvicultural teria causado uma hyper-estimativa do custo real.

Quadro 3 - Materiais, insumos e EPI utilizados no Desbaste de Liberação de Copas.

FASES e ATIVIDADES	Planejamento escritório/campo	Reabrir Trilhas	Selecionar e Marcar/ Cortar Cipós/Tempo.	Anelamento /Arboricida	Remedição/ Avaliação Mortalidade
Materiais e Insumos					
Alumínio			x		
Arboricida				x	
Bomba costal				x	
Bússola sunto	x	x			
Cronômetro			x	x	
Facão com bainha	x	x	x	x	x
Garrafa Térmica D'água		x	x	x	x
Lápis estaca		x			
Machado				x	
Martelo			x		
Prancheta Duratex	x		x	x	x
Prego galvanizado			x		
Punção numérico			x		
Tinta óleo			x		
Trena Diamétrica			x		x
Trena Métrica		x	x		
EPI					
Botas	x	x	x	x	x
Capacetes	x	x	x	x	x
Caneleira	x	x	x	x	x
Uniforme Completo	x	x	x	x	x
Refio p/máscara				x	
Luvas de borracha				x	
Óculos de proteção				x	

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Os materiais listados na Tabela 10 se referem unicamente aos utilizados no tratamento Desbaste de Liberação de Copas, pois os demais materiais referentes a todo o processo de exploração estão incorporados no valor total dos custos do manejo.

Tabela 8 - Lista de matérias, equipamentos de proteção individual (EPI) e insumos utilizados no experimento de Desbaste de Liberação de Copas com seus respectivos preços de aquisição.

Material, EPI e Insumo	Valor de Aquisição (R\$/Unidade)
Alumínio (chapa)	25,00
Arboricida Glifosato	91,00
Bomba costal	302,64
Bota cano longo	60,00
Bússola Sunto (importada)	449,18
Caneleira	22,00
Capacete	35,00
Cronômetro	28,40
Facão com bainha	28,00
Garrafa térmica D'água	35,00
Lápis estaca	7,00
Luvas de borracha	6,32
Machado	46,32
Martelo	12,00
Óculos de proteção	7,06
Prancheta Duratex	7,00
Prego galvanizado	15,00
Punção numérico	20,00
Refio para mascara (combitox)	15,84
Tinta óleo	58,90
Trena Diamétrica	87,05
Trena Métrica	45,00
Uniforme Completo	78,00

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Esses itens, por sua vez, tiveram seus respectivos custos desmembrados em custos de hora efetiva dedicada a cada atividade da experimentação. Por exemplo, o custo horário para a trena diamétrica foi contabilizado como sendo o custo total das trenas dividido pelo seu uso possível por 48 horas semanais, 4 semanas por mês, 7 meses por safra e 1 ano de vida útil. No final, esse custo horário foi multiplicado pela quantidade de horas que o material era utilizado nas diversas atividades do tratamento silvicultural. Assim, a cada período, as despesas com

pessoal e materiais na condução do tratamento pós-colheita foram anotadas e posteriormente computadas como custo da atividade.

Em razão da diferença de tempo (aquisição) existente entre os vários materiais e momentos, optou-se por utilizar o valor do momento da compra. Para análise dos custos fixos foram adotados: salários, encargos e depreciação. Para os custos variáveis, foi considerado o planejamento, preparação da área, alimentação, veículo de apoio e insumos. Os salários entraram como custo fixo, apesar não ser comum considera-los como tal, porque nesta análise se considera que manejar floresta é uma atividade de longo prazo, e como tal, os encargos salariais por tempo incidirão ao longo desse ciclo na aplicação e manutenção do tratamento silvicultural.

Os coeficientes técnicos considerados na produção e nos custos foram o hectare/hora e R\$/ha, para construção de mapas, seleção e marcação das árvores, anelamento, medição e coleta de tempos, avaliação da mortalidade das competidoras e manutenção (reavivar trilhas e remedição dos tratamentos). Os dados coletados geraram valores médios de produtividades realizadas pelas equipes de campo, determinando assim, as quantidades de horas necessárias para cumprir cada atividade. Para a composição dos custos foi determinado o tempo contínuo, ou seja, considerado o tempo efetivamente trabalhado durante a atividade em campo, incluídas, horas efetivas e horas não efetivas, tais como deslocamentos, paradas para solucionar problemas e descansos. Para os custos finais, dividiu-se os custos totais, em reais, pelos rendimentos de cada atividade, em hectares - (R\$/ha).

A determinação do custo total por hectare (CT/ha) do manejo da UPA sem tratamento silvicultural foi obtido a partir da expressão: $CT/ha = (CC * VC) + CE$, em que CC é o custo com a colheita da madeira (R\$/m³), VC é o volume colhido/explorado por hectare (m³/ha) e CE são os custos com a obtenção do licenciamento do projeto (R\$/ha). Enquanto que, para a determinação do valor de custo do manejo da UPA com tratamento silvicultural, adicionou-se aos custos de instalação e manutenção do Desbaste de liberação de Copas, o CT/ha sem tratamento.

3.3.3.2 Determinação das Receitas

As receitas foram as provenientes da venda da madeira em toras, realizada na safra 2009. Os preços adotados e contabilizados são aqueles pagos no pátio da serraria, dentro da unidade de produção, e não a madeira posta no pátio da floresta. Os valores em reais por m³ foram obtidos junto à empresa Cikel.

Para a obtenção da receita líquida por hectare, utilizou-se a equação utilizada por Ferreira (2012):

$$[(RB - CC) \times VC] - CE \quad [6]$$

Onde:

RB = Receita Bruta com a venda da madeira (R\$/m³);

CC = Custo com a colheita da madeira (R\$/m³);

VC = Volume colhido/explorado por hectare (m³/ha);

CE = Custos com a obtenção do licenciamento do projeto (R\$/ha).

Essa equação permite obter a receita líquida já descontados os custos de planejamento da exploração – CE (inventário 100%, licenciamento do POA, impostos, etc) e os custos com colheita (CC) que incluem a exploração da UPA, o transporte da floresta até o pátio da serraria e a exaustão da floresta. No CC está incluída a depreciação de máquinas e custos de juros de capital. O volume colhido (VC) foi aquele autorizado pela AUTEF.

Para o cálculo da receita bruta por hectare foi utilizado o preço de referência do m³ em tora obtido pela Cikel multiplicado pelo volume por hectare aprovado na autorização de exploração (AUTEF). A expressão desse valor é dada por $RB = (PM * VC)$, em que PM é o preço médio da madeira em tora (R\$/m³) e VC que é o volume colhido/explorado por hectare (m³/ha).

3.3.3.3 Cálculos dos rendimentos (produtividades).

Os colaboradores de campo passaram por testes durante tres dias, antes da implementação do estudo e nas mesmas tarefas e condições do experimento, utilizando as mesmas ferramentas de anelamento e simulador de aplicação de arboricida, para permitir a coleta de produtividades mais realistas durante o experimento.

A produção e o desempenho das equipes eram anotados em fichas apropriadas que continham o tempo gasto com a realização de cada atividade. O tempo total anotado era fracionado em tempo efetivo e tempos não efetivos (pausas, descanso, deslocamento e outros). Da realização de cada atividade surgiram os rendimentos operacionais médios em (ha/h), resultantes da razão entre área trabalhada em hectares pelo tempo efetivo de trabalho.

As atividades que geraram índices de produtividades foram: reabertura das picadas, seleção e marcação de árvores, execução do anelamento, aplicação de arboricida, medição dos DAP e avaliação da mortalidade.

Os índices coletados serviram de base para análises importantes:

- (i) Obtenção dos custos do Desbaste de Liberação com anelamento;
- (ii) Análise de custo benefício do desbaste de Liberação, tendo em conta o crescimento das árvores de futura colheita e o aumento do volume de madeira comercializável no fim do ciclo;
- (iii) Produtividade do desbaste de Liberação (anelamento das árvores competidoras).

A preparação do experimento envolveu um engenheiro florestal que cuidou do planejamento e avaliação/seleção no banco de dados das árvores remanescentes aptas a receberem o tratamento de Desbaste de Liberação de Copas. Enquanto, a produção de mapas e instrumentalização do experimento ficou a cargo de um técnico florestal de nível médio.

Para a coleta de informações no experimento foi selecionado um técnico florestal e ajudantes de campo que acompanhavam a execução das etapas e demais atividades dentro das parcelas dos tratamentos utilizando mapas, anotações de tempo e catalogação dos materiais e recursos humanos utilizados para a composição dos custos operacionais. O tempo de trabalho foi classificado em três momentos distintos: planejamento, instalação e monitoramento/manutenção.

A atividade de preparação do experimento (planejamento) teve sua produção calculada para uma área de 100 ha; enquanto que para as atividades de seleção, marcação, medição e

anelamento das árvores competidoras, para 25,5 ha, e por fim, as atividades de preparação de área e manutenção/Monitoramento, para 51 hectares (área total - testemunha e anelamento).

3.3.3.4 Avaliação da Viabilidade Financeira

No caso deste experimento a avaliação da viabilidade financeira do Desbaste de Liberação de Copas enfrentou grande dificuldade. Não referente ao levantamento dos custos do tratamento, mas sim na estimativa dos benefícios. Isso se deveu porque não estão disponíveis fórmulas volumétricas específicas para a floresta estudada, que pudessem fornecer dados de volume estatisticamente confiáveis para o propósito deste estudo.

Além disso não se poderia esperar que em um tempo relativamente curto de observação, fosse possível esperar reações das árvores ao tratamento silvicultural, e que se propõe mostrar seu efeito financeiro ao final do ciclo de corte de 30 anos. Assim sendo, para ter uma avaliação confiável, foi utilizado uma forma de análise que permitisse estimar o efeito dos custos do tratamento sobre os resultados financeiros do manejo. Para tal fim foram executados os seguintes passos:

- a) A partir dos dados da empresa CIKEL que executou a exploração de impacto reduzido na área do experimento, foi calculada a receita líquida da venda de toras de uma UPA de 2743 ha. Essa receita foi tratada como um ingresso de caixa positivo (benefício líquido) para o manejo da UPA sem e com adoção do tratamento silvicultural.
- b) Foi estimado um custo de manutenção em R\$ 50,00 reais por hectare a cada cinco anos ao longo do ciclo de corte de 30 anos. Esses custos se referem a manutenção das estradas, custos administrativos, vigilância, juros e impostos. Segundo essa premissa, uma empresa florestal gastaria durante cinco anos em torno de R\$ 137.150,00 mil para manter uma UPA de 2743 ha.

É importante ressaltar que para o fluxo de caixa foram calculados indicadores financeiros que não podem ser considerados como válidos para o sistema de produção inteiro, mas podem ser usados como uma referência (moldura de avaliação) para avaliar os efeitos financeiros do tratamento proposto sobre o sistema inteiro de manejo florestal. Nessa moldura de avaliação foram adicionados os custos do tratamento silvicultural e calculados os mesmos indicadores. Pela comparação dos indicadores com e sem custos de tratamento, chegou-se a uma avaliação financeira do tratamento.

Na análise financeira foram utilizados os critérios de avaliação de investimento do Valor Presente Líquido (VPL) e Razão Benefício Custo (B/C) segundo metodologia aplicada por Vitale e Miranda (2010) e Santana (2005). Outra razão da importância de se fazer esse tipo de análise é referenciada por Rezende e Oliveira (2001). Os autores mostram que existe uma relação inversa entre a taxa de juros e o VPL, onde o crescimento de um necessariamente reflete a redução do outro.

3.3.4 Processamento e análise de dados do experimento

Fluxo de caixa

Adotou-se a metodologia referenciada em Santana (2005), em que o fluxo de caixa refletiu as entradas e as saídas dos recursos (insumos) e produtos ao longo do ciclo de vida do projeto ou da proposta de investimento. Estes, este por sua vez, foram atualizados (princípio do desconto ou acumulação de juros) para que os valores monetários fossem comparados em um mesmo ponto do tempo. A atualização do fluxo de caixa é feita por uma taxa de juros que reflete o custo de oportunidade de longo prazo da atividade.

3.3.4.1 Valor Presente Líquido – VPL

O VPL é a soma algébrica dos benefícios líquidos do projeto devidamente atualizados (utilizando a taxa de desconto relevante). Conceitualmente, o VPL é o valor presente da alteração na riqueza ou patrimônio do investidor, devido à execução do projeto, ou seja, a diferença entre a riqueza com o projeto e sem o projeto. Se o VPL for positivo é aconselhável executar o projeto. Se negativo, o projeto não deve ser executado (BOTTEON, 2009).

A característica essencial do método do VPL é o desconto para o presente de todos os valores esperados como resultado de uma decisão de investimento. Calcula-se a diferença do valor descontado dos benefícios sobre o valor descontado dos custos (REZENDE; OLIVEIRA 2001; SILVA; JACOVINE; VALVERDE, 2005; MOTTA, 1997).

É dado pela fórmula

$$VPL = \frac{\sum bt - ct}{(1+i)^t}$$

[7]

Onde:

bt = Fluxo de receitas ou benefícios no ano t.

ct = Fluxo de custos no ano t.

i = Taxa de juros de longo prazo.

t = Tempo

Pena; Homma e Silva (2011) chamam a atenção para algumas limitações no uso do método do VPL, entre as quais, a de que o projeto de investimento deve ter uma escala temporal para que o VPL seja determinado, e que nenhum critério de risco esteja associado ao cálculo. Complementa, ainda, orientando que para tal assunto, é conveniente adicionar uma análise de sensibilidade sobre as mudanças de custo de capital ou projeção de receita.

3.3.4.2 Razão Benefício Custo – RB/C

A relação benefício-custo, como o próprio nome sugere é dada pela razão entre a soma do fluxo de receitas e a soma do fluxo de custos, atualizada a uma taxa de juros adequada (SANTANA, 2005). É simplesmente a divisão entre os benefícios atualizados, descontados pela taxa de juros, e os custos anualizados (GRAÇA; RODIGHIERI; CONTO, 2000). Esse critério estabelece a relação entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos (VITALE; MIRANDA, 2010). De acordo com esta medida de efetividade econômica, aceitam-se os projetos que apresentem relação B/C maior do que 1, dado que os mesmos revelam possibilidades de produzirem benefícios em excesso aos custos (BERGER, 1980).

$$B/C = \frac{\sum_{j=1}^n R_j/(1+i)^j}{\sum_{j=1}^n C_j/(1+i)^j}$$

O cálculo dessa razão é feito por meio da seguinte fórmula: **[8]**

A escolha desse critério de avaliação neste trabalho é por se tratar de um dos critérios mais utilizados em projetos. Segundo Silva et al. (2005) o valor calculado B/C representa a rentabilidade proporcionada pelo investimento, ou seja, representa o número de unidades monetárias retornadas para cada unidade monetária investida, já corrigida pela taxa de juros. É frequentemente utilizado como critério de seleção de projetos calculados com uma taxa de atualização pertinente (frequentemente, o custo de oportunidade do capital), igual ou superior à unidade (FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA, 2003).

3.3.4.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é importante pelo fato que no âmbito florestal, o mercado financeiro e condições ambientais extremas podem intervir negativamente na receita futura do empreendimento. Crises mundiais no mercado financeiro e desenvolvimento de novos materiais que possam substituir gradualmente o uso da madeira são alguns exemplos do que pode vir a acontecer. Noutra extremidade, incêndios ou vendavais podem comprometer o estoque futuro e, portanto, as receitas advindas da exploração.

Rezende e Oliveira (2001) mostram que a relação entre a taxa de juros e o VPL é inversa, ou seja, quanto maior a taxa de juros, menor o VPL e vice-versa. Com base nessa constatação, pode se realizar uma análise da sensibilidade do VPL em função da variação da taxa de juros. A análise de sensibilidade permite medir em que proporção uma alteração pré-fixada em um ou mais itens do fluxo de caixa do projeto altera o resultado final (SANTANA, 2005).

A análise de sensibilidade do VPL e da R B/C no presente trabalho foi feita com base nas variações das taxas de juros e na diminuição da receita bruta. Variou-se para cima, a taxa em múltiplos de 2 e 3 vezes a taxa inicial e a receita foi reduzida em 15% e 30% em relação àquela inicialmente projetada pela moldura de avaliação.

3.4 Resultados e discussão

3.4.1 Produtividades obtidas com as atividades

Os resultados de produtividades são apresentados em quatro momentos (fases) distintos: preparação do experimento, preparação da área, anelamento das árvores competidoras e manutenção/monitoramento (limpeza de trilhas, avaliação da mortalidade e medições).

Na Tabela 11 abaixo é apresentado um resumo dos índices de cada fase e por atividade.

Tabela 9- Índices de produtividade obtidos em um experimento de Desbaste de Liberação de Copas em Paragominas, Pará.

Atividade	Nº Pessoas	Produtividade (ha/h)	Tempo Necessário (h)
A. Preparação do experimento			
Planejamento	1	100	1
Trabalhar banco de dados de árvores remanescentes	1		1
Produção de mapas digitais	1	31,25	3,2
B. Preparação da área			
Reabertura de trilhas de orientação	3	2,16	23,6
Seleção, marcação, medição, corte de cipós e tempos	4	1,69	33,16
C. Anelamento das árvores competidoras			
Anelamento e aplicação arboricida	4	2,32	10,98
D. Manutenção/monitoramento			
Reabertura de trilhas de orientação em 2011	3	2,57	19,84
Remedição de árvores e avaliação mortalidade em 2011	2	3,68	13,84
Reabertura de trilhas de orientação em 2013	3	1,83	27,89
Remedição de árvores e avaliação mortalidade em 2013	2	2,56	19,92

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

O Conhecimento dos índices de produtividade para este trabalho possibilitou a avaliação dos custos demão de obra que foram baseados nas horas trabalhadas e hectares produzidos (Tabela 12). O numero de pessoas por atividade é aquele considerado ideal para manter a segurança da equipe em campo e ao mesmo tempo proporcionar a melhor relação custo benefício da atividade que está sendo desenvolvida.

Tabela 10- Índice de produtividades técnicas das atividades operacionais em campo.

Atividades	Produtividade
Reabrir picadas de orientação	880 metros/hora
Seleção, marcação, medição, corte de cipós e tempos	14,6 árvores/hora
Anelamento e aplicação arboricida	14,2 árvores/hora
Manutenção e Monitoramento	9,8 árvores/hora
Avaliação da mortalidade	9,8 árvores/hora

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

A preparação da área com reabertura de picadas de orientação demandou maior esforço de trabalho operacional de campo. Três trabalhadores usando facões conseguiram reabrir por hora, em média, 880 metros lineares de trilha (anos 2008, 2011 e 2013).

A seleção das árvores favorecidas e das competidoras, marcação, medição de DAP, corte de cipós e anotação de tempo das atividades, juntas, foram as que mais demoraram, resultando baixa produtividade e, por conseguinte, maior tempo para concluir, pois são atividades que requerem avaliação criteriosa. Em média, eram selecionadas, marcadas e aferidas 14,63 árvores por hora ou 1,68 ha/h. Do tempo total destinado a essas atividades, 63,8% são horas efetivas de trabalho e 36,2% gastos com horas não efetivas de trabalho.

Para anelar e aplicar arboricida foram necessários, em média, 4 min e 23 seg por árvore ou 14,2 árvores por hora. Quando considerado o tempo de anelamento e tempo não efetivo, 78,32% do tempo foi gasto com as atividades, enquanto 21,68% com deslocamentos, descansos, etc. A produtividade diária para as condições deste trabalho foi de 6,2 ha/homem/dia, aproximadamente 89 árvores por dia de trabalho de 8 horas. Esse resultado foi abaixo do encontrado por Ferreira (2012) que obteve produtividade de 115,7 indivíduos beneficiados por dia. Em um trabalho semelhante na FLONA Tapajós, utilizando anelagem completa, Sandel e Carvalho (2000) gastaram 5 min e 56 seg por árvore anelada. Costa et al. (1998), com o objetivo de eliminar árvores não comerciais para reduzir a área basal de 108 ha de floresta em Vitória do Jari, AP em 1994, aplicaram Desbaste de Liberação de Copas e conseguiram produtividade de 3 ha/homem/dia, no desbaste seletivo.

Na fase de manutenção (avaliação da mortalidade e medição das favorecidas) a produtividade foi de 9,8 árvores avaliadas por hora ou 78,1 árvores/dia (inclusive o deslocamento), ou seja, cerca de 6 minutos gastos por árvore. Em termos de produtividade por área, foi de 2,20 hectares por hora ou 17,6 ha/dia com aproximadamente 4,6 árvores por hectare mensuradas e avaliadas a mortalidade. Essa atividade foi realizada por duas vezes em 2011 e 2013. Ferreira (2012) apresentou resultado semelhante, de 18 hectares por dia para a fase de monitoramento e manutenção das árvores beneficiadas e aneladas.

Para o ciclo de manejo a fase de monitoramento/manutenção deverá ser a mínima possível, pois o tempo destinado a elas é muito similar àquele proposto para a preparação da área para o tratamento silvicultural. O índice de produtividade da avaliação de mortalidade das árvores do experimento acompanhou a produtividade obtida durante a remedição, na média, 2,20 ha/h.

3.4.2 Custos com a aplicação do tratamento de Desbaste de Liberação de Copas

Os custos apresentados aqui são originários de dados primários (Tabela 13). Por dado primário entende-se aquele diretamente gerado pelo experimento ou pela empresa detentora da área de manejo. São as informações referentes aos recursos físicos e financeiros necessários para a execução das atividades, que geram custo e receita por meio da produção e comercialização das toras. Significativamente, na etapa de aplicação do tratamento, o custo fixo envolvido representou a maior parcela dos custos totais.

Na tabela 13 é apresentado o demonstrativo dos custos com materiais, equipamentos de proteção individual e pessoal envolvido.

Tabela 11 - Custos por hectare das atividades realizadas para a implantação e manutenção do experimento de desbaste de Liberação de Copa:

Atividade	Material e insumos	EPI	Pessoal
	R\$/ha	R\$/ha	R\$/ha
Planejamento inicial	0,0151	0,0024	0,9182
Primeira revitalização	0,2392	0,0861	8,1906
Seleção no banco de dados	0,0077	0,0006	0,1494
Const. E produção de mapas	0,0176	0,0006	0,4975
Seleção, marcação, medição, etc	2,0290	0,1045	16,9307
Anelamento	20,8251	3,6197	14,0544
Revitalização 2011	0,1666	0,0724	6,8856
Revitalização 2013	0,1577	0,0505	4,8033
Remedição 2011	0,0910	0,0724	10,5763
Remedição 2013	0,0650	0,0484	9,8584

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Na elaboração do orçamento unitário do tratamento (Tabela 14), a descrição orçamentária por etapas facilitou o cálculo dos custos totais unitários por hectare. Estes custos serviram de base para a construção do fluxo de caixa.

Tabela 12 - Orçamento unitário para implantação e manutenção do Desbaste de Liberação de Copas.

Descrição orçamentária	Valor Unitário R\$/ha	Ano 0 (2008)		Valor Unitário R\$/ha	Ano 3 (2011)		Valor Unitário R\$/ha	Ano 5 (2013)		Valor Unitário R\$/ha	Demais anos	
		Ha	Total R\$/ha		Ha	Total R\$/ha		Ha	Total R\$/ha			
											Ha	Total R\$/ha
Planejamento	0,4772	100	47,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção de mapas	0,1577	100	15,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trabalhar banco de dados	0,5157	100	51,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal A	1,1506		115,06									
Reabrir trilhas	8,51	51	434,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seleção, marcação, medição, corte de cipós e tomada de tempos.	19,06	51	972,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal B	27,57		1406,07									
Anelamento das competidoras e aplicação arboricida	19,25	25, 5	490,875	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal C	19,25		490,87									
Reabrir trilhas (2011)	-	-	-	7,12	51	363,1	-	-	-	-	-	-
Medição de árvores e avaliação mortalidade (2011)	-	-	-	10,74	51	547,7	-	-	-	-	-	-
Reabrir trilhas (2013)	-	-	-	-	-	-	5,01	51	255,5 1	-	-	-
Medição de árvores e avaliação mortalidade (2013)	-	-	-	-	-	-	9,97	51	508,4 7	-	-	-
Subtotal D				17,86		910,9	14,98		763,9 8			
Apoio	2,08	51	106,08	2,08	51	106,1	2,08	51	106,0 8	2,08	51	106,08
Custos gerais	3,18	51	162,18	3,18	51	162,2	3,18	51	162,1 8	3,18	51	162,18
Subtotal E	5,26		268,26	5,26		268,3	5,26		268,2 6	5,26		268,26
Custo (R\$/ha) e Total	53,23	-	2280,27	23,12	-	1179, 00	20,24	-	1032, 24	5,26	-	268,26

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

A etapa de planejamento do experimento (Etapa A) resultou em um custo de R\$ 1,15 reais por hectare. Para preparar a área experimental (Etapa B), etapa que envolveu a reabertura de trilhas de orientação, seleção de árvores favorecidas e competidoras, marcação, corte de cipós, coleta de tempos, etc, foram necessários R\$ 27,57 por hectare. A etapa C, que envolveu anelamento e aplicação de arboricida nas competidoras, o custo por hectare foi de R\$ 19,25. O custo relativo às atividades de reabertura de trilhas, medições e avaliação da mortalidade (Etapa D), foi em média R\$ 16,42 (média entre 2011 e 2013). Por último, custos fixos anualmente despendidos com atividades de apoio e gastos gerais para manter a integridade da área do tratamento silvicultural ao longo dos anos foram contabilizados em cerca de R\$ 5,26 por hectare.

Para garantir a funcionalidade do tratamento silvicultural foram contabilizados três custos de instalação (ano 0, 10 e 20). Custos com monitoramento e manutenção, a cada cinco anos (anos 5, 10, 15, 20 e 25). Para todos os anos foram considerados os custos correspondentes a administração geral da floresta (custos de apoio e custos gerais).

Segundo Werger 2011, uma primeira indicação dos custos com tratamentos de liberação no sistema Celos foi apresentada por De Graaf (1986) e que os dois principais fatores de custo da aplicação do tratamento silvicultural deveu-se a mão de obra e arboricida . Os custos de mão de obra incluíram todas as operações de seleção, corte de cipós, anelamento e aplicação do arboricida nas árvores competidoras.

No trabalho sobre a eficácia e custo de anelamentos com motosserra e uso de arboricida em um floresta tropical úmida e seca, Ohlson-Kiehn (2006) ao aplicar anelagem de banda única e dupla em diferentes concentrações de 2,4- D com aplicação em estação seca e chuvosa, obteve variação do custo do tratamento de \$ 0,21 a \$ 1,04, diferenças devido, principalmente, aos elevados volumes de herbicida utilizados.

3.4.3 Resultados do fluxo de caixa para um ciclo de corte de trinta anos

Uma vez levantados os custos com o tratamento silvicultural, calculou-se as receitas provenientes da adoção do manejo florestal com EIR (Exploração de Impacto Reduzido). Com informações fornecidas pela Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda calculou-se a Receita Líquida e Bruta da venda da madeira em toras postas na serraria por meio da coleta de

informações de custos com licenciamento da área (R\$/ha), custo com atividades exploratórias (R\$/m³), transporte das toras da floresta até a serraria (R\$/m³) e custos de exaustão da floresta (R\$/m³). Outra importante informação foi quantificar o volume geométrico médio explorado por hectare em 2009, o qual foi de 29,75 m³ ha⁻¹, incluindo madeira de toretes, segundo informações obtida na AUTEF e confirmadas pela Cikel. Esses dados, associados aos custos do manejo, possibilitaram calcular as receitas líquida e bruta por hectare. Com essas informações no fluxo de caixa foi possível calcular alguns dos critérios de avaliação financeira para o tratamento silvicultural no manejo da floresta.

O volume geométrico médio por m³ de tora foi vendido por R\$ 264,92, enquanto que o custo médio de exploração por metro cúbico geométrico foi de R\$ 93,78. Aos custos do manejo com EIR foram incorporados R\$ 15,00/m³ pelo transporte da floresta até o pátio da serraria e mais R\$ 15,00/m³ referente à Exaustão florestal (contabilização referente à redução do valor decorrente da exploração da floresta), também em volume geométrico. Totalizando um custo médio por metro cúbico geométrico de R\$ 123,78.

Para a obtenção da receita líquida por hectare foi utilizada a equação 6 [(RB – CC) x VC] – CE, onde: RB = Receita Bruta com a venda da madeira (R\$/m³); CC = Custo com a colheita da madeira (R\$/m³); VC = Volume colhido/explorado por hectare (m³/ha); CE = Custos com a obtenção do licenciamento do projeto (R\$/ha).

$$[(264,92 - 123,78) \times 29,75] - 80,00 = \text{R\$ } 4118,91/\text{ha}$$

Os custos com a obtenção do licenciamento do projeto junto ao órgão ambiental, os quais inclui etapas de planejamento, macroplanejamento, censos florestais, aquisição de documentação, mapas, elaboração do POA, etc. foram informados pela Cikel e cujo valor médio foi de R\$ 80,00 por hectare. A receita bruta foi conseguida utilizando-se expressão RB = (PM * VC), totalizando R\$ 7881,37 por hectare (valor de referência utilizado no fluxo de caixa)

Para avaliar a influência dos custos com a adoção do tratamento Desbaste de Liberação de Copas, neste estudo foi adotado um modelo de referência para um ciclo de manejo florestal de 30 anos. No modelo foram computados os custos estáticos do primeiro ano da exploração e os custos projetados de manutenção da floresta a cada cinco anos até que se completasse o ciclo,

a um valor de R\$ 50,00 por hectare. Nesse mesmo fluxo de caixa, associado aos custos do manejo florestal, foram adicionados os custos de instalação e monitoramento do tratamento silvicultural.

O custo do Desbaste de Liberação de Copas por anelamento associado à aplicação de arboricida, ao final de 30 anos resultou em um custo de R\$ 362,13 e R\$ 200,52 (atualizado) por hectare. Esse custo pode ser interpretado como plenamente factível de ser incorporado ao sistema de produção, uma vez que representa apenas 4,86% da receita líquida. Ferreira (2012), encontrou para tratamento silvicultural igual a este na fazenda Rio Capim, valores de R\$ 123,28/ha e R\$ 66,39 (custo atualizado). Pokorny; Palheta e Steinbrenner, (2008) obteve custo de execução do tratamento de liberação de copas foi de R\$ 50,00/ha, e o custo de monitoramento de R\$ 25,00/ha.

3.4.4 Análise da viabilidade financeira

A análise da rentabilidade projetada em um fluxo de caixa futuro descontado montado para esse fim, em uma UPA com e sem a adoção do tratamento Desbaste de Liberação de Copas, mostrou-se viável para ambos cenários (Tabela 15). O resultado, considerando os custos e receitas projetados para essa moldura de avaliação, demonstra que ao longo do tempo há viabilidade financeira ao final do ciclo de corte, utilizando-se taxa de 6,12% ao ano.

Tabela 13 - Fluxo de Caixa Nominal para análise financeira, e fluxo atualizado (FA) com Fator de Correção em hectares, do manejo de uma UPA incluindo "Desbaste de Liberação de Copas".

ANO	RECEITA	CUSTO	BENEFÍCIO LÍQUIDO	FA (6,12% a.a)	RECEITA	CUSTO	BENEFÍCIO LÍQUIDO ATUALIZADO
0	0	53,23	-53,23	1,000	0,000	53,230	-53,230
1	0	5,26	-5,26	0,942	0,000	4,957	-4,957
2	0	5,26	-5,26	0,888	0,000	4,671	-4,671
3	0	23,12	-23,12	0,837	0,000	19,346	-19,346
4	0	55,26	-55,26	0,789	0,000	43,573	-43,573
5	0	20,24	-20,24	0,743	0,000	15,039	-15,039
6	0	5,26	-5,26	0,700	0,000	3,683	-3,683
7	0	5,26	-5,26	0,660	0,000	3,471	-3,471
8	0	5,26	-5,26	0,622	0,000	3,270	-3,270
9	0	55,26	-55,26	0,586	0,000	32,377	-32,377
10	0	53,23	-53,23	0,552	0,000	29,389	-29,389
11	0	5,26	-5,26	0,520	0,000	2,737	-2,737
12	0	5,26	-5,26	0,490	0,000	2,579	-2,579
13	0	5,26	-5,26	0,462	0,000	2,430	-2,430
14	0	55,26	-55,26	0,435	0,000	24,057	-24,057
15	0	21,68	-21,68	0,410	0,000	8,894	-8,894
16	0	5,26	-5,26	0,387	0,000	2,033	-2,033
17	0	5,26	-5,26	0,364	0,000	1,916	-1,916
18	0	5,26	-5,26	0,343	0,000	1,806	-1,806
19	0	55,26	-55,26	0,323	0,000	17,876	-17,876
20	0	53,23	-53,23	0,305	0,000	16,226	-16,226
21	0	5,26	-5,26	0,287	0,000	1,511	-1,511
22	0	5,26	-5,26	0,271	0,000	1,424	-1,424
23	0	5,26	-5,26	0,255	0,000	1,342	-1,342
24	0	55,26	-55,26	0,240	0,000	13,282	-13,282
25	0	21,68	-21,68	0,227	0,000	4,911	-4,911
26	0	5,26	-5,26	0,213	0,000	1,123	-1,123
27	0	5,26	-5,26	0,201	0,000	1,058	-1,058
28	0	5,26	-5,26	0,190	0,000	0,997	-0,997
29	0	5,26	-5,26	0,179	0,000	0,939	-0,939
30	7881,37	3815,68	4065,69	0,168	1326,430	642,177	684,253
							364,10

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Na tabela 16 são apresentados os resultados para os critérios VPL e RB/C refletindo os valores projetados para uma UPA com e sem inclusão do tratamento Silvicultural. No contexto apresentado nesse estudo, o projeto apresenta baixo risco em virtude de se ter uma receita final relativamente alta.

Tabela 14 - Desempenho financeiro obtido com a avaliação dos indicadores VPL e RB/C para o Desbaste de Liberação de Copas (DLC).

INDICADOR	Com custos do DLC	Sem custos do DLC
VPL	364,10	574,53
RB/C	1,38	1,76

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

O resultado do VPL, obtido neste trabalho, indica que os rendimentos futuros atualizados, deduzido o investimento com o tratamento silvicultural foi maior que zero. Ou seja, significa que ao ser avaliada uma UPA dentro de um projeto de manejo incluindo o tratamento silvicultural, gera riqueza de R\$ 364,10 por hectare explorado.

O resultado da RB/C também mostra que o projeto, com a avaliação de uma UPA, apresenta viabilidade, pois houve uma relação $B/C > 1$, (neste trabalho, $RB/C = 1,38$). Este resultado evidencia que os riscos em se adotar o tratamento silvicultural são baixos, ou seja, vale a pena tratar a floresta, mesmo que os ganhos em incremento sejam iguais a decisão de não tratar, porque os retornos estão garantidos e cobrem os custos. A RB/C deste estudo indica que o projeto gera R\$ 1,38 bruto para cada R\$ 1,00 real investido, ou seja, R\$ 0,38 líquido. O valor foi obtido pela projeção do manejo de uma UPA e não para o ciclo do manejo florestal constituído por várias UPA, portanto com investimentos, custos e receitas diferenciados. Os resultados aqui apresentados servem como um modelo de comparação para medir o impacto do tratamento no conjunto de atividades de uma UPA.

Com esses resultados, fluxo de benefícios positivos para os indicadores VPL e RB/C, e sob as condições pelas quais foi desenhado e idealizado o fluxo de caixa da UPA com manejo associado ao tratamento silvicultural com Desbaste de Liberação de Copas, pode-se afirmar que existe viabilidade. Uma vez que, o VPL e a RB/C foram maiores que zero.

Todos os critérios de avaliação desse trabalho (VPL e RB/C) superaram, por exemplo, iniciativas de manejo florestal comunitário, mesmo sem a adoção, de tratamento silvicultural. Medina e Pokorny (2014) ao estudar diversas iniciativas de manejo florestal comunitário na Amazônia, relataram, que os rendimentos são modestos e os riscos são relativamente altos. A avaliação de rentabilidade tomou em conta os custos e as receitas alcançados pelas iniciativas avaliadas, e somente aquelas iniciativas em maior escala e com menor verticalização conseguiram remunerar a mão de obra e ainda gerar receita líquida.

Motta (1997) avaliando um estudo de caso nas florestas de Mishana e San Rafael, no Peru, concluiu em suas avaliações que a comparação entre as diferentes opções de uso do solo indica que os benefícios financeiros gerados pelo uso sustentável da floresta tendem a exceder aqueles resultantes da conversão das florestas, seja para silvicultura ou para a pecuária.

Comparada às outras iniciativas de manejo empresarial, este trabalho apresentou resultados semelhantes. Braz (2010), numa floresta manejada no Amazonas considerando todos os custos do manejo mais tratamento silvicultural e monitoramento durante o ciclo obteve VPL de R\$ 415,65 para uma intensidade de exploração de 16 m³/ha, com R\$ 86,85/m³ pago pela madeira e taxa de juros de 10% a.a.

Na análise comparativa de viabilidade econômica de projetos florestais com *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* em Prudentópolis no Paraná, Vitale e Miranda (2010) utilizaram os critérios de avaliação VPL, RB/C, TIR e VPE a uma taxa de juros de 6,75% ao ano. Para o projeto de *Pinus taeda* o VPL foi de R\$31.799,28/ha; Razão Benefício/Custo de 8,32, TIR de 27.23% e VPE de R\$ 3.200,87/ha/ano, enquanto que para o *Eucalyptus dunnii* o VPL foi de R\$ 38.074,71/ha; Razão Benefício/Custo de 7,60; TIR de 35,83% e um VPE de R\$ 3.832,55/ha/ano. Os resultados mostraram que ambos os projetos são economicamente viáveis. Esses resultados para monocultivos de árvores são igualmente atrativos às evidências reportadas neste trabalho, em que também, o Manejo Florestal Sustentável com práticas de silvicultura pós colheita se confirma como uma boa opção de investimento.

Santana; Santos e Oliveira (2010), avaliando os polos madeireiros do Baixo Amazonas e Carajás, confirmaram viabilidade do manejo florestal madeireiro, mesmo sem incluir a venda de resíduos e outros produtos da floresta. Os autores avaliaram em um ciclo de 30 anos a extração de 25 m³/ha. A avaliação mostrou nas áreas manejadas com contratos de concessão, valor econômico de R\$ 651,12/ha ou R\$ 21,70/ha/ano, resultados que superam atividades como agricultura e pecuária.

Ferreira (2012) avaliando a adoção de diversos tratamentos silviculturais associados ao manejo da floresta, na fazenda Rio Capim, Paragominas-Pa. Concluiu que todos os sistemas testados apresentaram resultados positivos para VPL e RB/C. O tratamento de Desbaste de Liberação de Copas apresentou VPL de R\$ 1248,86, para um ciclo de 30 anos com exploração de 19 m³/ha e custo de exploração de R\$ 110/m³.

Ao ser comparado com outros usos da terra para produção madeireira, via plantios, por exemplo, os resultados apresentados neste trabalho, o VPL e RB/C foram superiores a esses outros usos, para ciclos de corte semelhantes. Vale (2010), para um reflorestamento com paricá, em Paragominas-Pa, em uma área de 2534,51 ha, com 625 indivíduos/ha, taxa de juros de 12% ao ano com fluxo de caixa de 28 anos, gerou VPL de R\$ 300,79/ha e RB/C de R\$ 1,02/ha.

Como mencionado por Braz (2010), os tratamentos silviculturais e o seu monitoramento não inviabilizam o manejo das florestas naturais como costuma ser mencionado. FAO (2004) chama a atenção que a exploração de impacto reduzido não é difícil de ser implantada em escala operacional, e é viável economicamente devido à maior eficiência quando comparada à exploração convencional, o que compensa qualquer custo adicional no planejamento e no controle.

As florestas de produção normalmente são penalizadas pela falta de iniciativa empreendedora por parte dos gestores dessas florestas ou por falta de informação, deixando-as ao sabor do tempo e principalmente do potencial intrínseco de resiliência de cada floresta. Quando, o ideal, deveria ser o tratamento e monitoramento perpétuo contribuindo desta maneira para o crescimento e retorno mais rápido do valor monetário e ambiental.

3.4.5 Análise de Sensibilidade

Foi calculado o efeito da variação na receita esperada, reduzindo-se a Receita em 15% e 30% no próximo corte em 30 anos (Tabela 17). Essa simulação demonstrou que mesmo havendo uma quebra de receita esperada, ainda assim haveria viabilidade futura da UPA com a adoção do tratamento, pois apresenta VPL de R\$ 165,14 e RB/C de 1,17, uma redução de 54,64% no VPL inicialmente calculado. Ao ser analisada a UPA sem a adoção do tratamento, o resultado é melhor, resultando em VPL de R\$ 375,57 e RB/C de 1,50, ou seja, superando o retorno de VPL na condição de receita inicial, com a incorporação do Desbaste de Liberação de Copas na UPA. Entretanto, num cenário com quebra de receita superior a 30% da receita inicial prevista, os critérios de avaliação VPL e RB/C mostram inviabilidade da UPA com a adoção do tratamento, sendo apenas possível a exploração da UPA, sem aplicação de tratamento pós-exploratório “Desbaste de Liberação de Copas”.

Tabela 15 - Desempenho financeiro obtido com a avaliação dos indicadores: VPL e RB/C, com a projeção de queda em 15% e 30% na arrecadação da receita inicial*.

	UPA SEM CUSTOS COM TRATAMENTO		UPA COM CUSTOS COM TRATAMENTO	
Receita	VPL	RB/C	VPL	RB/C
100%	574,53	1,76	364,10	1,38
85%	375,57	1,50	165,14	1,17
70%	176,60	1,23	-33,82	0,96

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

Na condição proposta, receita relativamente alta, a variação no VPL de -36,63 % entre a opção de manejo florestal da UPA inserindo custos com tratamento ou a opção de não fazer nada, demonstra que o risco e/ou perdas ao se adotar o tratamento como parte das atividades do manejo florestal, é pequeno, pois ainda retorna VPL maior que 0 e razoável RB/C. Entretanto, é importante que os efeitos do tratamento sejam positivos para crescimento em volume, na medida que a receita futura obtida com esse ganho a mais em volume, possa cobrir os custos com a adoção do tratamento. No entanto, tal relação se torna mais sensível quando há uma quebra na receita futura. Em um cenário com quebra de 15 % da receita, ainda retorna valores positivos, porém, com desestímulo ao manejador quando compararem os valores de VPL e RB/C da opção de não aplicar o Desbaste de Liberação de Copas.

Tabela 16 - Desempenho financeiro de uma UPA em um ciclo de corte, obtido com a avaliação dos indicadores VPL e RB/C na projeção de diferentes taxas de juros e receita obtidas.

	CUSTOS SEM TRATAMENTO		CUSTOS COM TRATAMENTO	
	VPL	RB/C	VPL	RB/C
Taxa de Juros(a.a.)			COM RECEITA DE 100 %	
12,24%	R\$ 61,11	1,33	-R\$ 80,00	0,76
18,36%	-R\$ 17,85	0,74	- R\$ 129,17	0,28
Taxa de Juros (a.a.)			COM RECEITA DE 85 %	
12,24%	R\$ 24,1	1,13	-R\$ 117,00	0,64
18,36%	-R\$ 25,38	0,63	-R\$ 136,69	0,24
Taxa de Juros (a.a.)			COM RECEITA DE 70 %	
12,24%	-R\$ 15,09	0,92	-R\$ 156,20	0,52
18,36%	-R\$ 33,35	0,51	-R\$ 144,66	0,19

Fonte: Dados da pesquisa (PIRES, 2014).

A análise de sensibilidade do VPL e da RB/C em função da simulação de taxas de juros de 2 e 3 vezes do valor de referência (6,12 %) para 15 % e 30 % de receita atuam negativamente nos resultados dos critérios de avaliação (Tabela 18), corroborando com os resultados de Rezende e Oliveira (2001); esses dados demonstram que a relação entre a taxa de juros e o VPL é inversa, ou seja, quanto maior a taxa de juros, menor o VPL e vice-versa. Os resultados finais mostram que o sucesso do Desbaste de Liberação de Copas como atividade adicional no escopo do manejo florestal está intimamente ligado a três fatores, sendo dois financeiros e um técnico. O fator técnico se refere à necessidade de que o tratamento resulte em ganhos volumétricos, os quais se refletirão na receita futura; os fatores financeiros, se referem a uma taxa de juros abaixo de 8% a.a. e há uma receita atrativa obtida com a venda da madeira.

3.5 Conclusões

- Os índices de produtividades das diversas operações do Desbaste de Liberação foram considerados bons, quando comparados a outros resultados em literatura, e ainda apresentam margem para serem melhores, principalmente ao se aplicar variações (perfuração do fuste ou uso de motosserras para anelar os fustes) na metodologia de anelamento com aplicação do arboricida.
- Com os resultados das análises e apesar da característica de longo prazo do projeto, ciclo de corte de 30 anos a uma taxa de 6,12 % ao ano, o manejo florestal com EIR mais adicionalidade de tratamento florestal pós colheita é viável, uma vez que as análises indicaram a viabilidade financeira do conjunto de atividades analisadas.
- Os custos financeiros adicionais com a aplicação do Desbaste de Liberação de Copas não se constituem um impedimento para a adoção dessa prática silvicultural em florestas manejadas. Portanto, cabendo a investigação de outros argumentos do porquê da sua ausência na maioria dos projetos de exploração madeireira na Amazônia.

REFERÊNCIAS

BERGER, R. **Análise benefício-custo: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal.** Piraciba-SP IPEF, 1980. (Circular Técnica, 97).

BOTTEON, C. **Curso de avaliação socioeconômica de projetos.** Apostila Indicadores de Rentabilidade. Ajuste complementar entre o Brasil e CEPAL/ILPES. Políticas para gestão de investimentos públicos. Brasília-DF: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos, 2009.

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de floresta tropicais da Amazônia.** 2010. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2010.

COSTA, D. H. M.; SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M.; FERREIRA, C. A. P. **Desvitalização de árvores com tratamento silvicultural em floresta natural no município de vitória do Jari, estado do Amapá.** Belém: EMBRAPA CPATU. 1998. p.1-3. (Pesquisa em andamento, 184).

DE GRAAF, N.R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname.** Wageningen: Agricultural University, 1986. 250 p.

DIAS, A. N. Molelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbastes. 2000. 64 f. Tese (Doutorado Graduação em Ciência Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

DYKSTRA, D.P. **RILSIM 2.0: Guia do Usuário.** Software para simulação e análise financeira de sistemas de manejo florestal com exploração de impacto reduzido. Belém. Ed. Fundação Floresta Tropical/Instituto Floresta Tropical. 2004. 149 p.

FEDER; FUNDO DE COESÃO; ISPA. **Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento.** União Europeia, 2003.

FERREIRA, M. V da S. **Avaliação econômica do manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia brasileira com aplicação de silvicultura pós-colheita.** 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

GRAÇA, L.R.; RODIGHIERI, H.R.; CONTO, A.J. **Custos florestais de produção: conceituação e aplicação.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000.32p. (Documentos, 50).

HOLMES, T.P.; BLATE, G.M.; ZWEEDE, J.C.; PEREIRA JUNIOR, R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração de impacto reduzido em comparação á exploração convencional na Amazônia Oriental.** 2.ed. Belém: Fundação Floresta Tropical/Instituto Floresta Tropical (IFT), 2006. 68 p.

MEDINA, G.; POKORNY, B. **Avaliação Financeira do Manejo Florestal Comunitário.** Goiânia-GO: Kelps, 2014. 216 p.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/ PNUD/CNPq, 1997.

OHLSON-KIEHN, C.; PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T. S. Alternative tree girdling and herbicide treatments for liberation and timber stand improvement in Bolivian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v..225, n.1, p.207-212, 2006.

PENA, H. W. A.; HOMMA, A. K. O.; SILVA, F. L. Análise de viabilidade econômica: um estudo aplicado a estrutura de custo da cultura do Dendê no Estado do Pará- Amazônia-Brasil, 2010. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social. **Revista académica**, Málaga. Año 5, n.11, p.24, Diciem., 2011.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 389 p.

RICE, R. E.; GULLISON, R. E.; REID, J. W. Can sustainable management save tropical forests? **Scientific American**, n.4, p. 44-49, 1997.

SANDEL. M.P.; CARVALHO. J.O. P. Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em florestas naturais da Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, n.33, p. 9-32, 2000.

SANTANA, A C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém: GTZ; TUD; UFRA, 2005. 197 p. (Série Acadêmica, 1).

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

VALE, F. A. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção florestal no Estado do Para**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

VITALE, V.; MIRANDA, G. M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de pinus taeda e eucalyptus dunnii na região centro sul do paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 469-476, jul./set. 2010.

WERGER, M. J. A. **Sustainable Management of Tropical Rainforests: the CELOS Management System**. Paramaribo, Suriname: Tropenbos International, 2011. 282 p. (Tropenbos Series, 25).