



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

MARCUS VINICIUS DA SILVA FERREIRA

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL EM FLORESTA DE
TERRA FIRME NA AMAZÔNIA BRASILEIRA COM APLICAÇÃO DE
SILVICULTURA PÓS-COLHEITA**

BELÉM-PA
2012



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

MARCUS VINICIUS DA SILVA FERREIRA

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL EM FLORESTA DE
TERRA FIRME NA AMAZÔNIA BRASILEIRA COM APLICAÇÃO DE
SILVICULTURA PÓS-COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de Concentração em Manejo de Ecossistemas Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Eng^o Ftal., João Olegário Pereira de Carvalho, D. Phil.

Co-orientador: Eng^o Agr., Antônio Cordeiro de Santana, Doutor

Co-orientador: Eng^o Ftal., Fernando Cristóvam da Silva Jardim, Doutor

BELÉM
2012

Ferreira, Marcus Vinicius da Silva

Avaliação econômica do manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia brasileira com aplicação de silvicultura pós-colheita./ Marcus Vinicius da Silva Ferreira – Belém, 2012.

81 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2012.

1. Silvicultura pós-colheita. 2. Custos. 3. Análise de Investimento. 4. Manejo florestal - Amazônia. I. Título.

CDD – 634.9509811

MARCUS VINICIUS DA SILVA FERREIRA

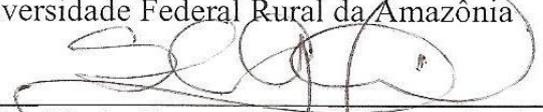
**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO MANEJO FLORESTAL EM FLORESTA DE
TERRA FIRME NA AMAZÔNIA BRASILEIRA COM APLICAÇÃO DE
SILVICULTURA PÓS-COLHEITA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de Concentração em Manejo de Ecossistemas Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

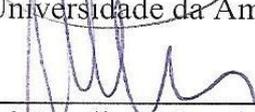
Comissão Examinadora:



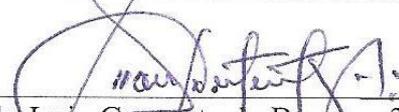
Prof. D. Phil. João Olegário Pereira de Carvalho - Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Sérgio Castro Gomes - 1º examinador
Universidade da Amazônia



Prof. D. Phil. José Natalino Macedo Silva - 2º examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros - 3º examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia

À minha família pelo estímulo, amor e paciência no decorrer deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todos os momentos, e por todas as conquistas;

Aos meus pais e meu irmão, pelo apoio para completar mais uma etapa da minha vida;

Ao Dr. João Olegário Pereira de Carvalho pela confiança, amizade e as inúmeras contribuições no processo de orientação;

À Professora Marcela Gomes da Silva pelo incentivo e apoio;

À Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, em especial ao Programa de Mestrado em Ciências Florestais, e a todos os professores deste programa, pelo apoio institucional, e pelos valiosos conhecimentos transmitidos;

À CIKEL Brasil Verde Madeiras Ltda. pela disponibilização da área de estudo e apoio logístico na Fazenda Rio Capim e pelo fornecimento de dados da empresa;

À Embrapa Amazônia Oriental, através do Projeto “Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira”, que viabilizaram a realização do trabalho;

A todos os envolvidos no Projeto “Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira”, que contribuíram no trabalho de campo e na coleta dos dados relativos a esta pesquisa;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração desta dissertação.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Definição da distância mínima entre as APFC favorecidas e as árvores competidoras, aplicado no T1, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA..... **39**

TABELA 2 - Número de indivíduos tratados em cada tratamento testado do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **42**

TABELA 3 - Formação de equipes para instalação do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA..... **44**

TABELA 4 - Frequência de visitas na área do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **45**

TABELA 5 - Salário bruto dos funcionários da empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda envolvidos nas atividades do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), que trabalharam na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA, no ano de 2004..... **45**

TABELA 6 - Produtividade, por tratamento, de uma equipe de campo durante a instalação, monitoramento e manutenção do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **52**

TABELA 7 - Materiais utilizados nas atividades de instalação que envolvia beneficiamento e anelagem de indivíduos dos sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA..... **53**

TABELA 8 - Materiais utilizados nas atividades de instalação que envolvia plantio de enriquecimento em clareiras dos sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **53**

TABELA 9 - Materiais utilizados nas atividades de monitoramento e manutenção de todos os sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **53**

TABELA 10 - Distribuição dos custos do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA **54**

TABELA 11 - Custos totais 30 anos após a exploração madeireira do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA..... **55**

TABELA 12 - Resultado da análise de investimento 30 anos após a exploração madeireira dos sistemas do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira, na Fazenda Rio Capim, Paragominas - PA..... **60**

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo levantar os custos e avaliar economicamente diferentes sistemas de silvicultura pós-colheita em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. O estudo foi realizado na Área de Manejo Florestal (AMF) da Fazenda Rio Capim, pertencente à empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda., localizada no município de Paragominas, Estado do Pará. O experimento foi implantado em 2005, um ano após uma Exploração de Impacto Reduzido (EIR). A área total do experimento é de 700 ha, onde foram estabelecidos sete tratamentos (100 ha cada tratamento), com quatro repetições (25 ha cada repetição), sorteadas aleatoriamente na amostra de 700 ha. Foram testados os seguintes tratamentos: T1: EIR + desbaste de liberação clássico e corte de cipós; T2: EIR + desbaste de liberação modificado e corte de cipós; T3: EIR + corte de cipós; T4: EIR + plantio em clareiras, conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras, e corte de cipós nas árvores potenciais para futura colheita; T5: (T2 + T4); T6: somente EIR; T7: área não explorada (testemunha). Foi registrada a produtividade de uma equipe de trabalho de campo durante a realização dos desbastes e corte de cipós (115,7 indivíduos beneficiados/dia e 9,2 indivíduos anelados/dia, em média), e uma produtividade média de 10 clareiras/dia para as atividades de plantio e seleção de mudas de regeneração natural nas clareiras. No monitoramento e manutenção, a produtividade média para indivíduos anelados e beneficiados, foi de 140,1 indivíduos/ha para todos os tratamentos. Na manutenção e monitoramento das clareiras, a produtividade alcançada foi de 15,4 clareiras/dia/equipe. O custo total estimado para 30 anos após a colheita de madeira, para cada tratamento, foi: T1 (R\$ 123,28/ha); T2 (R\$ 75,34/ha); T3 (R\$ 117,54/ha); T4 (R\$ 478,61/ha); T5 (R\$ 436,07/ha); T6 (R\$ 124,86/ha); e T7 (R\$ 202,01/ha). Apesar das diferenças dos custos totais entre os tratamentos, a análise de investimento, através dos critérios avaliados, indica que todos os tratamentos (T1, T2, T3, T4, T5 e T6) são viáveis economicamente ao final do ciclo de corte de 30 anos e com nova colheita de madeira ao final desse ciclo, e a uma taxa de 12% ao ano, apresentando todos $VPL > 0$ e $Rb/c > 1$. O sistema de silvicultura pós-colheita mais eficiente, considerando apenas os aspectos econômicos é o T2, pois é o tratamento com o menor custo, e maiores VPL e Rb/c.

Palavras-chave: Silvicultura pós-colheita; Custos de atividades florestais; Análise de investimento florestal.

ABSTRACT: This study aimed at evaluating the costs of different post-harvesting silvicultural systems applied to a terra firme forest in the Brazilian Amazon. It was carried out in the Rio Capim Forest Management Unit, which belongs to Cikel Brasil Verde Madeiras, located in the Municipality of Paragominas, Pará state. The experiment was established in 2005, one year after Reduced Impact Logging (RIL). Total experimental area is 700 ha where seven treatments were established (100 ha each) with four replications (25 ha each), randomly distributed in the experimental area. The following treatments were applied: T1 - RIL + classical liberation thinning and climber cutting; T2 - RIL + modified liberation thinning and climber cutting; T3 - RIL + climber cutting; T4 - RIL + planting commercial species in gaps, keeping and tending natural regeneration seedlings of commercial species and climber cutting; T5 - (T2 + T4); T6 - RIL; and T7 - unlogged forest (control). Productivity of was recorded during liberation thinning and climber cutting activities (average of 115.7 assisted individuals/day and 9.2 girdled individuals/day). Planting and selection of natural regeneration in gaps seedlings had a productivity of 10 gaps/day. Mean productivity of monitoring girdled individuals was 140.1 individuals/day for all treatments. Productivity of monitoring and cleaning gaps was 15.4 gaps/day. The estimated total cost for 30 years after harvest, for each treatment, was: T1 (R\$ 123,28/ha); T2 (R\$ 75,34/ha); T3 (R\$ 117,54/ha); T4 (R\$ 478,61/ha); T5 (R\$ 436,07/ha); T6 (R\$ 124,86/ha); and T7 (R\$ 202,01/ha). In spite of differences on total costs between treatments, the investment analysis showed that all treatments (T1, T2, T3, T4, T5 and T6) are economically viable at the end of a 30-year cutting cycle with a new harvest, considering a 12% bank rate a year, with $NPL > 0$ and $BCR > 1$. The most efficient post-harvesting system, considering only economical aspects, was T2, because it had lower costs and higher NPL and BCR.

Keywords: Post-harvesting silvicultural, Costs of forest activities, Forest investment analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Identificação do problema	13
1.2 Hipótese da pesquisa	15
1.3 Objetivo do trabalho.....	15
1.3.1 Objetivo geral	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Manejo Florestal	16
2.2 Sistemas silviculturais	18
2.3 Silvicultura pós-colheita	22
2.3.1 Corte de cipós	25
2.3.2 Desbastes.....	26
2.3.3 Plantio de enriquecimento e condução da regeneração natural	30
2.4 Economia Florestal	32
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 Área de estudo	37
3.2 Sistemas de silvicultura pós-colheita testados.....	38
3.3 Registro de dados	43
3.4 Equipes	44
3.5 Salários	45
3.6 Cálculos e análises	46
3.6.1 Valor presente líquido	47
3.6.2 Relação benefício-custo	49
4 RESULTADOS	51
4.1 Produtividade	51

4.2 Custos com instrumentos e equipamentos.....	52
4.3 Custos para um ciclo de corte de trinta anos	54
4.4 Análise de viabilidade econômica.....	58
5 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES	74

1 INTRODUÇÃO

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

As florestas tropicais úmidas, de um modo geral, são caracterizadas, especialmente, pela alta diversidade, favorecendo 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). Alguns métodos de tratamentos silviculturais podem ser utilizados para aumentar a densidade de algumas espécies, as quais se pretende beneficiar, aumentando o estoque de madeira de determinada floresta.

Na silvicultura pós-colheita, ações são executadas na floresta, visando estabelecer a regeneração natural dos indivíduos desejáveis, melhorar a qualidade (aumentar o estoque de espécies comerciais) e acelerar o desenvolvimento dos indivíduos remanescentes, ou seja, aumentar a capacidade produtiva da floresta após a colheita de madeira.

As principais atividades da silvicultura pós-colheita realizadas em florestas tropicais consistem de corte de cipós, liberação de copas para maior captação de luz, enriquecimento de clareiras e condução da regeneração natural (GOMES *et al.*, 2010). O corte de cipós e a liberação de copas proporcionam o crescimento mais rápido das árvores tratadas, enquanto que o enriquecimento de clareiras possibilita o aumento da qualidade produtiva da floresta, considerando que as espécies plantadas são, em sua maioria, de alto valor comercial, assim como a condução da regeneração natural (SABOGAL *et al.*, 2009).

A silvicultura pós-colheita é pouco utilizada na Amazônia brasileira, devido à falta de conhecimento sobre seus benefícios, custos de aplicação e pelo longo período para a recuperação do capital inicial investido nessa atividade. No entanto, de acordo com Silva (2001), pesquisas têm mostrado que o crescimento das árvores em uma floresta que recebeu tratamento silvicultural é duas vezes maior em relação à floresta em que apenas foi colhida a madeira e que posteriormente não recebeu qualquer

intervenção silvicultural. No entanto, não há, ainda, para os interessados nessas práticas, disponibilidade suficiente de informações adequadas à realidade da região.

As diretrizes técnicas do Sistema Silvicultural Brasileiro prevêm silvicultura pós-colheita, porém essas atividades não são aplicadas na prática. Há alguns estudos realizados na Amazônia brasileira que tratam da aplicação de tratamentos silviculturais ou do desenvolvimento de metodologias. Porém, quase todos esses estudos se preocuparam apenas, ou principalmente, com questões silviculturais (CARVALHO, 1981; JARDIM *et al.*, 1996; SANDEL; CARVALHO, 2000) e, poucas vezes, questões ecológicas (JARDIM, 1995; CARVALHO *et al.* 2005). Os aspectos econômicos da atividade têm sido negligenciados (ex.: JARDIM *et al.*, 1990; e COSTA *et al.*, 2001), tratando apenas da coleta de dados gerais, sem detalhes das operações, não permitindo uma análise econômica completa. Um experimento que envolveu detalhes econômicos foi realizado por Jonkers (1987) no Suriname, mas pouca coisa pode ser adaptada para as florestas da Amazônia brasileira, devido, principalmente, às diferenças econômicas entre os dois países.

A atividade silvicultural apenas se justifica quando atende à obtenção de determinados objetivos econômicos previamente definidos (LAMPRECHT, 1990). A economia florestal contribui para a melhor utilização dos recursos florestais, orientando para a produção racional de bens e serviços úteis para a sociedade, através do emprego de técnicas apropriadas como, por exemplo, os métodos silviculturais, considerando custos e valores sociais para os produtos, insumos e demais agregados. Uma estimativa econômica deve analisar todos os aspectos relacionados com a renda e efeitos diretos e indiretos, bem como examinar todos os resultados a partir de uma perspectiva mais ampla, em que os produtos e insumos devem estar expressos em unidades monetárias que levem em conta o seu valor social (FERREIRA *et al.*, 1999).

Na Amazônia brasileira ainda não há diretrizes oficiais de silvicultura pós-colheita e que englobem os custos necessários para sua aplicação. Por isso, se justifica a condução de estudos econômicos sobre práticas silviculturais que visem à determinação de um sistema que proporcione aumento na produção da floresta, gerando benefícios econômicos, causando o mínimo de impactos ao ecossistema, além de proporcionar benefícios sociais como, por exemplo, treinamento, capacitação e especialização da mão-de-obra florestal e, conseqüentemente, novos empregos na atividade silvicultural.

1.2 HIPÓTESE DA PESQUISA

O sistema de silvicultura pós-colheita que envolve anelagem de árvores, corte de cipós e plantio em clareiras tem custos muito altos, que tornam a sua aplicação inviável economicamente.

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo geral

Determinar um sistema de silvicultura pós-colheita a ser aplicado em florestas de terra-firme na Amazônia brasileira, submetida à exploração de impacto reduzido, que apresente viabilidade econômica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar os custos de instalação, monitoramento e manutenção de diferentes sistemas de silvicultura pós-colheita;
- Determinar a produtividade das equipes de trabalho de campo para cada sistema de silvicultura pós-colheita como um todo e para cada um dos diferentes tratamentos realizados;
- Determinar os custos dos diferentes sistemas de silvicultura pós-colheita testados;
- Determinar a viabilidade econômica do projeto para um ciclo de corte de 30 anos, através de análise de investimento; e
- Comparar os resultados econômicos encontrados com diferentes alternativas de uso do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO FLORESTAL

A sustentabilidade das atividades florestais, principalmente a madeireira, requer métodos de exploração cada vez mais eficientes para garantir uma produção contínua e ecologicamente viável, pois, segundo Higuchi (1994), apesar da floresta amazônica remanescente ser ainda muito grande, seria muita irresponsabilidade dos florestais e madeireiros considerarem que este fato seja suficiente para garantir uma produção madeireira contínua.

O princípio básico do manejo florestal sustentável é a regulação da produção florestal, ou seja, encontrar o equilíbrio entre a extração, a produção florestal e as funções ecológicas do ecossistema florestal. A partir da segunda metade do século XIX começou-se a pensar, nos países tropicais, em manejo florestal. Com o aumento da ação antrópica sobre as florestas constatou-se que as espécies de interesse comercial não regeneravam satisfatoriamente, contrariando a idéia de que as florestas renovavam-se por si só e de maneira perpétua (BERTAULT *et al.*, 1995).

A tentativa de introduzir técnicas para minimizar os impactos ambientais à floresta remanescente nas práticas de exploração madeireira na Amazônia brasileira tem sido feita por muitos anos através da legislação. O código florestal brasileiro de 1965 definiu que as florestas primárias da Amazônia só poderiam ser utilizadas através de planos técnicos de manejo (BARRETO *et al.*, 1998).

O conceito de manejo florestal sustentável mais atual e abrangente está disponível na Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, artigo 3º, inciso VI:

...administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal (BRASIL, 2006).

De acordo com Poore *et al.* (1989), a melhor definição de manejo sustentado é a da World Commission on Environment and Development, que afirma que

desenvolvimento sustentado é “o desenvolvimento que vai ao encontro das necessidades presentes sem comprometer que as futuras gerações satisfaçam as suas”.

Ações para minimizar impactos durante a exploração, assim como para diminuir o ciclo de corte e aumentar a qualidade produtiva da floresta são pouco frequentes, principalmente na Amazônia, pois a falta de conhecimento dos benefícios gerados por essas ações ainda é evidente entre os envolvidos nessas atividades. Apesar dos inegáveis benefícios financeiros, sociais e ambientais da aplicação da exploração de impacto reduzido em florestas tropicais, sua utilização ainda não é amplamente difundida. Isto se deve principalmente, por questões relacionadas à propriedade da terra, à ineficiência do poder público na regulamentação e na aplicação de leis, à falta de benefícios financeiros claros e incentivadores, à escassez de informações adequadas para a aplicação prática do manejo florestal e à falta de intenções sérias das empresas com relação à sustentabilidade no fornecimento de madeira em longo prazo (KLASSEN, 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 (SOUZA *et al.* 2002).

Segundo a FAO (2004), 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. No entanto sua implantação na prática tem sido esporádica.

Para uma floresta ser considerada manejada com base no rendimento sustentável deve haver ações de planejamento e obedecer a vários requisitos sociais (trabalhistas), econômicos e ecológicos. Um componente do manejo pouco utilizado na região amazônica é a prescrição e aplicação de sistemas silviculturais pós-colheita, que possam levar a uma produção contínua, e a um ciclo de corte menor. É na fase pós-exploratória, que consiste na manutenção das áreas de manejo através do acompanhamento e avaliação do comportamento da floresta, que se identifica a necessidade da aplicação de sistemas silviculturais pós-colheita para favorecer as árvores remanescentes e indivíduos de maior interesse econômico na floresta; acompanha-se o crescimento e produção da floresta para determinar o momento ideal

para uma nova exploração (corte). A aplicação adequada das técnicas de manejo florestal sustentável garantirá, no futuro, novos cortes nos mesmos talhões (ROTTA, 2006).

Barros (1986) enfatiza a necessidade das técnicas utilizadas em manejo florestal serem embasadas na análise das relações entre a vegetação e as variáveis ambientais, e de essas análises expressarem informações sobre a estrutura dos povoamentos florestais considerando não só suas produções volumétricas, mas principalmente sua composição florística, fatores que constituem os reflexos das diferentes interações ambientais.

De acordo com Higuchi (1994), o Manejo Florestal Sustentado, que às vezes é confundido com Silvicultura Tropical, tem tido esta conotação porque praticamente não há como manejar de forma sustentada sem a aplicação dos clássicos sistemas silviculturais europeus adaptados aos países tropicais. Manejo florestal sustentado é visto, também, como sinônimo de manejo da regeneração natural do povoamento remanescente da exploração comercial. O mesmo autor afirma ainda que o Manejo Florestal em Regime de Rendimento Sustentado é, enfim, a aplicação de sistemas silviculturais em florestas destinadas à produção madeireira e a condução da regeneração natural do povoamento remanescente, de modo a garantir a contínua operação da capacidade instalada para o desdobro do produto da floresta.

2.2 SISTEMAS SILVICULTURAIS

Lamprecht (1990) define sistema silvicultural como um conjunto de atividades encadeadas no tempo, através das quais os componentes da colheita de uma floresta são removidos, substituídos e assistidos, com o objetivo de otimizar a produção da floresta.

Segundo Louman *et al.* (2001), um sistema silvicultural é uma seqüência de amostragens e tratamentos silviculturais com vista a obter uma floresta com uma proporção de árvores de espécies comerciais desejáveis e cada vez mais vigorosas.

O sistema silvicultural abrange todas as atividades que são aplicadas em uma floresta durante o horizonte de planejamento de um projeto de manejo florestal. Essas atividades têm por objetivo diminuir os danos da intervenção, garantir o estoque de regeneração natural, incentivar o crescimento das árvores de interesse comercial,

conservar as características primárias do solo e manter a ocorrência de fauna silvestre. Portanto, um sistema silvicultural se constitui em um conjunto de regras e ações necessárias para conduzir a floresta a uma nova colheita, incluindo, principalmente, os tratamentos silviculturais (GAMA, 2005).

Com a necessidade de superar as dificuldades inerentes à produção de madeira em florestas tropicais, como a escassez de regeneração natural de espécies comerciais e baixa taxa de crescimento dessas mesmas espécies, idealizaram-se os sistemas silviculturais, com o intuito de obter um sistema adequado para o manejo florestal em determinada região.

Segundo Lamprecht (1990), ao avaliar a viabilidade econômica de um povoamento, e confirmando-se a ausência de espécies arbóreas e estrutura necessárias, deve-se recorrer à domesticação, através de sistemas de transformação (simplificação da composição e/ou da estrutura da floresta natural) ou de substituição (substituição do povoamento natural, em geral através de maciços homogêneos ou de plantações madeireiras). Há um amplo leque de técnicas de domesticação que abrangem desde os cortes de melhoramento, métodos de enriquecimento, regeneração natural e artificial, até os métodos de corte raso com a subsequente implantação de monoculturas e plantações madeireiras equiâneas.

Segundo Higuchi (1994), na Malásia Peninsular, entre 1910 e 1922, uma série de tratamentos silviculturais, conhecidos como Cortes de Melhoramento, foram implementados para favorecer *Palaquium gutta*, uma espécie laticífera, com uma participação significativa na economia do país. As árvores eram derrubadas para fazer a extração do látex. Já naquela época foi observado que em vez de plantios, a condução da regeneração natural pré-existente era muito mais conveniente. Este sistema foi o precursor do Sistema Uniforme Malaio (SUM), que se consolidou em 1948, depois de deixar de ser usado o Sistema de Corte de Melhoramento da Regeneração. Isto aconteceu durante o período de aquecimento da economia mundial e, em particular, com a alta da demanda de produtos madeireiros de florestas tropicais. Os sistemas seletivos vieram depois e hoje são os que predominam no manejo florestal sustentável. Uma rara exceção foi o Sistema de Faixas de Colheita, utilizado experimentalmente no Vale do Rio Palcazu, no Peru, porém, esse sistema foi abandonado.

Dawkins e Philip (1998) analisaram casos de sucessos e fracassos do manejo, aplicado em florestas tropicais úmidas ao redor do mundo e concluíram que os métodos silviculturais são muito heterogêneos, com peculiaridades regionais determinadas pelas

características das florestas, como estrutura e composição florística e por fatores econômicos e de uso da terra aliados à legislação de cada país, justificando, portanto, a necessidade de testar diferentes métodos silviculturais para os diferentes ecossistemas.

Os principais sistemas silviculturais utilizados no manejo florestal em regime de rendimento sustentável, além do Sistema Malaio Uniforme (original) foram: Seletivo (original), Malaio Uniforme Modificado das Filipinas, Malaio Uniforme Modificado da Indonésia, Malaio Uniforme Modificado de Sabah, Desbaste de Liberação de Sarawak, Seletivo Modificado da Malásia Peninsular, Seletivo Modificado das Filipinas, Seletivo Modificado da Indonésia, Diâmetro Mínimo, Seletivo da Tailândia, Tropical Shelterwood de Gana, Seletivo Modificado de Gana, Melhoramento da População Natural da Costa do Marfim, Seletivo de Porto Rico, Tropical Shelterwood de Trinidad, CELOS do Suriname, Melhoramento da População Natural da Guiana Francesa e Faixas de Colheita do Peru (HIGUCHI, 1994).

Dentre os sistemas silviculturais aplicados em florestas nativas que envolvem a exploração de espécies comerciais, destacam-se como eficientes os que favorecem a regeneração natural ou artificial, enriquecendo a futura floresta com espécies interessantes economicamente e os que promovem a eliminação de espécies indesejáveis (GÓMEZ-POMPA; BURLEY, 1991).

A silvicultura de floresta tropical consiste na manipulação da floresta, com fins de favorecer determinadas espécies, e assim aumentar seu valor para o homem (WHITMORE, 1990).

De acordo com Higuchi (1994), os sistemas silviculturais utilizados para o manejo florestal sustentável (MFS) nos países com florestas tropicais são, na realidade, adaptações dos modelos clássicos (principalmente europeus) desenvolvidos para as florestas temperadas. As primeiras experiências silviculturais voltadas ao MFS foram executadas na Índia e Birmânia, em meados do século XIX.

A escolha de um sistema ou outro e a adaptação do sistema a um determinado local, depende muito das espécies a serem trabalhadas, assim como da dinâmica e estrutura do ecossistema, além da composição florística e as características do sítio. Na escolha de um sistema silvicultural, o manejador deve levar em consideração um conjunto de conhecimentos que envolvam a auto-ecologia das espécies de interesse comercial, o crescimento destas, a viabilidade econômica e a estrutura sócio-econômica ocorrente nas áreas florestais (GAMA, 2005).

Os sistemas silviculturais dividem-se, basicamente em dois grupos principais: os sistemas monocíclicos e os sistemas policíclicos (LOUMAN *et al.*, 2001).

São designados monocíclicos os sistemas pelos quais, em uma só operação, é abatida a totalidade do estoque de madeira comercial (por exemplo, o sistema uniforme malaio). Ou seja, o ciclo de corte principal é igual à rotação. O objetivo dos sistemas monocíclicos consiste na criação de florestas altas equiâneas destinadas a explorações e a operações de regeneração dentro de rotações previamente estabelecidas (Lamprecht, 1990).

Os sistemas silviculturais que envolvem a remoção seletiva de árvores em diferentes ocasiões são chamados de policíclicos (WHITMORE, 1991), onde se removem poucas árvores criando pequenas clareiras, favorecendo espécies clímax tolerantes à sombra.

No sistema policíclico, o ciclo de corte principal é menor que a rotação. Lamprecht (1990) afirma que os policíclicos são os sistemas nos quais as operações se aplicam cada vez apenas a uma parte das espécies comerciais, como por exemplo, os métodos filipino e indonésio de corte seletivo, e o sistema de corte seletivo utilizado atualmente na Amazônia.

De acordo com Ferreira *et al.* (1999), algumas pesquisas nos trópicos mostraram que os sistemas monocíclicos não se adaptaram às florestas africanas e nem às do Novo Mundo, portanto, as pesquisas silviculturais brasileiras focaram sua atenção ao Sistema Seletivo (policíclico).

Na Amazônia brasileira, o sistema silvicultural mais utilizado é o Sistema de Corte Seletivo, onde se determina um diâmetro mínimo de corte. Trata-se de um sistema policíclico, baseado no corte de algumas árvores de uma ou mais espécies que alcancem um diâmetro mínimo comercializável. A distribuição diamétrica da floresta é considerada para que haja indivíduos comercializáveis na floresta remanescente.

Saraiva (1988) sugere para o manejo de florestas nativas o uso da prática de seleção (corte seletivo) combinada a tratos silviculturais, cortes de regulação e abate, o que permite manter a cobertura florestal contínua, ou seja, controlando o crescimento e o desenvolvimento de árvores em todas as classes de diâmetro.

Segundo Ferreira *et al.* (1999), as pesquisas silviculturais brasileiras estabeleceram dois modelos de sistemas seletivos de exploração: o primeiro consiste em realizar uma extração planejada e de impacto reduzido, deixando a floresta regenerar e repor o volume extraído, sem nenhuma intervenção adicional. Já o segundo modelo

prevê, além de uma extração de impacto reduzido, a aplicação de tratamentos silviculturais, visando estimular a regeneração natural e o crescimento das árvores reservadas às colheitas seguintes, principalmente à segunda. Para esse sistema, foi necessário determinar a intensidade de exploração que levasse a ciclos de corte mais curtos e que fossem economicamente atrativos. Além disso, foi importante definir o tratamento silvicultural mais recomendado técnica e economicamente.

2. 3 SILVICULTURA PÓS-COLHEITA

Os sistemas silviculturais envolvem, além da própria colheita, a aplicação de tratamentos pré e pós-colheita que objetivam, notadamente, induzir a regeneração aumentando as taxas de recrutamento, estabelecimento e crescimento das árvores, ou mesmo que melhorem suas qualidades comerciais na floresta remanescente (PINARD *et al.* 1999).

Um sistema de manejo envolve múltiplas atividades inter-relacionadas, como os processos de colheita de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros, os tratamentos silviculturais e o monitoramento da floresta remanescente, visando melhorar sua qualidade, produtividade e, sobretudo, perpetuá-la. A eficiência e sustentabilidade do manejo das florestas tropicais naturais estão associadas à qualidade das operações de colheita da floresta e também dos tratamentos silviculturais, bem como à conservação da base de recursos florestais que lhes dão sustentações ecológica, econômica e social (SOUZA *et al.*, 2004).

Segundo Sabogal *et al.* (2009), no planejamento da silvicultura pós-colheita, a empresa define as atividades silviculturais a serem realizadas na floresta após a colheita da madeira, para favorecer as árvores remanescentes que vão compor o estoque para as próximas colheitas. Os autores ainda afirmam que as práticas utilizadas na silvicultura pós-colheita aumentam significativamente o crescimento das árvores em florestas tropicais.

A condução adequada de povoamentos florestais permite um maior aproveitamento da área, e para aumentar a produção, alguns métodos e técnicas, como os tratamentos silviculturais, apresentam respostas positivas no incremento qualitativo e/ou quantitativo da floresta. Wadsworth e Zweede (2006), ao identificar e beneficiar

árvores comercializáveis na Fazenda Cauaxi, em Paragominas, após a colheita de madeira, e, conseqüentemente, estimular o crescimento, confirmam o fato de que essas ações proporcionam grandes chances de se obter para a próxima colheita, um volume igual ou maior ao gerado na primeira colheita.

Um dos objetivos do manejo florestal é garantir a continuidade da produção madeireira através do estímulo à regeneração natural nas clareiras e da proteção do estoque de árvores remanescentes (DAP de 10 a 45 cm). Para isso, deve-se conservar árvores porta-sementes na floresta e utilizar técnicas para reduzir os danos ecológicos da exploração. Entretanto, é possível que, em algumas clareiras, a regeneração natural pós-exploração seja escassa. Nesse caso, é necessário fazer o plantio de mudas para garantir a regeneração. Além disso, as árvores remanescentes podem estar em condições desfavoráveis ao crescimento (por exemplo, sombreadas por árvores sem valor comercial). O crescimento dessas árvores pode ser aumentado com a aplicação de tratamentos silviculturais (AMARAL *et al.*, 1998).

Os tratamentos silviculturais podem ser executados antes, durante ou depois da exploração. Em qualquer dos casos, eles devem ser aplicados de tal forma que não prejudiquem a estrutura e a composição da floresta, e nem afetem o fluxo constante de outros benefícios como produtos não madeireiros, serviços ambientais e a diversidade biológica, o que é muito difícil de alcançar. Os tratamentos silviculturais devem proporcionar uma conversão gradual e lenta da floresta, quanto à sua composição florística e/ou sua estrutura. As atividades de silvicultura pós-colheita são realizadas de acordo com o sistema silvicultural, a composição e estrutura da floresta, as características ambientais e a auto-ecologia das espécies (LAMPRECHT, 1990).

Os tratamentos silviculturais são intervenções aplicadas à floresta com vista a manter ou melhorar o valor silvicultural da mesma, existindo assim, dois tipos de tratamentos silviculturais: primeiro aqueles que procuram aumentar a quantidade de luz solar que atinge o solo para estimular o estabelecimento e crescimento, através da eliminação de árvores grandes do dossel superior (tratamento para madeiras leves de rápido crescimento), e aqueles que procuram criar espaço de estabelecimento e crescimento da nova regeneração de árvores desejadas, através da eliminação de árvores do sub-bosque, ou seja, tratamento para madeiras duras de crescimento lento (LOUMAN *et al.*, 2001). Aplicando-se essas intervenções após a colheita de madeira, e incluindo atividades para aumentar a qualidade produtiva da floresta, como o

enriquecimento e condução da regeneração natural definem-se então, a silvicultura pós-colheita.

Silva (1989) recomenda 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. 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 e uma produtividade volumétrica em torno de 2m³/ha/ano. O ciclo de corte estimado é de 30 anos. Segundo o autor, novas intensidades de corte e tratamentos silviculturais devem ser testadas para minimizar o ciclo de corte.

De acordo com Silva (2001), a silvicultura pós-colheita ainda é uma ação pouco utilizada. 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. Entretanto, o crescimento das árvores em uma floresta que recebe tratamento silvicultural é duas vezes maior em relação à floresta que apenas foi colhida e que posteriormente não recebeu qualquer intervenção silvicultural. As atividades de silvicultura pós-colheita são aplicadas de acordo com as características do povoamento e, para cada caso, se requer informações específicas, que devem ser observadas antes de ser aplicado o tratamento, como por exemplo: as espécies favorecidas, o estágio da floresta, o nível de competição, o tipo de tratamento a ser aplicado e suas implicações.

A Lei nº 11.284, de 2006, que trata sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, onde os ganhadores da licitação, após a assinatura do contrato, deverão preparar um Plano de Manejo Florestal Sustentável, de acordo com a legislação vigente, que deverá ser apresentado ao IBAMA para aprovação antes do início das operações. E o Artigo 44 do Decreto 6.063, de 2006, que regulamenta a lei citada, define para os fins de aplicação do contrato de concessão, diversas atividades, inerentes ao manejo florestal, entre elas, a silvicultura pós-colheita.

Segundo Sabogal *et al.* (2009), as práticas silviculturais a serem adotadas podem envolver corte de cipós, desbaste das árvores, anelagem, envenenamento (se necessário), plantios de adensamento de áreas abertas pela exploração e indução da regeneração natural de espécies de interesse da empresa.

2.3.1 Corte de cipós

Os cipós são componentes importantes das comunidades florestais. Embora ocorram em praticamente qualquer tipo de clima e comunidade vegetal onde haja árvores capazes de sustentá-las, essas plantas trepadeiras são mais abundantes, mais diversas e com uma variedade maior de formas e tamanhos nos trópicos. Mais de 90% de todas as espécies trepadeiras conhecidas no mundo estão restritas às regiões tropicais (WALTER, 1971).

De acordo com Engel *et al.* (1998), a presença de cipós pode induzir à diminuição das taxas de crescimento das árvores hospedeiras e também afetar a forma do fuste e arquitetura da planta hospedeira.

A proliferação de cipós nas clareiras formadas pela exploração retarda o crescimento de árvores jovens e, se esses cipós são abundantes, podem até fazer com que elas permaneçam com baixa estatura. Com isso, as árvores não crescem para formar o dossel, o que poderá resultar em maior proporção de clareiras dominadas por cipós. Os cipós também podem reduzir o crescimento das árvores adultas restantes nos locais de exploração ao competir com elas por luz, água e nutrientes (GERWIN; VIDAL, 2005), e por isso o seu controle tem sido recomendado como uma ferramenta do manejo.

Segundo Pinho *et al.* (2004), o corte de cipós é uma técnica do manejo florestal que vem sendo empregada, não só como tratamento silvicultural, mas também como ferramenta de redução dos impactos causados pela colheita florestal. Embora seja considerado o tratamento silvicultural mais utilizado atualmente na Amazônia brasileira, na verdade, o corte de cipós é, primariamente, aplicado como ação mitigadora para reduzir o impacto da abertura do dossel, liberar as árvores para abate facilitando a derruba, para diminuir danos às árvores remanescentes e os riscos de acidentes na operação de derruba. Como consequência de sua aplicação, é considerado um tratamento silvicultural para promover a abertura do dossel, a liberação da competição por umidade, nutrientes e luz. Contudo, a sua utilização é muito discutida no meio científico, em consequência da importante função ecológica dos cipós no ecossistema.

Lamprecht (1990), afirma que os cipós devem ser cortados duas vezes com o terçado, bem junto ao solo e o mais alto possível. O segundo corte é necessário porque

muitas espécies tendem à criação de raízes aéreas que, ao atingirem ao solo, permitem a sobrevivência da planta.

Estudos de Gerwing e Vidal (2005) apontam que após o corte de cipós, o crescimento médio das árvores quase triplicou e que a maior disponibilidade de luz no chão da floresta resultou em maior crescimento dos indivíduos juvenis.

Pinho *et al.* (2004), cita métodos de corte de cipós, que geram outros métodos diferentes, entre eles: i) Corte de cipós individual: o corte é realizado em torno de todas as árvores beneficiadas, com DAP ≥ 50 cm e com fustes de boa qualidade. São eliminados todos os cipós, com diâmetro acima de 2,5 cm, que se entrelaçam com a árvore, independentemente da distância do seu enraizamento do tronco da árvore em questão; ii) Corte de cipós zoneado: Realizado em toda a área de ocorrência de árvores beneficiadas, com DAP ≥ 50 cm e com fustes classificados como de qualidade 1 ou 2. Todos os cipós encontrados com essas especificações, com diâmetros acima de 2,5 cm são cortados; iii) Corte de cipós - Direção de queda: É realizado da mesma forma como descrito no Corte de cipós individual, contudo incluí-se o corte dos cipós presentes na direção estimada de queda das árvores comerciais e potencialmente comerciais, considerando a distância máxima para o corte igual à altura da árvore.

O método mais utilizado na Amazônia brasileira consiste em cortar os cipós em toda área (corte a 100% de intensidade) ou apenas os que se encontram presos nas árvores marcadas para o abate e, ou, a serem favorecidas no corte seletivo, usando facão ou foice, e executando o corte em dois lugares, rente ao chão e o mais alto possível, visando à proteção das árvores remanescentes, e a segurança dos trabalhadores durante a derruba. Segundo Gerwing e Vidal (2005) o corte de cipós é uma excelente opção, para evitar danos ao meio ambiente, durante a exploração.

2.3.2 Desbastes

O crescimento das árvores de valor comercial depende do nível de competição por nutrientes, água e luz com as árvores sem valor comercial. Os tratamentos silviculturais são aplicados para reduzir ou eliminar essa competição, favorecendo o aumento do crescimento das árvores (AMARAL *et al.*, 1998).

Lamprecht (1990) recomenda para florestas destinadas a produção de madeira, um modelo de sistema e melhoramento, que consiste no corte de todos os cipós e eliminação de todo o material indesejado, onde as árvores mais finas são derrubadas e as mais grossas devem ser aneladas. Podem ser favorecidas árvores do estrato superior, assim como árvores vigorosas de estratos intermediários com clara tendência ascendente. Somente os concorrentes mais fortes são extraídos ou anelados, recomendando, ainda, o envenenamento com arboricidas das árvores aneladas.

A exploração madeireira seletiva tem sido reconhecida como suficiente para estimular a regeneração natural de espécies comerciais, em função do caráter intolerante à sombra da maioria dessas espécies e sua dependência da formação de clareiras para regenerar (JARDIM, 1995). Todavia, segundo Silva (1989), a exploração madeireira seletiva não é suficiente para que haja maior disponibilidade de luz para as árvores remanescentes. Recomenda-se, portanto, a realização de desbastes para diminuir a competição, e, conseqüentemente ajudar no crescimento das espécies comerciais remanescentes. O autor ainda afirma, que os desbastes devem ser realizados, na medida do possível, bem distribuídos espacialmente, de forma a minimizar a criação de lacunas muito grandes.

Silva *et al.* (2001), avaliando parcelas permanentes em floresta ombrófila densa nas regiões do Tapajós e do Jarí, na Amazônia Oriental, encontraram forte correlação entre a exposição das copas à luz e o crescimento, concluindo que árvores com copas totalmente expostas à radiação solar cresceram significativamente mais rápido do que as parcialmente ou completamente sombreadas, independente do grupo ecológico, reafirmando diversos outros trabalhos na mesma região e também em outros países. Porém o benefício da abertura do dossel diminui gradativamente, pois, com o passar do tempo, o crescimento das árvores chega próximo ao nível de uma floresta não explorada, recomendando que os desbastes sejam constantes em áreas onde há interesse em elevar os índices de crescimento da floresta, ressaltando a importância das práticas silviculturais e comprovando que a aplicação de desbastes para liberar as copas das árvores potenciais de exploração, aumenta o crescimento, podendo induzir a um ciclo de corte mais curto.

Quando se pretende favorecer indivíduos de espécies arbóreas comercializáveis e com características satisfatórias, realiza-se a liberação, aplicando somente no entorno da árvore desejável, realizando-se também o corte de cipós e desbastes, onde o DAP e a sanidade da árvore devem ser levados em consideração. A eliminação das árvores sem

valor para promover o crescimento das árvores de valor comercial tanto para liberação, quanto para refinamento pode ser feita através de um corte (derrubada) para o caso de árvores pequenas (DAP menor que 15 cm), anelamento (retirada de uma faixa da casca do tronco da árvore) para árvores médias (DAP entre 15 e 45 cm) e grandes (DAP maior que 45 cm) e/ou envenenamento (AMARAL *et al.* 1998).

O abate de árvores é realizado através da derruba direta da árvore, acelerando o processo, porém podendo ocasionar danos à floresta remanescente, com a queda da árvore abatida. Portanto recomenda-se utilizar esse método apenas para árvores de pequeno porte. E de acordo com Amaral *et al.* (1998), o anelamento é o método mais utilizado para eliminar lentamente as árvores sem valor comercial. Essa técnica é mais vantajosa do que o corte, em termos ecológicos, uma vez que a árvore morre lentamente, reduzindo de maneira significativa os danos típicos de queda de uma árvore na floresta.

O anelamento consiste em retirar a casca e o câmbio da árvore, formando um anel completo de, aproximadamente, 30 cm de largura, à altura de 1 m do solo, interrompendo o fluxo do floema, podendo ser feita com facão, machadinha ou machado. É uma atividade de baixo custo que não contamina o ambiente e favorece a queda de galhos. Muitas espécies são resistentes ao anelamento, como por exemplo: abiu (*Pouteria heerosepala*), tauari (*Couratari oblongifolia*), muiratinga-folha-peluda (*Helicostyls pedunculata*) e seringueira (*Hevea guianenses*). A escolha entre as formas de execução depende do comportamento ecofisiológico das espécies e de fatores econômicos. Além disso, a época de aplicação e a densidade das espécies comerciais do estoque de crescimento são fundamentais para o sucesso do tratamento silvicultural (SANDEL; CARVALHO, 2000).

Estudos de Jardim *et al.* (1996), afirmam que, a realização de anelamento profundo com aplicação de óleo queimado, resultou em mais de 80% de eficiência em termos de mortalidade de árvores, após três anos de sua aplicação. Após a retirada da casca, as árvores morrem de um a dois anos, conforme a espécie e o tipo de anelamento. O anelamento com aplicação de “óleo queimado” resulta em morte mais rápida. Para realizar o anelamento com aplicação de algum produto, é necessário evitar contaminação na floresta, treinando o pessoal e usando equipamentos adequados. A atividade deve ser feita, preferencialmente, na estação seca, pois nesse período as árvores estão menos vigorosas por causa da escassez de água, o que as torna mais vulneráveis ao anelamento.

Sandel e Carvalho (2000) registraram o tempo gasto na aplicação de dois métodos de anelagem na Floresta Nacional do Tapajós e verificaram que a anelagem completa leva um tempo maior que a anelagem com entalhes. Porém os autores consideraram a anelagem completa como sendo a mais indicada para tratamentos silviculturais, porque além de dificultar a recuperação do anelamento pela regeneração da casca, ela também mostra uma taxa de mortalidade maior que a anelagem com entalhes.

Pariona *et al.* (2003) estudaram o efeito da liberação da competição pela supressão de todos os indivíduos herbáceos e arbóreos dentro de um raio de um metro das espécies de interesse (espécies de valor comercial) em duas florestas tropicais bolivianas, sendo uma úmida e outra seca, por dois anos. Encontraram que após um ano da aplicação dos tratamentos, o incremento em diâmetro das arvoretas aumentou significativamente em relação à área controle na floresta úmida, existindo uma forte tendência para uma resposta similar após dois anos.

Clearwater *et al.* (1999) aplicaram desbaste com corte e anelamento de espécies não comerciais, abertura de clareiras no dossel acima de plântulas pré-existentes suprimidas pela sombra, além de plantio de enriquecimento em linha, na Indonésia. Os resultados mostraram que as plântulas responderam ao aumento na disponibilidade de luz com um significativo crescimento em altura.

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, 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, através da eliminação de parte da biomassa em pé, diminuindo, com isso, a competição por luz e nutrientes. Outra estratégia utilizada na busca do modelo de manejo de florestas de terra firme foi testar diferentes meios alternativos de recompor a floresta, como apenas com a regeneração natural, ou combinando esta com plantios de enriquecimento, mas sem confirmar a viabilidade técnica e econômica.

2.3.3 Plantio de enriquecimento e condução da regeneração natural

Quando o número de indivíduos com valor econômico no povoamento original é insuficiente ou totalmente inexistente (por exemplo, em florestas exploradas), pode ser aconselhável, sob determinadas condições, recorrer ao enriquecimento, em vez de tratamentos silviculturais, como desbaste e corte de cipós (LAMPRECHT, 1990).

As áreas abertas pela exploração florestal devem ser adensadas ou, até mesmo, repovoadas com espécies arbóreas nativas, quando for o caso, com exceção daquelas que fazem parte da estrutura permanente da área de manejo, como por exemplo, estradas principais. As clareiras e trilhas de arraste na mata são áreas abertas que podem ser enriquecidas com plantios. O enriquecimento de clareiras e de outras áreas abertas pela exploração florestal possibilita o aumento da qualidade produtiva da floresta, considerando que a madeira das espécies plantadas é de alto valor comercial (SABOGAL *et al.*, 2009). Os autores ainda recomendam selecionar para o plantio, espécies nativas da região.

Lamprecht (1990) afirma que uma vantagem de peso dos sistemas de enriquecimento consiste em que a domesticação, através de plantios de enriquecimento, ocorre sem operações de corte raso, preservando, pelo menos em parte, o clima interior e a proteção do solo através do povoamento original. A finalidade do método, de um modo geral é melhorar a composição de espécies do povoamento florestal, por meio do plantio de mudas de espécies autóctones de valor comercial, ambiental e/ou comercial.

Segundo Amaral *et al.* (1998), o plantio de enriquecimento em clareiras abertas pela exploração pode ser feito por semeadura (plantio direto no solo) ou através de mudas (preparadas em viveiros ou coletadas na floresta). As clareiras devem ser maiores que 200 m², garantindo a entrada de luz para favorecer o crescimento das mudas. Recomenda-se plantar as espécies que ocorrem na própria floresta, pois estas já estão adaptadas ao terreno. A escolha de espécies exóticas (oriundas de outros tipos de floresta) deve ser restrita às espécies que obtiveram sucesso em plantios similares. Contudo, antes de aplicar o tratamento silvicultural é importante fazer um diagnóstico da floresta para avaliar a composição florística, fitossociológica e paramétrica.

O plantio de enriquecimento com espécies de valor comercial também é recomendado para as manchas de floresta juvenil (dominadas por árvores com DAP

entre 5 e 15 cm), onde a densidade de espécies de valor comercial é baixa, por exemplo, ocupando menos de 30% da área (AMARAL *et al.*, 1998).

De acordo com Sabogal *et al.* (2006a), grande parte das experiências com manejo de regeneração natural está em áreas exploradas de acordo com um plano de manejo florestal sustentável. Nessas áreas, para que futuras colheitas sejam possíveis, as árvores de espécies comerciais são colhidas mantendo-se um estoque dessas e de outras espécies existentes na área e a regeneração natural é induzida, recomendando-se, portanto, a condução da regeneração natural.

A condução da regeneração natural de espécies cuja madeira tem alto valor econômico deve ser feita nas áreas abertas pela exploração florestal, e possibilita o aumento da qualidade produtiva da floresta. Nas áreas abertas pela exploração, há uma regeneração espontânea provenientes de sementes que estão em dormência no solo ou de sementes que são dispersas durante ou logo após a exploração florestal. Há ainda aquelas plantas que já se encontravam nas áreas antes da exploração florestal. A condução da regeneração natural pode ser feita, também, juntamente com o plantio de espécies de valor comercial e de rápido crescimento (SABOGAL *et al.*, 2009).

A diversidade vegetal em florestas tropicais está bastante relacionada ao processo de regeneração natural das espécies. Fatores que vão desde os de ordem natural até os de ação antrópica podem influenciar o processo de regeneração e a composição florística de uma floresta. A escala de tempo entre a perturbação do ecossistema e as fases de reconstrução também é um fator importante, que pode influenciar a riqueza e a diversidade de espécies (BRUENIG, 1986).

Yared *et al.* (1998) afirmam que a composição florística de florestas tropicais é altamente dependente dos processos de regeneração natural, devendo-se ressaltar que um conjunto de fatores podem influenciar a dinâmica da regeneração das espécies, como por exemplo a incidência de luz, que é determinante para o estabelecimento das mudas de regeneração natural.

Segundo Gama (2004), a avaliação do nível de iluminação é um fator importante para verificar se há ou não necessidade de tratamentos silviculturais para estimular o crescimento da regeneração natural e, ou, dos indivíduos estruturalmente aptos do estoque em crescimento da floresta.

2.4 ECONOMIA FLORESTAL

O Brasil detém a segunda maior área florestal do planeta, ficando atrás apenas da Rússia. As florestas brasileiras somam cerca de 550 milhões de hectares (maior que toda a Europa) e ocupam mais de 60% do território nacional (PNF 2004), com a Amazônia Legal (florestas tropicais úmidas) representando cerca de 4 milhões de quilômetros quadrados. No entanto, o avanço da fronteira agrícola já removeu cerca de 0,7 milhões de quilômetros quadrados até 2005 (LENTINI *et al.* 2005). A maior parte da área desmatada é destinada à pecuária e, em menor proporção, à agricultura, inclusive grãos (SCHNEIDER *et al.* 2000), e a exploração madeireira.

A exploração madeireira é um dos principais usos da terra na Amazônia brasileira; o setor gera uma renda bruta de US\$ 2,3 bilhões (LENTINI *et al.*, 2005), contribuindo expressivamente para a economia regional e nacional e para a geração de empregos e bem-estar social (SABOGAL *et al.*, 2006b). Atualmente, cerca de 5% da população economicamente ativa da chamada Amazônia Legal trabalha direta ou indiretamente com a atividade madeireira (LENTINI *et al.*, 2003).

Barbier *et al.* (1994), afirmam que a produção madeireira é importante para a geração de empregos, incentivando, também, um desenvolvimento da infra-estrutura rural e o fornecimento de outros serviços sociais nos países tropicais, ratificando que o comércio da madeira tem grande relevância para a economia dos países tropicais.

O país produz cerca de 25 milhões de metros cúbicos de madeiras tropicais em toras e consome 13 milhões m³ de madeira serrada, colocando-se, portanto, na liderança mundial de produção e consumo no setor (ALMEIDA *et al.*, 2009), o que provoca o interesse de grandes empresas oriundas de diferentes países onde as áreas florestadas estão praticamente extintas.

As cadeias de produção ligadas diretamente aos recursos florestais respondem por 4% do PIB nacional e por 8% das exportações, além de recolher mais de R\$ 3 bilhões em impostos a cada ano e gerar dois milhões de empregos diretos e indiretos (PNF 2004).

Há alguns anos, grande parte do que foi extraído da natureza foi beneficiado internamente. Em termos de exportação, até 1999 o Brasil ocupava a 18^a posição mundial de exportação de madeira. Atualmente é importante ressaltar a importância estratégica do setor florestal no Brasil, de acordo com o Ministério do Desenvolvimento

Indústria e Comércio (MDIC) de janeiro a abril de 2010, o saldo da balança comercial brasileira foi de US\$ 54,3 bilhões, sendo que os produtos florestais foram responsáveis por 34% dos produtos exportados. Especificamente em relação à madeira processada o saldo entre exportação e importação no primeiro quadrimestre de 2010 foi positivo em US\$ 286 milhões, esse montante está distribuído em 45,9% de madeira serrada, 9,7% de painéis de madeira reconstituída e 44,3% de compensado (MDIC, 2010).

Segundo Pereira *et al.* (2010), em 2009 foram extraídos da Amazônia Legal aproximadamente 14,2 milhões de metros cúbicos de madeira em tora, tendo como maiores produtores os Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, os quais foram responsáveis por 91% do total produzido, onde 71% dessa madeira foi proveniente de áreas de terceiros.

O setor madeireiro gera muitos empregos, e a dimensão da economia da madeira no Estado do Pará tem alto peso para o desenvolvimento, e a indústria madeireira paraense manteve estável em 2011. De um modo geral, as exportações de madeira cresceram 2,83% (US\$ 397.653.053), apesar do desdobramento da crise de 2008 que desacelerou a economia dos Estados Unidos, e da atual crise que afeta alguns países da União Européia, dois grandes importadores que consomem 70% da madeira processada pelo Pará (DECEX, 2011).

Em relação às exportações brasileiras de madeira, houve queda do total exportado (- 0,93% com o total de US\$ 1.900.094.584), mas o Estado do Pará saltou para o 2º lugar, ficando abaixo do Paraná (US\$ 641.583.613). Os Estados Unidos continua sendo o principal país importador de madeira do Pará. Entre os países que compõem a União Européia, a França, a Holanda, a Bélgica e a Itália apresentaram crescimento nos valores de madeira importados do Pará. No ranking dos produtos exportados pelo Estado do Pará, a madeira continua ocupando o 3º lugar, sendo superado pelo minério, responsável por 90,02% do total da pauta de exportação do Pará, e boi vivo (SIMASPA, 2011).

Segundo Santana *et al.* (2008), a análise do mercado de produtos madeireiros, geralmente apresenta uma abordagem parcial, com ênfase nos segmentos que utilizam a madeira como insumo principal. São os casos dos segmentos de celulose e papel, das empresas madeireiras de produtos serrados, laminados e artefatos; do segmento de móveis. No entanto, o setor florestal madeireiro e os demais produtos que configuram a economia da natureza, possuem dinâmica própria, determinada pela oferta de madeira

em tora e pela produtividade total do ecossistema das áreas de floresta. Mesmo que cada produto defina uma cadeia produtiva específica e os diversos níveis de mercado entre sua extração e o consumidor final, as condições que definem a sua dinâmica de desenvolvimento estão centradas no marco regulatório legal para a gestão das áreas de florestas públicas, em regime de concessão. Nesse contexto, o mercado dos produtos madeireiros está fortemente dependente da eficiência operacional das ações a serem desenvolvidas pelo arranjo institucional que responde pela regulação dos planos de manejo sustentáveis.

No processo da produção florestal, os recursos como materiais, trabalho (mão-de-obra) e dinheiro são transformados, principalmente em produtos madeireiros. Pode-se definir a produção como a aplicação planejada de recursos patrimoniais, materiais, financeiros e humanos durante certo período para gerar um produto. Segundo a teoria econômica tradicional existem três fatores de produção: a terra (sendo na empresa florestal, a área florestal, levando em conta os seus caracteres ecológicos, e as condições formais/jurídicas de acesso aos recursos florestais), o trabalho (principalmente mão-de-obra, levando em conta o seu grau de experiência e capacitação) e o capital (próprio, ou acessível através de financiamento), que se compõe de capital real como máquinas (prédios, estradas, a floresta), e o capital em dinheiro utilizado para pagar despesas. Dentro da empresa florestal, cada fator representa um valor determinado, como o valor do terreno, o valor de uma diária para um trabalhador, o valor da máquina (POKORNY *et al.*, 2008).

Do ponto de vista econômico, é fundamental que a Amazônia passe a produzir artefatos de madeira para exportação e para o mercado interno. Assim, agrega-se mais valor ao produto na região. Tal evolução econômica poderá representar, igualmente, desenvolvimento social, com melhores condições de vida para a população regional. Uma exploração com base na sustentabilidade permitirá um melhor aproveitamento do recurso madeireiro, hoje e no futuro, restringindo as áreas de extração seletiva das árvores (porque a atividade, tornando-se rentável, não continuará itinerante) e, conseqüentemente, talvez ampliando a utilização da biodiversidade (GARRIDO FILHA, 2002).

A madeira gera dois produtos principais a partir da extração da floresta em pé: a madeira em tora, envolvendo bitolas diferentes, e a lenha para consumo das padarias, consumo doméstico nas fazendas e/ou para a produção de carvão. O mercado de madeira em tora e dos produtos gerados a partir de seu desdobramento (madeira serrada,

laminada, painéis, móveis e artefatos) está sendo regulado na região pelo Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais Renováveis e Meio Ambiente - IBAMA e Secretaria de Meio Ambiente - SEMA no Estado do Pará. Assim, a comercialização de madeira é permitida se oriunda de um plano de manejo aprovado, extração autorizada e fiscalização de sua distribuição ao longo de todos os elos da cadeia. Isto significa que a madeira em tora é o elemento básico da regulação do mercado dos produtos madeireiros, o que está de acordo com o conceito de cadeia produtiva, cujo fundamento está na existência de uma matéria-prima de amplo mercado (SANTANA *et al.* 2008).

Para o Brasil se tornar um grande *player* no mercado internacional de madeira tropical, deve ser garantida uma produção madeireira estável e sustentável em longo prazo, respeitando-se as crescentes exigências ambientais, muitas ainda a serem observadas, e proporcionando benefícios sociais à população da região (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Santana *et al.* (2008) afirmam que, na Amazônia, nunca houve “regulação de fato” da exploração, processamento e comercialização da madeira. Diversos autores contam a história da exploração madeireira em sinergia com as atividades de pecuária e agricultura, configurando a depredação das espécies florestais de maior valor comercial, assim como da biodiversidade do bioma amazônico ainda quase todo desconhecido.

Na ausência de avaliações econômicas, empresários madeireiros temem que o manejo aumente os custos da exploração a ponto de inviabilizar seus negócios. Esse tipo de raciocínio pode também ter levado alguns administradores públicos a temerem uma redução da atividade econômica em virtude da exigência legal do manejo florestal. Portanto, são necessárias análises econômicas detalhadas dos custos e benefícios desse manejo para avançar o debate sobre como usar as florestas regionais (Barreto *et al.*, 1998).

Para Garrido Filha (2002), o potencial da floresta Amazônica, embora vultoso, está sendo ameaçado pelo uso predatório das árvores de valor comercial. Os investimentos são relativamente baixos. Há falta de capitais. O desperdício da madeira é enorme, pois se aproveita menos de 50% das toras no processamento, não só nas serrarias como também nas indústrias certificadas. A instalação das serrarias, na imensidão da floresta, passa a seus proprietários a sensação de que se trata de um recurso inesgotável. Os madeireiros pensam que podem deslocar-se sempre para novas áreas florestadas, numa exploração itinerante. Mas a floresta, no ritmo atual do processo de destruição, acabará inexoravelmente.

Para Almeida *et al.* (2009), algumas dificuldades enfrentadas para a efetiva implantação de um manejo florestal sustentável estão relacionadas à necessidade de alto investimento inicial, à burocracia dos órgãos reguladores, à concorrência desleal com madeiras clandestinas e à falta de segurança fundiária na região amazônica. Sabogal *et al.* (2005) destacaram como fatores econômicos limitantes à adoção do manejo: o baixo preço da madeira (legal) no mercado, a dificuldade de inserir novas espécies no mercado externo e a falta de pesquisa sobre novas espécies.

Sabogal *et al.* (2006b) estudando as empresas florestais na Amazônia brasileira, afirmam que, ao contrário das expectativas em relação ao setor privado, a rentabilidade não é o principal objetivo que guia as empresas em suas decisões. Isso porque os empresários não dispõem de informações e conhecimentos necessários para avaliar esse parâmetro. Eles não sabem o que significa o bom manejo, tampouco quais são as implicações técnicas e financeiras das diferentes atividades ou ainda quais são os benefícios financeiros do manejo. Apesar das empresas buscarem o lucro, elas seguem rotinas tradicionais e não consideram a possibilidade de otimização das suas operações e conseqüentemente dos seus resultados financeiros. Existem principalmente três fatores que impedem um desenvolvimento do setor e a adoção das tecnologias de bom manejo: a falta de profissionalismo, o enfoque do setor industrial e o alto custo e pouca disponibilidade de capital.

As pesquisas desenvolvidas para comprovar a viabilidade do manejo florestal madeireiro têm privilegiado principalmente a verificação de aspectos técnico-científicos. As análises econômicas ainda estão limitadas a experiências em projetos demonstrativos, carecendo de informações sobre o comportamento econômico em escala empresarial e envolvendo mais de um ciclo de corte, que é o período decorrido entre dois momentos de exploração na mesma área (Souza, 2002).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Rio Capim, que pertence à Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda., localizada no município de Paragominas, PA, distante cerca de 500 km de Belém, via PA-150. A área experimental faz parte do Projeto “Silvicultura pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA – Embrapa – Cikel – CNPq)” que está sendo realizado em 700 ha de floresta, que foi explorada segundo as técnicas de impacto reduzido em 2004.

O clima da região é do tipo “Aw”, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média anual de 1766 mm, temperatura média anual de 27,2°C e umidade relativa do ar de 81% (WATRIN; ROCHA, 1992).

Segundo Sombroek (1986), a área onde se encontra o município de Paragominas apresenta uma topografia que vai de plana a suavemente ondulada. Os principais solos na região de acordo com Rodrigues *et al.* (2003) são: Latossolos Amarelos; Argissolos Amarelos; Plintossolos; Gleissolos; e Neossolos. Os solos possuem baixa fertilidade, devido à baixa reserva de nutrientes como cálcio, magnésio, potássio, fósforo e nitrogênio, além de alta saturação por alumínio.

O município de Paragominas é drenado pelas bacias do rio Capim e do rio Gurupi, servindo este último de divisa com o Estado do Maranhão (WATRIN; ROCHA, 1992). Outros rios de menor porte drenam a área, tais como Ananavira, Paraquequara, Candiru-Açu, Potiritá, Piriá, Uraim e Surubiju, entre outros (LEAL, 2000). A tipologia da área onde foram instalados os sistemas de silvicultura pós-colheita é Floresta Ombrófila Densa, também chamada de Floresta Equatorial Úmida de Terra Firme (VELOSO *et al.*, 1991).

3.2 SISTEMAS DE SILVICULTURA PÓS-COLHEITA TESTADOS

Foram estabelecidos sete tratamentos. A área total do experimento é de 700 ha, distribuídos em 6 UT (Unidade de Trabalho) na UPA (Unidade Produção Anual) 07 e 8 UT na UPA 08, da Área de Manejo Florestal - AMF da Fazenda Rio Capim. Cada UT foi dividida em quadrantes (quatro parcelas quadradas de 25 ha), totalizando 56 parcelas, que foram sorteadas aleatoriamente para constituir as repetições dos tratamentos (totalizando 28 parcelas de estudo). Cada tratamento tem quatro repetições, portanto, perfazendo uma amostra de 100 ha. Cada repetição de 25 ha tem uma bordadura de 4,75 ha (25 m para cada lado). A área efetiva, no centro da repetição, tem, portanto, 20,25 ha (450m x 450m). Detalhes de cada tratamento são apresentados a seguir:

T1 - Desbaste de liberação clássico (WADSWORTH, 1997), por anelagem, e corte de cipós nas árvores potenciais (espécies atualmente comercializadas) para futura colheita.

- As espécies beneficiadas neste tratamento são aquelas consideradas comerciais pela empresa, ou aquelas com potencial para serem comercializadas em futuro próximo;
- Previu-se beneficiar, em média, 10 árvores/ha, com DAP \geq 35 cm (CAP \geq 110 cm), dessas espécies selecionadas. Entretanto, considerando que o DAP mínimo estabelecido foi de 35 cm e que não havia número suficiente para beneficiar 10 indivíduos/ha, beneficiou-se, em média, 6,8 árvores/ha;
- Foram cortados todos os cipós, de qualquer diâmetro, que estavam de alguma forma, prejudicando ou mesmo ameaçando o desenvolvimento da árvore beneficiada;
- Os indivíduos eliminados para beneficiar as árvores selecionadas, em todos os sistemas, sofreram anelagem completa, que, segundo Sandel e Carvalho (2000), consiste em retirar a casca e o câmbio da árvore, com machadinha, formando um anel completo de, aproximadamente, 30 cm de largura, à altura de 1 m do solo. Essa atividade foi feita com terçado e/ou machadinha;
- Outros procedimentos adotados:

1. Selecionaram-se as árvores potenciais para futura colheita¹ (APFC) para favorecer com o desbaste de liberação;
2. Aplicaram-se as seguintes regras para eliminar árvores competidoras²:
 - a) Eliminaram-se todas as árvores competidoras com $DAP \geq 10$ cm ($CAP \geq 31$ cm) situadas em um raio de 2 m da árvore favorecida;
 - b) Eliminaram-se todas as árvores de espécies não-comerciais cujas copas estavam sobrepondo as copas das APFC;
 - c) Eliminaram-se todas as árvores de espécies não-comerciais cujas copas estavam competindo (na mesma altura e ou entrelaçadas) com as copas das APFC, observando a distância mínima entre a árvore competidora e a APFC, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Definição da distância mínima entre as APFC favorecidas e as árvores competidoras, aplicado T1, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Σ DAP (cm)*	Distância mínima (m)
20 -39	3
40 - 59	5
60 - 79	7
80 - 99	8
> 100	9

* Σ DAP (cm) = Soma do DAP da árvore beneficiada + DAP da árvore competidora.

T2 - Desbaste de liberação modificado, por anelagem, e corte de cipós nas árvores potenciais (espécies atualmente comercializadas) para futura colheita.

- As espécies beneficiadas neste tratamento são as mesmas do T1, ou seja, aquelas consideradas comerciais ou, na falta de espécies comerciais, aquelas com potencial para serem comercializadas em futuro próximo;
- Previu-se beneficiar, em média, 10 árvores/ha, com $DAP \geq 35$ cm ($CAP \geq 110$ cm), dessas espécies selecionadas. Entretanto, considerando que o DAP mínimo estabelecido foi de 35 cm e que não havia número suficiente para beneficiar 10 indivíduos/ha, beneficiou-se, em média, 5,0 árvores/ha;

¹ Árvores potenciais para a próxima colheita são aqui definidas como aquelas de espécies comerciais de boa forma e sadias, apresentando $DAP \geq 35$ cm. Espécies potencialmente comerciais com as mesmas características também foram escolhidas, quando o número mínimo de 10 árvores/ha não era atingido apenas com árvores de espécies comerciais.

² Árvores competidoras são aquelas da lista de espécies não-comerciais, ou mesmo comerciais com fuste de má qualidade (fuste danificado, tortuoso, sem condições de comercialização).

- Foram cortados todos os cipós, de qualquer diâmetro, que estavam de alguma forma, prejudicando ou mesmo ameaçando o desenvolvimento da árvore beneficiada;

- Foram aneladas as árvores competidoras que estavam com suas copas sobre as copas das árvores beneficiadas ou entrelaçadas com essas copas.

T3 - Corte de cipós das árvores potenciais (qualquer espécie, independente de ser comercializada ou não) para futura colheita.

- Foram beneficiadas todas as árvores de porte e dimensões comerciais, de qualquer espécie;

- Todas as árvores com $DAP \geq 35$ cm ($CAP \geq 110$ cm), sadias e com boa forma, foram beneficiadas, sem considerar a densidade (número de árvores/hectare), resultando em uma média de 9,5 árvores/ha;

- Foram cortados todos os cipós, de qualquer diâmetro, que estavam de alguma forma, prejudicando ou mesmo ameaçando o desenvolvimento da árvore beneficiada;

- Todas as árvores, de qualquer espécie, foram mantidas na área, quando se apresentavam sadias e com boa forma, com qualquer diâmetro, e quando não estavam competindo por luz com as árvores beneficiadas.

T4 - Plantio em clareiras, conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras, e corte de cipós nas árvores potenciais para futura colheita.

- As espécies beneficiadas neste tratamento são as mesmas do T1, ou seja, aquelas consideradas comerciais ou, na falta de espécies comerciais, aquelas com potencial para serem comercializadas em futuro próximo;

- Previu-se beneficiar, em média, 10 árvores/ha, com $DAP \geq 35$ cm ($CAP \geq 110$ cm), dessas espécies selecionadas. Entretanto, considerando que o DAP mínimo estabelecido foi de 35 cm e que não havia número suficiente para beneficiar 10 indivíduos/ha, beneficiou-se, em média, 8,4 árvores/ha;

- Neste tratamento, também, foram cortados todos os cipós, de qualquer diâmetro, que estavam de alguma forma, prejudicando ou mesmo ameaçando o desenvolvimento da árvore beneficiada;

- As espécies plantadas em clareiras são de crescimento rápido, ocorrentes na Fazenda Rio Capim, com exceção de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke (paricá);
- Essas espécies foram selecionadas de acordo com o crescimento em altura e em diâmetro, com base em lista de espécies exploradas pela empresa Cikel;
- Foram selecionadas, em média, duas clareiras por hectare. O critério para estabelecer esse número foi de que a quantidade de clareiras enriquecidas (adensadas com plantio de mudas) seria no máximo 50% do número de árvores colhidas por hectare. Foram derrubadas, em média, cinco árvores por hectare na área de estudo;
- O tamanho mínimo das clareiras enriquecidas foi de 250 m²;
- A distância média entre cada muda plantada foi de cinco metros;
- Em cada clareira foram plantadas, em média, 9 a 10 mudas;
- Foram selecionadas e beneficiadas plantas de regeneração natural de espécies comerciais, com média de 7 plantas/clareira.

T5 - (T2 + T4): o Tratamento 5 é o conjunto formado pelas atividades do T2 mais as atividades do T4.

T6 - (Floresta explorada). O tratamento 6 é formado por parcelas onde ocorreu a exploração florestal, mas não foram realizadas atividades de silvicultura pós-colheita.

- Foram registradas todas as árvores de porte e dimensões comerciais, de qualquer espécie;
- Todas as árvores com DAP ≥ 35 cm (CAP ≥ 110 cm), sadias e com boa forma, foram registradas, sem considerar a densidade (número de árvores/hectare).

T7 - (Floresta não-explorada - Testemunha). O tratamento 7 é constituído por parcelas onde não foi realizada a exploração florestal.

- Foram registradas todas as árvores de porte e dimensões comerciais, de qualquer espécie;
- Todas as árvores com DAP ≥ 35 cm (CAP ≥ 110 cm), sadias e com boa forma, foram registradas, sem considerar a densidade (número de árvores/hectare).

Decidiu-se usar anelagem, sem aplicação de produtos arboricidas, por dois motivos: o uso de arboricidas ainda não é permitido nas florestas naturais brasileiras; a anelagem completa (SANDEL; CARVALHO, 2000), quando aplicada corretamente, tem apresentado resultados semelhantes (no primeiro e segundo ano após a aplicação) ou até superiores (a partir do terceiro ano após a aplicação) àqueles obtidos com a utilização de arboricidas. Com isso há também uma redução nos custos operacionais e a natureza não é agredida pelos produtos químicos, que certamente, de alguma forma, danificá-la-iam.

As mudas da maioria das espécies utilizadas nos tratamentos (espécies de valor comercial) foram transplantadas da regeneração natural, sendo retiradas de ramais e estradas secundárias e colocadas em sacos plásticos durante dois meses antes do plantio. Somente as mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke) foram produzidas pela empresa.

Na área do experimento todas as árvores com DAP maior que 35 cm foram registradas, fossem elas beneficiadas ou aneladas; todos os cipós existentes nas árvores beneficiadas foram eliminados; e 400 clareiras oriundas da exploração florestal foram tratadas e adensadas com mudas de espécies de alto valor comercial. A área trabalhada foi igual para todos os tratamentos (100 ha/tratamento), entretanto os diferentes métodos utilizados geraram um número de árvores trabalhadas (aneladas e beneficiadas) distinto para cada tratamento. Considerando apenas as atividades de corte de cipós e desbastes de liberação, o número de indivíduos tratados está representado na Tabela 2.

Tabela 2 - Número de indivíduos tratados em cada tratamento testado do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Beneficiadas	Aneladas	Total
T1	679	100	779
T2	500	28	528
T3	954	0	954
T4	835	0	835
T5	623	3	626
T6	1017	0	1017
T7	1681	0	1681

Os números apresentados nos tratamentos T6 e T7 referem-se ao número de indivíduos previamente selecionados e avaliados. Com isso, as árvores beneficiadas

registradas e descritas somaram um total de 6.243. Com relação às atividades de enriquecimento florestal, realizadas nos tratamentos T4 e T5, as mudas plantadas em clareiras somaram 3.834, sendo elas de 17 espécies, das quais apenas *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke não ocorre na área de estudo, e as mudas de regeneração natural conduzidas somaram 2.865 de 51 espécies.

3.3 REGISTRO DE DADOS

As árvores beneficiadas tinham, no mínimo, 35 cm de DAP (diâmetro a 1,30 m de altura do solo). Todas as árvores beneficiadas, assim como as aneladas, foram registradas, medidas e descritas, de acordo com as diretrizes para medições de árvores em inventário florestal contínuo (SILVA *et al.* 2005). Foram usadas as fichas de campo utilizadas nas medições de parcelas permanentes de inventário florestal contínuo, com poucas adaptações, tanto para registrar as árvores beneficiadas como as aneladas. Esse procedimento visou possibilitar o uso do programa Monitoramento de Florestas Tropicais - MFT, para processar os dados e obter os resultados ecológicos e silviculturais.

Registrou-se, também, o tempo gasto nas atividades de silvicultura pós-colheita, o custo do material utilizado e o salário das pessoas diretamente envolvidas na instalação do experimento, para calcular os custos operacionais.

O mesmo procedimento foi adotado em todas as observações e avaliações silviculturais e econômicas realizadas no experimento. O monitoramento das mudas plantadas ou de regeneração natural (conduzidas) em clareiras é realizado na mesma época do monitoramento das árvores beneficiadas.

Todos os materiais utilizados e seus respectivos custos foram anotados e posteriormente listados para serem incluídos nos custos finais.

Os dados coletados geraram os valores médios de produtividade das atividades de instalação e de monitoramento e manutenção, realizadas pelas equipes de campo, determinando assim, os dias necessários para se aplicar os tratos de cada sistema testado.

3.4 EQUIPES

As equipes eram compostas de diferentes formas, mas sempre tendo como componentes: identificador de plantas (de preferência parobotânico treinado), técnico florestal e ajudante. Durante as atividades de instalação dos tratamentos T4 e T5, as equipes foram compostas por um ajudante a mais, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Formação de equipes para instalação do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Equipes de instalação (Número de participantes)		
	Identificador	Técnico Florestal	Ajudante
T1	1	1	2
T2	1	1	2
T3	1	1	2
T4	1	1	3
T5	1	1	3
T6	1	1	2
T7	1	1	2

No período de monitoramento e manutenção, as equipes eram menores e compostas pelo mesmo número de participantes para todos os tratamentos, sendo formadas por um identificador de plantas, um técnico florestal e um ajudante.

Após a instalação dos tratamentos, a frequência de visitas na área para monitoramento e manutenção recomendada e utilizada nas análises de investimento do referido trabalho diferencia-se entre os tratamentos. Com o intuito de aplicar efetivamente os sistemas, ou seja, possibilitar a utilização dos sistemas pelas empresas florestais e, conseqüentemente, diminuir os custos, os tratamentos T1, T2, T3, T6, e T7 receberam visitas para monitoramento e manutenção a cada cinco anos. Já para os tratamentos T4 e T5, que possuem plantios de enriquecimento em clareiras, as visitas foram anuais nos primeiros cinco anos após a instalação, e após esse período, projeta-se visitas a cada cinco anos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Frequência de visitas na área do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Ano 0	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano	6º Ano	11º Ano	16º Ano	21º Ano	26º Ano	30º Ano
T1	E	I	MM				MM	MM	MM	MM	MM	E
T2	E	I	MM				MM	MM	MM	MM	MM	E
T3	E	I	MM				MM	MM	MM	MM	MM	E
T4	E	I	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	E
T5	E	I	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM	E
T6	E	I	MM				MM	MM	MM	MM	MM	E
T7	E	I	MM				MM	MM	MM	MM	MM	E

'I' representa as atividades de instalação; 'MM' representa as atividades de monitoramento e manutenção; e 'E' representa as atividades de exploração.

3.5 SALÁRIOS

Os salários dos funcionários da empresa utilizados neste trabalho referem-se ao pagamento realizado no ano de 2004, quando ocorreu a exploração de impacto reduzido na área de estudo.

O custo de uma empresa com os seus funcionários, principalmente na floresta, incluem também os gastos com a alimentação. O valor utilizado neste trabalho é o mesmo utilizado por Ferreira (2001), que afirma que os gastos mensais com alimentação dos trabalhadores na floresta correspondem a mais de R\$84,00 por pessoa. Portanto, nos valores apresentados na Tabela 5, além do salário bruto dos funcionários, estão inclusos esses custos ao salário de cada funcionário.

Tabela 5 - Salário bruto dos funcionários da empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda envolvidos nas atividades do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), que trabalharam na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA, no ano de 2004.

Função	Salário bruto mensal (R\$)
Engenheiro Florestal	3.514,20
Identificador	2.235,40
Técnico Florestal	1.855,40
Lider de equipe	1.312,90
Ajudante	907,00

3.6 CÁLCULOS E ANÁLISES

Com a produtividade e os salários referentes a cada função, e os custos dos materiais utilizados, obteve-se os custos totais de cada sistema aplicado, divididos em custos de instalação, e custos de monitoramento e manutenção até o segundo ciclo, ou seja, até a próxima colheita.

Unindo as informações encontradas, com a receita líquida da empresa no ano da exploração (fornecida pela empresa), realizaram-se as avaliações econômicas através de análises de investimento, por meio do fluxo de caixa.

A avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, que consiste nos custos e nas receitas distribuídos ao longo da vida útil do empreendimento (SILVA *et al.*, 2005).

Na avaliação de projetos, o fluxo de caixa deve ser atualizado para que os valores monetários sejam comparados em um mesmo ponto do tempo para comparar valores monetários em períodos diferentes do tempo. Como o investimento representa uma troca entre as despesas realizadas no presente e as receitas geradas em períodos futuros, a comparação deste intercâmbio, necessariamente, requer que se proceda com a atualização dos valores monetários (SANTANA, 2005).

De acordo com Silva *et al.* (2005), há vários métodos de avaliação econômica de projetos de investimento. Cada um baseia-se em determinadas premissas e não há consenso de qual método é mais indicado. Um grupo desses métodos não considera a variação do capital no tempo, e é indicado para horizontes de planejamento mais curtos, em que não há inflação, como por exemplo, o tempo de retorno do capital (*pay-back period*), razão receita/custo e razão receita média/custo. Outro grupo compreende aqueles métodos em que se considera a variação do capital no tempo, e são os critérios empregados na avaliação deste projeto, sobretudo porque têm respaldo teórico, como o valor presente líquido (VPL) e a relação benefício-custo (Rb/c). Esses critérios levam a uma mesma orientação para a tomada de decisão.

O levantamento dos custos realizou-se basicamente através da somatória dos valores representados pelos materiais utilizados e os custos com mão-de-obra, sendo este, o valor mais representativo nos custos finais.

Os custos com as atividades de monitoramento e manutenção que ainda não foram realizadas foram calculados através de um valor médio e multiplicado pelo

número de visitas que cada tratamento sugere na sua metodologia, chegando assim, ao custo final após trinta anos.

3.6.1 Valor presente líquido

O valor presente líquido representa a diferença entre os fluxos anuais de receitas e custos descontados por uma taxa de juros (GRAÇA *et al.*, 2000).

Segundo Santana (2005), o valor presente líquido permite que sejam comparados os custos atualizados com as receitas atualizadas de um projeto. Em outras palavras, é a soma dos benefícios líquidos atualizados (receitas menos custos) do projeto. A atualização do fluxo de caixa é feita por uma taxa de juros que reflete o custo de oportunidade de longo prazo da atividade. O cálculo do VPL é dado pela equação:

$$VPL_t = \sum_{t=0}^n \left(\frac{R_t - C_t}{(1+i)^t} \right) = \sum_{t=1}^n \left(R_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t} \right) - \sum_{t=1}^n \left(C_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t} \right)$$

Em que:

R_t = fluxo de receitas do projeto no ano t ;

C_t = fluxo de custo do projeto no ano t ;

n = número de anos do projeto ($t = 1, 2, \dots, n$);

i = taxa de juros de longo prazo.

Alternativamente, tem-se que o valor presente líquido é a soma do benefício nominal líquido (BNL) atualizado a uma dada taxa de desconto, como na equação a seguir:

$$VPL_t = \sum_{t=0}^n \frac{BNL_t}{(1+i)^t}$$

No Brasil existe a taxa de juros de longo prazo, a TJLP, que gira ao redor dos 12% ao ano e foi a utilizada neste trabalho. A interpretação do VPL, quando a taxa de juros reflete o custo de oportunidade do capital investido no projeto, é a de que

representa o valor atual dos benefícios gerados por um investimento (SANTANA, 2005).

O método para se avaliar o valor presente líquido baseia-se nos seguintes critérios:

a) $VPL > 0$. Diz-se que o projeto é viável economicamente. Assim, ao final do projeto, depois de cobrir todas as despesas ainda resta um saldo positivo. Ou seja, as receitas foram superiores às despesas;

b) $VPL = 0$. Diz-se que o projeto apenas empata. Não apresenta interesse econômico, uma vez que as receitas foram suficientes apenas para cobrir os custos, nada restando para cobrir riscos, investir em tecnologias, etc;

c) $VPL < 0$. Diz-se que o projeto é inviável economicamente à taxa de juros i , uma vez que os custos foram superiores às receitas.

Santana (2005) afirma que em primeiro lugar, estrutura-se o fluxo nominal, de acordo com os resultados de receitas e custos apurados no orçamento unitário. Em seguida, determina-se o fator de atualização (fa), que é dado pela fórmula:

$$fa = \frac{1}{(1+i)^t}$$

Utiliza-se o fator de atualização ao fluxo de caixa a uma dada taxa de juros, pois em qualquer projeto de investimento, o tomador de decisão se depara com várias alternativas que podem gerar retorno para o capital que deseja investir.

A taxa de juros utilizada na atualização do fluxo de caixa reflete o custo de oportunidade do capital, ou seja, o quanto ele renderia se o investimento fosse aplicado para render juros em prazo igual ao do projeto. Portanto, quando se decide investir em dada atividade, deve-se atualizar o fluxo à taxa de juros que representa o custo de oportunidade do capital, ou seja, reflete o emprego do capital na melhor alternativa disponível, e isto é possível quando se obtém um valor presente líquido positivo. (SANTANA, 2005).

Multiplicando as receitas e o custo pelo fator de atualização se obtém o fluxo de caixa atualizado, onde a soma da diferença entre esses valores atualizados resulta no valor presente líquido.

3.6.2 Relação benefício-custo

Outro critério utilizado na avaliação de empreendimentos é a relação benefício-custo, que 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.

A relação Benefício-Custo (Rb/c) é simplesmente a divisão entre os benefícios atualizados, descontados pela taxa de juros, e os custos anualizados. Permite inferir quanto de receita é gerado por uma unidade de custo (GRAÇA *et al.*, 2000).

De acordo com Silva *et al.* (2005) a razão benefício/custo consiste em calcular a razão entre o valor atual das receitas e valor atual dos custos.

$$R_{b/c} = \frac{\sum_{t=0}^n \text{Receita}_t \cdot (1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n \text{Custo}_t \cdot (1+i)^{-t}}$$

O método para se avaliar o valor da Rb/c gerada pelo projeto baseia-se nos seguintes resultados:

a) $Rb/c > 1$. Significa que a soma das receitas atualizadas são maiores do que a soma dos custos atualizados à taxa i . A decisão é de que o projeto apresenta viabilidade econômica;

b) $Rb/c = 1$. Significa que as receitas são iguais aos custos, portanto não sobra nada após o término do projeto. Não é um projeto interessante à taxa de juros i ;

c) $Rb/c < 0$. Significa que os custos são maiores do que as receitas, indicando que o projeto não é viável economicamente.

Esses critérios levam a uma mesma orientação para a tomada de decisão. Portanto, uma $Rb/c > 1$ implica em um $VPL > 0$. Assim como um $VPL = 0$ leva a uma $Rb/c = 1$.

Mesmo nestas circunstâncias é conveniente que se verifique a capacidade do projeto enfrentar situações adversas que possam influenciar o fluxo de receita ou o fluxo de custo. Uma redução nos preços do produto em função de excesso de oferta, importações do produto na época de safra, o próprio efeito sazonal do comportamento dos preços, etc., pode tornar o projeto inviável. Da mesma forma, um incremento no custo de produção, causado por aumento no preço dos insumos ou da mão-de-obra, impostos, transporte, etc., também podem tornar o projeto inviável (SANTANA, 2005).

Neste trabalho, o fluxo de caixa foi atualizado para que os valores monetários fossem comparados em um mesmo ponto do tempo para comparar valores monetários em períodos diferentes do tempo. Utilizou-se uma taxa de juros de longo prazo (TJLP) de 12% ao ano, que no Brasil, se manteve nessa média nos últimos 10 anos, e um ciclo de corte de 30 anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUTIVIDADE

Durante a instalação, independentemente do método utilizado, e considerando que as atividades de desbaste (anelamento) e corte de cipós foram realizadas ao mesmo tempo, e trabalhando efetivamente em média, 6 horas e 12 minutos por dia, uma equipe conseguiu beneficiar (seleção da árvore e corte de cipós), em média, 116 indivíduos, e anelar 9 indivíduos. Já para a seleção dos indivíduos a serem avaliados nos tratamentos T6 e T7, a produtividade foi de 184 indivíduos por dia.

Sandel e Carvalho (2000), em uma área de 5 ha na Floresta Nacional do Tapajós, verificaram que realizando apenas a anelagem completa (o mesmo método utilizado no presente trabalho), gastou-se, em média, 5 minutos e 56 segundos por árvore, o que daria uma média diária de 62 árvores aneladas.

Nas atividades de instalação do plantio de enriquecimento de clareiras em T4 e T5, trabalhando efetivamente 6 horas e 12 minutos, a produtividade média foi de 10 clareiras/dia, sabendo que em cada clareira plantou-se 9,6 mudas em média, além da conservação de cerca de 7 mudas de regeneração natural que foram beneficiadas em cada clareira.

Durante o monitoramento e manutenção das árvores beneficiadas e aneladas, que são atividades que podem ocorrer simultaneamente, e com uma jornada de trabalho efetivo média de 6 horas e 57 minutos por dia, uma equipe de campo consegue realizar essas atividades com uma produtividade diária de 140 indivíduos avaliados (beneficiadas ou aneladas) e a manutenção necessária. Já nos tratamentos T6 e T7, uma equipe avalia 220 indivíduos diariamente, em média.

Na manutenção e monitoramento das clareiras, que são atividades diferentes e realizadas por equipes diferentes, trabalhando em média 5 horas e 18 minutos diários efetivamente, e com as coordenadas das clareiras previamente coletadas com o auxílio de um GPS, a produtividade alcançada foi de 15,4 clareiras/dia/equipe.

A produtividade das equipes de campo apresentou distinções entre os tratamentos, principalmente, devido à quantidade e intensidade de ações necessárias aos

respectivos tratamentos. Na Tabela 6 é apresentada a produtividade das equipes durante a instalação, monitoramento e manutenção.

Tabela 6 - Produtividade, por tratamento, de uma equipe de campo durante a instalação, monitoramento e manutenção do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Produtividade (ha/dia)	
	Instalação	Monitoramento e Manutenção
T1 (Desbaste clássico e corte de cipós)	6,0	18,0
T2 (Desbaste modificado e corte de cipós)	13,6	26,5
T3 (Corte de cipós)	12,1	14,7
T4 (Enriquecimento e corte de cipós)	3,7	5,3
T5 (T2 +T4)	3,8	5,9
T6 (Floresta explorada)	5,5	4,6
T7 (Testemunha)	9,1	7,6

O T2 apresenta a maior produtividade entre os tratamentos testados, sendo possível instalar 13,6 ha durante um dia, e manter e monitorar 26,5 ha em um dia de trabalho no campo. Explica-se isso, principalmente, pelo fato de que o método utilizado proporciona um baixo número de indivíduos beneficiados (4,7 indivíduos/ha em média) e anelados, quando comparado com os outros tratamentos.

Nos tratamentos T4 e T5 ocorreu a menor produtividade, devido à atividade de enriquecimento nas clareiras, ocorrido exclusivamente nesses dois tratamentos, que além de demandar mais tempo para serem realizadas, requerem uma equipe maior.

4.2 CUSTOS COM INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS

Os custos com instrumentos e equipamentos utilizados referem-se às despesas com materiais necessários para realizar as atividades em cada tratamento. A lista de materiais, de um modo geral está dividida basicamente nas atividades de instalação de beneficiamento e anelagem (Tabela 7) e de plantios em clareiras (Tabela 8), e materiais utilizados nas atividades de monitoramento e manutenção (Tabela 9).

Tabela 7 - Materiais utilizados nas atividades de instalação que envolvia beneficiamento e anelagem de indivíduos dos sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Material	Quantidade	Unidade	Valor/unid. (R\$)	Valor total (R\$)
Tinta	5	Lata (3,6 litros)	28,00	140,00
Pincel 2"	7	Unidade	1,60	11,20
Trena	4	Unidade	31,90	127,60
Prego 2x11	7	Kg	6,00	42,00
Plaqueta de alumínio	6	1 m ² (folha)	31,00	186,00
Marreta 2 Kg	3	Unidade	14,22	42,66
Martelo	5	Unidade	6,45	32,25
Luva de napa	6	Unidade	36,45	218,70
Facão 18'	5	Unidade	6,40	32,00
Facão 16'	3	Unidade	5,75	17,25
Bainha	8	Unidade	5,10	40,80
Aparelho GPS	2	Unidade	924,00	1848,00

Tabela 8 - Materiais utilizados nas atividades de instalação que envolvia plantio de enriquecimento em clareiras dos sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Material	Quantidade	Unidade	Valor/unid. (R\$)	Valor total (R\$)
Carro de mão	2	Unidade	79,90	159,80
Enxada	4	Unidade	14,50	58,00
Draga	4	Unidade	36,50	146,00
Mudas	3834	Unidade	0,65	2492,10

Tabela 9 - Materiais utilizados nas atividades de monitoramento e manutenção de todos os sistemas testados do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Material	Quantidade	Unidade	Valor/unid. (R\$)	Valor total (R\$)
Luva de napa	4	Unidade	36,45	145,80
Trena	2	Unidade	31,90	63,80
Facão 18'	3	Unidade	6,40	19,20
Facão 16'	2	Unidade	5,75	11,50
Bainha	5	Unidade	5,10	25,50
Tinta	2	Lata (3,6 litros)	28,00	56,00
Pincel 2"	2	Unidade	1,60	3,20

Alguns custos com materiais não serão necessários no monitoramento e manutenção, pois a aquisição inicial é satisfatória, como por exemplo, o aparelho GPS, que será utilizado em todas as atividades, e sua despesa já está inclusa nos custos de instalação.

Outro fator importante está relacionado com a perspectiva de que a despesa com materiais por hectare diminua, com o aumento da área tratada.

4.3 CUSTOS PARA UM CICLO DE CORTE DE TRINTA ANOS

Apesar da colheita da madeira ser considerada um tratamento silvicultural, devido às alterações ocorridas no ambiente que poderão favorecer o crescimento das árvores remanescentes, os custos da colheita não foram contabilizadas neste trabalho. No entanto, eles foram considerados na definição da receita líquida da empresa, utilizada posteriormente na análise de investimento.

Os custos dos tratamentos T6 e T7 foram contabilizados apenas para avaliar os custos da pesquisa, tendo em vista que, na prática, os custos do tratamento T6, são representados apenas pela colheita da madeira ocorrida na área, e, portanto, assim como para o T7, as atividades de silvicultura pós-colheita não serão realizadas nessas áreas.

Tabela 10 - Distribuição dos custos do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Custos de instalação (R\$/ha)	Custos de monitoramento e manutenção (R\$/ha)
T1	47,49	12,63
T2	23,08	8,71
T3	25,35	15,36
T4	99,45	42,13
T5	96,80	37,70
T6	18,29	10,56
T7	27,67	17,18

Os valores referentes à instalação dos tratamentos são contabilizados apenas uma vez a cada ciclo, enquanto que no monitoramento e manutenção contabiliza-se uma vez a cada cinco anos nos tratamentos T1, T2, T3, T6, e T7. Nos tratamentos T4 e T5,

que possuem plantios de enriquecimento em clareiras, se contabilizou visitas anuais nos primeiros cinco anos após a instalação, pois se trata de um período onde há maior necessidade de acompanhamento e após esse período, se contabilizou essas despesas a cada cinco anos.

Tabela 11 - Custos totais 30 anos após a exploração madeireira do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	Custos por área (R\$/ha)	Custos por volume Francon de madeira colhida (R\$/m³)
T1	123,28	6,49
T2	75,34	3,97
T3	117,54	6,19
T4	478,61	25,19
T5	436,07	22,95
T6	81,74	4,30
T7	130,74	-

Os custos do T1, que consiste de desbaste de liberação clássico, por anelagem, e corte de cipós nas árvores potenciais (espécies atualmente comercializadas) para futura colheita, contabilizou, aos 30 anos após a colheita de madeira, R\$ 123,28 por hectare. Seu custo foi relativamente baixo, quando associado com o número de indivíduos beneficiados e anelados, pois foram beneficiados aproximadamente 7 indivíduos/ha e anelado 1 indivíduo/ha, um número expressivo, quando comparado com os outros sistemas testados.

O T2 (desbaste de liberação modificado, por anelagem, e corte de cipós nas árvores potenciais, ou seja, espécies atualmente comercializadas, para futura colheita) teve o menor custo (R\$ 75,34 por hectare) quando comparado com os demais. Um fato que pode explicar o baixo custo é o número reduzido de indivíduos anelados e beneficiados, ocasionado pelo método utilizado nesse tratamento, que em média chegam a 5 indivíduos beneficiados por hectare e 0,3 indivíduo anelado por hectare.

Segundo Ferreira *et al.* (2001), de acordo com os dados obtidos em tratamentos aplicados no município de Laranjal do Jari, chegou-se a um custo médio do desbaste seletivo de R\$ 24,19/ha, porém, esse valor refere-se apenas ao custo de instalação do tratamento aplicado, portanto, são valores muito próximos ao encontrado nesse trabalho, onde o custo de instalação do tratamento T2 foi de R\$ 23,08/ha, conforme a Tabela 10.

O T3, que consiste de corte de cipós das árvores potenciais (qualquer espécie, independente de ser comercializada ou não) para futura colheita, apesar de ser um

tratamento mais simples, a metodologia utilizada proporciona um número elevado de indivíduos beneficiados. Nesse caso, em média, 9,5 indivíduos foram beneficiados por hectare, chegando ao custo de R\$ 117,54 por hectare.

Ferreira *et al.* (2001), em estudo realizado em 200 hectares, no Campo Experimental da Embrapa, localizado no município de Moju, no Pará, obtiveram um custo de R\$ 4,05 por hectare para o corte de cipós, enquanto que na instalação do tratamento T3, no presente estudo, o custo foi R\$ 25,35/ha (conforme a Tabela 10). A grande diferença de custos entre os estudos pode ser explicada pelo fato de que na pesquisa realizada em Moju, o tratamento foi realizado como uma atividade pré-colheita e, principalmente, a equipe de trabalho foi constituída por apenas dois operários de campo, com baixos salários e, no presente estudo, utilizou-se equipe composta por quatro trabalhadores, incluindo um identificador e um técnico florestal, portanto com salários mais altos.

Outro dado importante observado por Ferreira *et al.* (2001) nos trabalhos realizados no Campo Experimental da Embrapa, em Moju, foi que a diferença entre o custo do corte de cipós de todas as árvores da área e somente das que seriam derrubadas não era significativo, por isso, optaram pelo corte em todas as árvores. Essa pode ser uma informação importante a ser observada no planejamento do corte de cipós como uma atividade de silvicultura pós-colheita, para estimular o crescimento das árvores remanescentes. Entretanto, o impacto ecológico dessa opção deve ser considerado.

O tratamento que apresentou maiores custos foi o T4, que consiste em plantio em clareiras, conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras, e corte de cipós nas árvores potenciais para futura colheita. Neste tratamento (T4), contabilizou-se um custo final de R\$ 478,61/ha, trinta anos após a exploração madeireira, e aplicação das citadas atividades silviculturais.

O enriquecimento de clareiras e condução da regeneração natural são as atividades que apresentam os maiores custos entre todas as atividades utilizadas na pesquisa, devido, principalmente a demanda por equipes maiores, e maior número de visitas sugeridas pelo método, pois é necessário um maior acompanhamento das mudas plantadas e de regeneração natural nos primeiros anos. No caso do T4, além do custo elevado com o enriquecimento, o número de indivíduos beneficiados com o corte de cipós foi relativamente alto, chegando a uma média de 8,4 indivíduos beneficiados por hectare.

Gomes *et al.* (2010), realizando estudo na área do experimento, afirma que, com base na taxa de sobrevivência no período de 11 meses e 16 dias após o plantio, as espécies *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, *Cedrela odorata* L., *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., *Astronium gracile* Engl., *Pouteria bilocularis* (H. Winkl.) Baehni, *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl., *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J. W. Grimes, *Cordia goeldiana* Huber, *Parkia gigantocarpa* Ducke, *Simarouba amara* Aubl., *Sterculia pilosa* Ducke, *Laetia procera* (Poepp) Eich., *Dinizia excelsa* Ducke e *Schefflera morototoni* (Aubl.) Lecne Planch podem ser indicadas para enriquecimento em clareiras formadas pela exploração de impacto reduzido.

O tratamento que se acreditava ser o mais caro era o T5, pois consiste em um conjunto formado pelas atividades do T2 mais as atividades do T4, ou seja, desbaste de liberação por anelagem modificado, e corte de cipós nas árvores potenciais para futura colheita, além do plantio em clareiras e conservação de algumas mudas de regeneração natural de espécies de valor comercial existentes nas clareiras. Porém, apesar do custo final se aproximar do valor encontrado no T4, o seu custo foi inferior, chegando a um custo final de R\$ 436,07/ha.

O fato do T5 contemplar mais atividades não garante o maior custo, pois o número de indivíduos beneficiados e anelados na área foi baixo, quando comparado com os outros tratamentos, assim como no T2 (desbaste de liberação modificado), atingindo uma média de 6,2 indivíduos beneficiados por hectare e apenas 3 indivíduos anelados em toda a área, chegando a uma média de apenas 0,03 indivíduo anelado por hectare.

O número de indivíduos beneficiados, anelados e/ou plantados em cada tratamento representa um dos dados mais relevantes para se estabelecer os custos, pois como a mão-de-obra representa os maiores custos nos sistemas de silvicultura pós-colheita, a produtividade das equipes de trabalho está diretamente relacionada com a atividade realizada e sua intensidade.

Como já foi mencionado, teoricamente, não há custos dos tratamentos T6 e T7, contudo esses valores foram contabilizados para se avaliar os custos da pesquisa. O T6 é formado por parcelas onde ocorreu a colheita de madeira, mas não foram realizadas atividades silviculturais posteriormente, e obteve-se um custo final de R\$ 81,74 por hectare. Já o T7, é constituído por parcelas onde não foi realizada a exploração florestal, com um custo final de R\$ 130,74 por hectare.

Em termos ecológicos, pode-se dizer que T6 e T7 são os tratamentos que causaram menos impacto ao meio ambiente, pois o T6 consistiu apenas da colheita da madeira e no T7 nenhuma atividade silvicultural foi realizada.

Os custos totais dos tratamentos T6 e T7 exemplificam bem a questão da grande representatividade da mão-de-obra e tempo para seleção, instalação e monitoramento e manutenção dos indivíduos no custo final. Pois o elevado custo apresentado por esses dois tratamentos pode ser explicado pelo grande número de indivíduos selecionados para serem avaliados. Em média, 10,2 indivíduos por hectare foram selecionados e avaliados no T6, e 16,8 indivíduos por hectare em média no T7, sendo esses tratamentos os que possuem o maior número de indivíduos avaliados.

4.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de investimento para comprovar a viabilidade econômica dos sistemas testados não foi realizada para os tratamentos T6 e T7, pois os mesmos não receberam tratamentos silviculturais pós-colheita, e serão utilizados apenas como parâmetros silviculturais em outros trabalhos.

Com os custos calculados, obteve-se a receita líquida da empresa com a comercialização da madeira, oriunda de um plano de manejo, utilizando técnicas de impacto reduzido, de acordo com os dados fornecidos pela empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda.

A madeira em tora obtida possui certificação florestal e é comercializada, de um modo geral, por um valor médio de R\$ 190,00 por m³ (volume Francon). O custo para a colheita da madeira da empresa, que realiza exploração de impacto reduzido, é de R\$ 110,00 por m³ (volume Francon), em média (valor que inclui a depreciação da floresta).

Além desse custo, há também despesas com a elaboração do plano de manejo, quando a empresa possui profissionais habilitados para a realização dessas atividades (caso da empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda), como, por exemplo, a confecção de mapas, documentação e realização do inventário florestal. Ou simplesmente, para a contratação de uma empresa florestal terceirizada para realizar essas tarefas. Neste

trabalho, as despesas referentes a essas atividades, serão contabilizadas a um custo médio de R\$ 100,00 por hectare.

Sabendo que a empresa explora, em média, 19 m³ (volume Francon) de madeira por hectare, se chegou à seguinte equação para a definição da receita líquida da empresa por hectare:

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

$$[(190 - 110) \times 19] - 100$$

$$\mathbf{R\$ 1420,00/ha}$$

Sendo: RB = Receita Bruta com a venda da madeira (R\$/m³); CC = Custo com a colheita da madeira (R\$/m³); VC = Volume colhido por hectare (m³/ha); CE = Custo com a elaboração do Plano de Manejo Florestal (R\$/ha).

Sendo assim, a receita líquida gerada com a comercialização da madeira em tora, segundo os dados fornecidos pela empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda é de R\$ 1420,00 por hectare explorado, sendo, então, esse valor utilizado na análise de investimento desse trabalho, para cada ciclo de corte.

Através dos critérios avaliados, todos os sistemas testados são viáveis economicamente ao final do ciclo de produção de 30 anos, e a uma taxa de 12% ao ano. Mesmo para ciclos de corte bem maiores que 30 anos, os resultados garantem a viabilidade econômica da aplicação de tratamentos de silvicultura pós-colheita em áreas de manejo florestal.

Em todos os tratamentos testados, o valor presente líquido (VPL) do projeto de aplicação de sistemas de silvicultura pós-colheita em áreas de exploração madeireira foi superior a zero, ao final do ciclo de produção de 30 anos, e com uma taxa de juros de longo prazo de 12% ao ano. Nas mesmas condições, o valor da relação receita pelo custo (Rb/c) foi superior a um em todos os tratamentos testados.

Isto significa que os projetos apresentam viabilidade econômica, ou seja, todos os sistemas de silvicultura pós-colheita aplicados na área se apresentam viáveis, pois, o fluxo de benefícios é positivo. Portanto, os sistemas devem gerar um retorno superior a 12%, portanto, serão aplicados no melhor uso alternativo.

Sendo assim, alcançando os objetivos silviculturais dos sistemas de silvicultura pós-colheita, e, portanto, ciclos de corte menores que 30 anos, que consistem em menos despesas (menos visitas de monitoramento e manutenção), todos os sistemas testados possuem viabilidade, apresentando ainda, melhores resultados econômicos. Também há

chances de se obter para a próxima colheita, com o mesmo ciclo de corte de 30 anos, um volume igual ou maior ao gerado na primeira colheita.

Tabela 12 - Resultado da análise de investimento 30 anos após a exploração madeireira dos sistemas do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Tratamento	VPL (R\$/ha)	Rb/c (R\$/ha)
T1	1248,86	19,81
T2	1278,10	35,40
T3	1263,43	25,38
T4	1082,70	5,66
T5	1100,19	6,12

O T4 apresentou um VPL de R\$ 1082,70/ha, sendo esse o menor VPL encontrado entre todos os sistemas do projeto. O valor Rb/c também foi o menor encontrado (Rb/c = 5,66). Isso indica que, por ser o tratamento mais dispendioso entre todos os testados e a receita ter sido considerada a mesma para todos os sistemas do presente trabalho, pois se utilizou uma receita líquida média/ha, esse é o sistema que gera menos lucro.

Ainda assim, o T4 apresenta viabilidade econômica a uma taxa de 12% ao ano, pois o fluxo de benefícios é positivo. Isso significa que o projeto deve gerar um retorno superior a 12%.

Analisando diferentes valores de receita líquida, nestas mesmas condições, para o tratamento mais caro entre todos os sistemas testados (T4) ser inviável economicamente, a receita líquida da empresa, deverá ser inferior a R\$ 252,00/ha a cada ciclo de corte.

O T2 apresentou os melhores resultados. Trinta anos após a colheita de madeira, e, conseqüentemente, nova colheita, e considerando a mesma receita para a nova colheita, o VPL calculado do T2 foi de R\$ 1278,10/ha. Já o valor da Rb/c foi de 35,40, portanto para cada R\$ 1,00 aplicado no projeto, ao final ele gera o montante de R\$ 35,40 bruto ou R\$ 34,40 líquido. Esses foram os maiores valores encontrados entre todos os tratamentos testados, confirmando assim, que se trata do tratamento mais rentável economicamente.

Entretanto, os tratamentos T4 e T5 possuem uma peculiaridade em relação aos outros tratamentos testados, pois com o sucesso dos sistemas implantados, o retorno financeiro provavelmente será maior do que nos outros sistemas, assim que as mudas

plantadas e da regeneração natural possuem diâmetro mínimo de corte, além do fato de se considerar o cenário do mercado madeireiro no futuro, onde a escassez de madeira das espécies utilizadas nos plantios é perfeitamente possível. Porém, para a análise de investimento, a receita líquida utilizada foi a mesma para todos os tratamentos, pois algumas espécies provavelmente não obterão as dimensões necessárias para a exploração ao final do ciclo de corte de 30 anos, e ainda não é possível prever o incremento volumétrico gerado pelo enriquecimento das clareiras no período da nova colheita, como por exemplo, as mudas de paricá que, provavelmente, antes dos 30 anos alcançarão diâmetro mínimo de corte. Deste modo, ainda se necessita de mais estudos, para determinar o incremento, o ciclo para colheita dessa espécie, e conseqüentemente, a receita gerada.

Sendo assim, recomendam-se maiores estudos, para determinação do incremento volumétrico da floresta obtido em cada sistema testado, para definição do volume a ser colhido, e a respectiva receita gerada, além da definição do tempo necessário para realização da nova colheita e a capacidade da floresta de se recuperar para outros ciclos de corte.

É conveniente que se verifique em todos os métodos utilizados, a capacidade do projeto enfrentar situações adversas que possam influenciar o fluxo de receita ou o fluxo de custo. Uma redução nos preços da madeira em função de excesso de oferta, o próprio efeito sazonal do comportamento dos preços, um incremento no custo de produção, causado por aumento no preço dos insumos ou da mão-de-obra, impostos, transporte, entre outros, podem tornar o projeto inviável. Por outro lado, a falta de florestas aptas para exploração madeireira no futuro, maior valor da madeira devido à falta do produto no mercado, entre outros fatores, podem aumentar os lucros e o investimento no projeto se tornar mais rentável economicamente.

A floresta também pode gerar outras receitas além da colheita dos fustes, como a exploração de produtos florestais não-madeireiros, crédito de carbono, e comercialização de resíduos lenhosos, conseqüentemente, gerando maiores lucros às empresas florestais. Portanto, reforça a idéia de viabilidade econômica da aplicação de sistemas de silvicultura pós-colheita para garantir que a floresta não perca sua qualidade produtiva, e conseqüentemente um melhor aproveitamento dos recursos florestais, atendendo a demanda por produtos florestais oriundos da Amazônia brasileira, com menos impacto ao meio ambiente.

Braz (2010), em estudo realizado em uma área de floresta no estado do Amazonas, analisou a viabilidade econômica da exploração da floresta manejada visando o próximo ciclo, e considerou todos os custos do manejo florestal, além do custo da aplicação de tratamentos silviculturais e o seu monitoramento no 2º, 8º, 12º e 16º anos. Colhendo, em média, 16 m³/ha, e o preço da madeira posta na indústria de R\$ 86,85/m³, se obteve uma receita de R\$ 1420,65/ha. Com isso, o VPL encontrado foi de R\$ 415,65, a uma taxa de juro de 10% a.a.

O autor ainda menciona que este resultado do VPL pode ser considerado altamente significativo, pois supera todos os investimentos em reflorestamento com Eucalyptus, Acacia e Pinus no Rio Grande do Sul, conforme determinado por Schneider (2006). Além disto, deve-se considerar a importância da floresta na estabilidade do ecossistema, repercussão social e econômica para as comunidades regionais.

Por essa razão, Braz (2010), afirma que os tratamentos silviculturais e o seu monitoramento não inviabilizam o manejo das florestas naturais como costuma ser mencionado.

Pokorny *et al.* (2008) realizaram análises da viabilidade de aplicação de tratamentos silviculturais (liberação de copas, repetido a cada 8 anos para assegurar o efeito do incremento até o final do ciclo), onde o preço de madeira em pé na floresta utilizada no trabalho foi de R\$ 80,00/m³. O incremento volumétrico anual sem tratamento foi de 0,6 m³/ha/ano, já o incremento volumétrico anual com tratamento foi de 1,5 m³/ha/ano. O custo do tratamento de liberação de copas foi de R\$ 50,00/ha, e o custo de monitoramento de R\$ 25,00/ha. Nesse estudo o autor afirma que, com a aplicação de tratamentos, resultaria em um Valor Líquido Atual de R\$ 5,00 maior do que sem a aplicação de tratamentos, utilizando uma taxa de juros de 12% ao ano, e um ciclo de corte de 20 anos. Porém, se o efeito do tratamento sobre o incremento fosse um pouco menor, por exemplo, um aumento até 1,0 m³/ha/ano, o tratamento não valeria a pena. A mesma consequência teria o aumento da taxa de juros com a diminuição do preço da madeira, porque desvalorizaria o valor das receitas depois de 20 anos.

Santana *et al.* (2010), realizando estudos nos pólos madeireiros do Baixo Amazonas e Carajás, confirmam a viabilidade econômica do manejo florestal para a exploração de madeira, valorada aos preços do mercado local de madeira em tora (desconsiderando o aproveitamento dos resíduos da extração madeireira e dos produtos não-madeireiros). Considerando todas as espécies e a extração de 25 m³/ha, em fluxo econômico de trinta anos nas áreas manejadas dos contratos de concessão, gera-se um

valor econômico de R\$ 651,12/ha ou R\$ 21,70/ha/ano. Os autores compararam esses dados com outras atividades, como agricultura e pecuária, indicando que este valor é superior ao gerado pelas atividades que concorrem para o uso alternativo do solo, praticando o corte raso da floresta, como soja (R\$420,00/ha ou R\$ 14,00/ha/ano) e a pecuária extensiva (R\$ 180,00/ha ou R\$ 6,00/ha/ano).

Comparando os valores econômicos do plantio de soja e a pecuária extensiva citados, e considerando apenas os sistemas de silvicultura pós-colheita utilizados neste estudo, todos os sistemas testados apresentam melhores resultados que essas duas atividades, tendo em vista que, o menor valor econômico observado neste estudo foi R\$ 1082,70/ha, ou R\$ 36,09/ha/ano, do tratamento T4.

A aplicação de sistemas de silvicultura pós-colheita também pode apresentar maior rentabilidade do que o reflorestamento, pois, segundo Vale (2010), um reflorestamento com paricá, implantado na microrregião de Paragominas, em uma área de 2534,51 ha, com 625 indivíduos/ha, com fluxo de 28 anos, e uma taxa de juros de 12% ao ano, gera um valor econômico de R\$ 300,79/ha, e uma Rb/c de R\$ 1,02/ha, portanto, inferior aos valores encontrados neste estudo.

Já um Sistema Agroflorestal (SAF) implantado no município de Tomé-Açu, em uma área de 12 ha, utilizando milho, braquiária, pimenta-do-reino, bananeira, cacau, cajá, andiroba e a castanheira (que foi preservada e enriquecida no SAF), com fluxo de 28 anos, e uma taxa de juros de 12% ao ano, gera um valor econômico de R\$ 2401,40/ha, e uma Rb/c de R\$ 1,07/ha (Vale, 2010). Essa atividade apresenta um alto valor econômico, contudo, a relação custo-benefício é muito inferior aos dados encontrados neste estudo, pois, no tratamento T4, que possui a menor Rb/c, se obteve um valor de R\$ 5,66/ha.

A colheita de madeira através de manejo florestal, assim como a aplicação de sistemas de silvicultura pós-colheita, além de serem as alternativas de uso do solo mais eficientes ecologicamente quando comparadas a todos os outros sistemas de produção utilizados na região, por causarem menos danos ambientais, são as alternativas que geram melhores resultados econômicos. Este aspecto é fundamental para a eficácia do manejo florestal na Amazônia brasileira, pois o resultado aponta para um resultado satisfatório, atendendo aos interesses econômicos e sociais, suprindo a demanda do mercado por produtos madeireiros, gerando mais empregos, entre outros, e, conseqüentemente, atendendo também, aos interesses ambientais, através da conservação da floresta.

5 CONCLUSÃO

A análise de investimento indica que todos os sistemas testados são viáveis economicamente, utilizando um ciclo de corte de 30 anos e considerando uma nova colheita de madeira ao final desse ciclo, portanto, com ciclos de corte menores, que consistem em menos despesas, os resultados econômicos serão ainda melhores.

O sistema de silvicultura pós-colheita mais eficiente, comparado aos outros sistemas testados, considerando apenas os aspectos econômicos e a mesma receita para todos os tratamentos, é o T2, que consiste em desbaste de liberação modificado, por anelagem, e corte de cipós nas árvores potenciais.

Após a colheita da madeira, aplicar a silvicultura pós-colheita é a alternativa de uso do solo mais eficiente ecológica e economicamente, quando comparada com outras atividades realizadas na Amazônia brasileira.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. N.; ANGELO, H.; SILVA, C. G. L.; HOEFLICH, V. A. Mercado de madeiras tropicais: Substituicao na demanda de exportacao. Tropical sawnwood market: substitution export demand. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, 2009.

AMARAL, P. H. C.; VERISSIMO, J. A. O.; BARRETO, P. G.; VIDAL, E. J. S. **Floresta para sempre**: um manual para a producao de madeira na Amazonia. Belem: Imazon, 1998. 137 p.

BARBIER, E. B.; BURGESS, J. C.; BISHOP, J. *et al.* **The economics of the tropical timber trade**. London: Earthscan Publications Ltd, 1994. 179 p.

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; Uhl, C. **Custos e beneficios do manejo florestal para producao de madeira na Amazonia Oriental**. Belem: Imazon, 1998. 46 p. (Serie Amazonia, n° 10).

BARROS, P. L. C. de. **Estudos fitossociologicos de uma floresta tropical umida no planalto de Curua-Una, Amzonia brasileira**. 1986. 147 f. Tese (Doutorado em Ciencias Florestais) – Universidade Federal do Parana, Curitiba.

BERTAULT, J. G.; DUPUY, B.; MAITRE, H. F. **La silvicultura para la ordenación sostenible del bosque tropical húmedo**. Unassylva, v. 46, n. 181, p. 3-9, 1995.

BRASIL. **Decreto no 6.063, de 20 de marco de 2007**. Regulamenta, no ambito federal, dispositivos da Lei no 11.284, de 2 de marco de 2006, que dispoe sobre a gestao de florestas publicas para a producao sustentavel, e da outras providencias. Disponivel em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.htm>. Acesso em: 27 de outubro de 2011.

BRASIL. Lei no 11.284, de 2 de marco de 2006. Dispoe sobre a gestao de florestas publicas para a producao sustentavel; institui, na estrutura do Ministerio do Meio Ambiente, o Servico Florestal Brasileiro - SFB; Cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; Altera as Leis nos 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e da outras providencias. **Diario Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasilia, DF, n. 43, p. 1-9, mar. 2006. Secao 1.

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

BRUENIG, E. The tropical rainforest as ecosystem. **Plant Research and Development, Denver**, n. 24, p. 15-30, 1986.

CARVALHO, J. O. P. de. **Anelagem de arvores indesejáveis em floresta tropical densa na Amazonia**. Belem: EMBRAPA-CPATU, 1981. 11 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 22).

CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; SILVA, M. G.; FERREIRA, J. E. R. Ecologia como base para decisões em relação a aplicação de tratamentos silviculturais em florestas naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 7., 2005. **Anais...** Caxambu, SP: SEB, 2005. CD Rom.

CLEARWATER, M. J.; NIFINLURI, T.; VAN GARDINGEN, P. R. Growth response of wild Shorea seedlings to high light intensity. In: **Management of secondary and Logged-over forest in Indonesia**. Selected proceedings of an International Workshop. Sist, P., Sabogal, C. e Byron, CIFOR, 1999.

DAWKINS, H. C.; PHILIP, M. S. Tropical moist forest silviculture and management: a history of success and failure. **CAB International Press**, 1998. 359 p.

DE GRAAF, N. R. A. **Silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname**. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University, 1986, 247p.

DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO EXTERIOR - DECEX. **Desempenho das exportações de madeira do estado do Pará em 2011**. Disponível em: <<http://simaspa.org.br>>. Acesso em: 25 out. 2011.

ENGEL, V. L.; FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. de. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Serie tecnica IPEF**. v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FERREIRA, C. A. P. Aspectos econômicos do setor madeireiro da microrregião de Paragominas, estado do Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. ; YARED, J. A. G. (Ed.). **A silvicultura na Amazonia Oriental**: contribuições do projeto Embrapa/DFID. Belem: Embrapa Amazonia Oriental/DFID, 2001. p. 291-308.

FERREIRA, C. A. P.; CARVALHO, R. A.; COSTA, D. H. M.; SILVA, S. M. A. Custos operacionais associados ao Manejo Florestal: Experiencias do Tapajos, Jari e Moju. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. G. (Ed.) **A silvicultura na Amazonia Oriental: contribuicoes do projeto Embrapa/DFID**. Belem: Embrapa Amazonia Oriental/DFID, 2001. p. 291-308.

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 Amazonia brasileira: situacao atual e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 20 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 37).

GAMA, J. R. V. **Manejo florestal em faixas alternadas para floresta ombrofila aberta no municipio de Codo, Estado do Maranhao**. Vicosa: UFV, 2005. 126 f.

GARRIDO FILHA, I. Manejo florestal: questoes economico-financeiras e ambientais. **Estudos Avancados**, v. 16, n. 45, 2002.

GERWING, J.; VIDAL, E. Manejo de cipos na Amazonia. **Ciencia hoje**, v. 37. n. 220. p. 66 – 69, 2005.

GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, M. G.; NOBRE, D. N. V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivencia de especies arboreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no municipio de Paragominas na Amazonia brasileira. **Acta Amaz.**, 2010, v.40, n.1, p. 171-178.

GOMEZ-POMPA, A.; BURLEY, F. W. The management of natural tropical forest. In: GOMEZ-POMPA, A., Whitmore, T. C. e Hadley, M. (ed.). **Rain forest regeneration and management**. 1991. (Man and the Biosphere Series, 6).

GRACA, L. R.; RODIGHERI, H. R.; CONTO, A. J. **Custos florestais de producao: conceituacao e aplicacao**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 50).

GROGAN, J., LANDIS, M. L., ASHTON, M. S.; GALVAO, J. Growth response by big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) advance seedling regeneration to overhead canopy release in southeast Para, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 204, p. 399-412, 2005.

HIGUCHI, N. Utilizacao e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais umidas. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3-4, p. 275- 288, 1994.

JARDIM, F. C. S. **Comportamento da regeneracao natural de especies arboreas em diferentes intensidades de desbastes por anelamento na regio de Manaus – AM**. 1995. 169 f. Tese (Doutorado em Ciencias Florestais), Universidade Federal de Vicosa, Minas Gerais, 1995.

JARDIM, F. C. S.; SANTOS, S.; COIC, A. Efeitos do anelamento de especies indesejaveis sobre a regeneracao natural de especies comerciais. In: **Atelier sur l'amenagement et la conservation de l'ecosysteme forestier tropical umide**. Cayenne: Actes, 1990, (Etudes de cas, 32).

JARDIM, F. C. S., SOUZA, A. L., BARROS, N. F., SILVA, A. F., MACHADO, C. C., SILVA, E. Tecnica de abertura do dossel por anelamento de arvores na estacao experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus-AM. **Boletim da Fcap.**, v. 25, p. 91 - 104, 1996.

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.

KLASSEN, A. W. Impediments to the adoption of reduced impact logging in the Indonesian corporate sector. In: ENTERS, T.; DURST, P. B.; APPLGATE, G. B.; KHO, P. C. S.; MAN, G. (Ed.). **Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management**. International Conference Proceedings. Malaysia Thailand: FAO, 2002.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos tropicos: ecossistemas florestais e respectivas especies arboreas**: possibilidades e metodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: Detsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) Gmbh, 1990. 343 p.

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

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. **Fatos florestais da Amazonia 2005**. Belem: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazonia, 2005. 142 p.

LENTINI, M.; VERISSIMO, A.; SOBRAL, L. **Fatos florestais da Amazonia 2003**. Belem: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazonia, 2003. 110 p.

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

MACKINNON, J.; MACKINNON, K.; CHILD, G.; THORSELL, J. **Managing protected areas in the tropics**. Norwich: Page Bros, 1992. 295 p.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Estatísticas do comércio exterior – DEPLA**, 2010. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br//sitio/interna/index.php?area=5>>. Acesso em: 02 jun. 2011.

MUNIZ, A. L. V. et al. Dinâmica de floresta secundária com e sem tratamento silvicultural para fins de manejo no nordeste paraense. **Amazonia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 2007.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 hectares na floresta nacional do Tapajós, Belterra, Para. **Scientia Forestalis** n. 69, p. 62-76, dez. 2005.

PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T. S.; LICONA, J. C. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v. 181, p. 313-322, 2003.

PELAEZ, E. J. J. Una revisión crítica del método mexicano de ordenación de bosques desde el punto de vista de la ecología de poblaciones. **Ciencia Forestal**, v. 10, n. 58, p. 3-15, 1985.

PEREIRA, D. et al. **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), 2010. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br>>. Acesso em: 28 mar. 2011.

PINARD, M. A., PUTZ, F. E., RUMIZ, D., GUZMAN, R.; JARDIM, A. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forest in Lomerio, Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v. 113, p. 201-213, 1999.

PINHO, G. S. C.; FIEDLER, N. C.; LISBOA, C. D. J.; REZENDE, A. V.; MARTINS, I. S. Efeito de diferentes métodos de corte de cipos na produção de madeira em tora na floresta nacional do Tapajós. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 179- 192, 2004.

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

POKORNY, B.; PALHETA, C.; STEINBRENNER, M. **Custos de operacoes florestais: nocoos e conceitos**. Elaborado no ambito do projeto bom manejo financiado pelo OIMT e coordenado pela EMBRAPA Amazonia Oriental em colaboracao com o Cifor, 2008. 73p.

POORE, D. et al. **No timber without trees: Sustainability in the tropical forests**. London: Earthscan, 1989.

PROGRAMA NACIONAL DE FLORESTAS. 2004. **O governo promovendo o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://www.reflorestar.com.br/pnf.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2011.

RIBEIRO, M.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de silvicultura tropical**. Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de agronomia e engenharia Florestal: Departamento de engenharia Florestal.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterizacao e classificacao dos solos do municipio de Paragominas, Estado do Para**. Belem: Embrapa Amazonia Oriental, 2003. 51 p. (Documentos, 162).

ROTTA, G. W.; MICOL, L.; SANTOS, N. B. **Manejo sustentavel no portal da Amazonia um beneficio economico, social e ambiental**. Alta Floresta: Imazon, 2006. 24 p.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J. O. P. **Silvicultura na Amazonia brasileira: avaliacao de experiencias e recomendacoes para implementacao e melhoria dos sistemas**. Belem: CIFOR, 2006a. 190 p.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; ZWEEDE, J.; VERISSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo florestal empresarial na Amazonia brasileira**. Belem: Cifor, 2006b. 72 p.

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes tecnicas de manejo para a producao madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazonia brasileira**. Belem, Para: Embrapa Amazonia Oriental, 2009. 217 p.

SANDEL, M. P.; CARVALHO, J. O. P. Anelagem de arvores como tratamento silvicultural em florestas naturais da Amazonia brasileira. **Revista de Ciencias Agrarias**, 2000, n. 33, p. 9-32.

SANTANA, A. C. et al. (Coord.) **Caracterizacao do mercado de produtos florestais madeireiros e nao-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns**: relatorio final. Belem, Funpea, 2008. 132 p.

SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegocio e desenvolvimento local**. Belem: GTZ; TUD; UFRA, 2005. 197 p. (Serie Academica, 01).

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, C. M. **Preco da madeira em pe, valor economico e mercado de madeira nos contratos de transicao do estado do Para**: relatorio de pesquisa. Belem: FUNPEA, 2010.

SARAIVA, C. L. M. **Desenvolvimento de um metodo de manejo de mata natural, pela utilizacao da distribuicao de diametro**.1988. 105 f. Tese (Mestrado em Ciencia Florestal) – Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, 1988.

SCHNEIDER, R.; ARIMA, E.; VERISSIMO, A.; BARRETO, P.; SOUZA JUNIOR, C. **Amazonia sustentavel**: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural. Brasilia: Imazon; Banco Mundial, 2000. 77 p.

SCHNEIDER, P. R. **Rentabilidade e investimento florestal**. Santa Maria: FACOS/UFSM, 2006. 153 p.

SILVA, J. N. M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. 1989. 325f. Tese (Doctor of Philosophy) - Oxford University, 1989.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. Embrapa Amazonia Oriental (Belem, PA) - 3 ed., ver. e aum.- Brasilia: Embrapa Informação Tecnologica. 2001.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. 2005. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos). No prelo.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Minas Gerais: UFV, 2005. 178 p.

SINDICATO DAS INDUSTRIAS MADEIREIRAS DO SUDOESTE DO PARA – SIMASPA. **Exportacoes de madeiras do estado do Para.** Disponível em: <<http://simaspa.org.br>>. Acesso em: 23 out. 2011.

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

SOUZA, A. L. P. **Desenvolvimento sustentável, manejo florestal e o uso dos recursos madeireiros na Amazônia: desafios, possibilidades e limites.** Belém: UFPA/NAEA, 2002. 255 p.

SOUZA, A. L., SCHETTINO, S.; JESUS, R. M. Natural regeneration dynamics of a secondary dense ombrophylous forest, after vine cutting at Vale do Rio Doce S.A. Natural Reserve in Espirito Santo, Brazil. **Revista Arvore**, v. 26, n.4, p. 411-419, 2002.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; SILVA, M. L.; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte economico otimo em floresta ombrofila densa de terra firme sob manejo florestal sustentavel, Amazonia Oriental. **Revista Arvore**, Vicosa, MG, v. 28, n. 5, p. 681-689, 2004.

VALE, F. A. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção florestal no Estado do Para.** Dissertacao (Mestrado em Ciencias Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazonia, Belem, 2010.

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

VENTUROLI, Fabio. **Manejo de floresta estacional semidecidua secundaria em Pirenopolis, Goias.** 2008. 203 f. Tese (Doutorado em Ciencias Florestais)-Universidade de Brasilia, Brasilia, 2008.

VIDAL, E.; JOHNS, J.; GERWING, J.J.; BARRETO, P.; UHL, C. Vine management for reduced impact logging in eastern Amazonia. **Forest ecology and management**, n. 98, p. 105-114, 1997.

VIANA, V. M., MAY, P., LAGO, L., DUBOIS, O.; GRIEG-GRAN, M. **Instrumentos para o manejo sustentavel do setor florestal privado no Brasil: uma analise das necessidades, desafios e oportunidades para o manejo de florestas naturais e plantacoes florestais de pequena escala.** Londres: International Institute for

Environmental and Development, 2002. (Serie Instruments for sustainable private sector forestry: Instrumentos para um Setor Florestal Privado Sustentavel).

WADSWORTH, F.H. 1997. **Forest production for Tropical America. Agricultural handbook.** Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, USA. 603 pp.

WADSWORTH, F. H.; ZWEEDE, J. C. Liberation: acceptable production of tropical forest timber. **Forest Ecology and Management**, v. 233, p. 45-51, 2006.

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

YARED, J. A. G.; COUTO, L.; LEITE, H. G. Composicao floristica de florestas secundaria e primaria, sob efeito de diferentes sistemas silviculturais, na Amazonia Oriental. **Revista Arvore**, Vicosa – MG, v. 22, n. 4, p. 463 – 474, 1998.

7 APÊNDICES

Apêndice A. Fluxo de caixa das atividades de aplicação de tratamentos silviculturais - Tratamento T1, para um ciclo de corte de 30 anos, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Ano	Fluxo Nominal				fa 12 %	Fluxo Atualizado		
	Referência	Receita	Custo	BNL		Receita	Custo	BLA
2004	1	1420,00	47,49	1372,5119	0,8929	1267,86	42,40	1225,46
2005	2	0,00	12,63	-12,6314	0,7972	0,00	10,07	-10,07
2006	3	0,00	0,00	0,0000	0,7118	0,00	0,00	0,00
2007	4	0,00	0,00	0,0000	0,6355	0,00	0,00	0,00
2008	5	0,00	0,00	0,0000	0,5674	0,00	0,00	0,00
2009	6	0,00	12,63	-12,6314	0,5066	0,00	6,40	-6,40
2010	7	0,00	0,00	0,0000	0,4523	0,00	0,00	0,00
2011	8	0,00	0,00	0,0000	0,4039	0,00	0,00	0,00
2012	9	0,00	0,00	0,0000	0,3606	0,00	0,00	0,00
2013	10	0,00	0,00	0,0000	0,3220	0,00	0,00	0,00
2014	11	0,00	12,63	-12,6314	0,2875	0,00	3,63	-3,63
2015	12	0,00	0,00	0,0000	0,2567	0,00	0,00	0,00
2016	13	0,00	0,00	0,0000	0,2292	0,00	0,00	0,00
2017	14	0,00	0,00	0,0000	0,2046	0,00	0,00	0,00
2018	15	0,00	0,00	0,0000	0,1827	0,00	0,00	0,00
2019	16	0,00	12,63	-12,6314	0,1631	0,00	2,06	-2,06
2020	17	0,00	0,00	0,0000	0,1456	0,00	0,00	0,00
2021	18	0,00	0,00	0,0000	0,1300	0,00	0,00	0,00
2022	19	0,00	0,00	0,0000	0,1161	0,00	0,00	0,00
2023	20	0,00	0,00	0,0000	0,1037	0,00	0,00	0,00
2024	21	0,00	12,63	-12,6314	0,0926	0,00	1,17	-1,17
2025	22	0,00	0,00	0,0000	0,0826	0,00	0,00	0,00
2026	23	0,00	0,00	0,0000	0,0738	0,00	0,00	0,00
2027	24	0,00	0,00	0,0000	0,0659	0,00	0,00	0,00
2028	25	0,00	0,00	0,0000	0,0588	0,00	0,00	0,00
2029	26	0,00	12,63	-12,6314	0,0525	0,00	0,66	-0,66
2030	27	0,00	0,00	0,0000	0,0469	0,00	0,00	0,00
2031	28	0,00	0,00	0,0000	0,0419	0,00	0,00	0,00
2032	29	0,00	0,00	0,0000	0,0374	0,00	0,00	0,00
2033	30	1420,00	0,00	1420,0000	0,0334	47,40	0,00	47,40
		2840,00	123,28	2716,72		1315,25	66,39	1248,86

VPL	1248,86	VPL > 0: indica viabilidade do projeto de investimento
R.b/c	19,81	Rb/c > 1: indica viabilidade do projeto de investimento

BNL = Benefício Nominal Líquido; fa = Fator de atualização; BLA = Benefício Líquido Atualizado

Apêndice B. Fluxo de caixa das atividades de aplicação de tratamentos silviculturais - Tratamento T2, para um ciclo de corte de 30 anos, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Ano	Referência	Fluxo Nominal			fa 12 %	Fluxo Atualizado		
		Receita	Custo	BNL		Receita	Custo	BLA
2004	1	1420,00	23,08	1396,9220	0,8929	1267,86	20,61	1247,25
2005	2	0,00	8,71	-8,7110	0,7972	0,00	6,94	-6,94
2006	3	0,00	0,00	0,0000	0,7118	0,00	0,00	0,00
2007	4	0,00	0,00	0,0000	0,6355	0,00	0,00	0,00
2008	5	0,00	0,00	0,0000	0,5674	0,00	0,00	0,00
2009	6	0,00	8,71	-8,7110	0,5066	0,00	4,41	-4,41
2010	7	0,00	0,00	0,0000	0,4523	0,00	0,00	0,00
2011	8	0,00	0,00	0,0000	0,4039	0,00	0,00	0,00
2012	9	0,00	0,00	0,0000	0,3606	0,00	0,00	0,00
2013	10	0,00	0,00	0,0000	0,3220	0,00	0,00	0,00
2014	11	0,00	8,71	-8,7110	0,2875	0,00	2,50	-2,50
2015	12	0,00	0,00	0,0000	0,2567	0,00	0,00	0,00
2016	13	0,00	0,00	0,0000	0,2292	0,00	0,00	0,00
2017	14	0,00	0,00	0,0000	0,2046	0,00	0,00	0,00
2018	15	0,00	0,00	0,0000	0,1827	0,00	0,00	0,00
2019	16	0,00	8,71	-8,7110	0,1631	0,00	1,42	-1,42
2020	17	0,00	0,00	0,0000	0,1456	0,00	0,00	0,00
2021	18	0,00	0,00	0,0000	0,1300	0,00	0,00	0,00
2022	19	0,00	0,00	0,0000	0,1161	0,00	0,00	0,00
2023	20	0,00	0,00	0,0000	0,1037	0,00	0,00	0,00
2024	21	0,00	8,71	-8,7110	0,0926	0,00	0,81	-0,81
2025	22	0,00	0,00	0,0000	0,0826	0,00	0,00	0,00
2026	23	0,00	0,00	0,0000	0,0738	0,00	0,00	0,00
2027	24	0,00	0,00	0,0000	0,0659	0,00	0,00	0,00
2028	25	0,00	0,00	0,0000	0,0588	0,00	0,00	0,00
2029	26	0,00	8,71	-8,7110	0,0525	0,00	0,46	-0,46
2030	27	0,00	0,00	0,0000	0,0469	0,00	0,00	0,00
2031	28	0,00	0,00	0,0000	0,0419	0,00	0,00	0,00
2032	29	0,00	0,00	0,0000	0,0374	0,00	0,00	0,00
2033	30	1420,00	0,00	1420,0000	0,0334	47,40	0,00	47,40
		2840,00	75,34	2764,66		1315,25	37,15	1278,10

VPL	1278,10	VPL > 0: indica viabilidade do projeto de investimento
R.b/c	35,40	Rb/c > 1: indica viabilidade do projeto de investimento

BNL = Benefício Nominal Líquido; fa = Fator de atualização; BLA = Benefício Líquido Atualizado

Apêndice C. Fluxo de caixa das atividades de aplicação de tratamentos silviculturais - Tratamento T3, para um ciclo de corte de 30 anos, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Ano	Fluxo Nominal				fa 12 %	Fluxo Atualizado		
	Referência	Receita	Custo	BNL		Receita	Custo	BLA
2004	1	1420,00	25,35	1394,6464	0,8929	1267,86	22,64	1245,22
2005	2	0,00	15,36	-15,3646	0,7972	0,00	12,25	-12,25
2006	3	0,00	0,00	0,0000	0,7118	0,00	0,00	0,00
2007	4	0,00	0,00	0,0000	0,6355	0,00	0,00	0,00
2008	5	0,00	0,00	0,0000	0,5674	0,00	0,00	0,00
2009	6	0,00	15,36	-15,3646	0,5066	0,00	7,78	-7,78
2010	7	0,00	0,00	0,0000	0,4523	0,00	0,00	0,00
2011	8	0,00	0,00	0,0000	0,4039	0,00	0,00	0,00
2012	9	0,00	0,00	0,0000	0,3606	0,00	0,00	0,00
2013	10	0,00	0,00	0,0000	0,3220	0,00	0,00	0,00
2014	11	0,00	15,36	-15,3646	0,2875	0,00	4,42	-4,42
2015	12	0,00	0,00	0,0000	0,2567	0,00	0,00	0,00
2016	13	0,00	0,00	0,0000	0,2292	0,00	0,00	0,00
2017	14	0,00	0,00	0,0000	0,2046	0,00	0,00	0,00
2018	15	0,00	0,00	0,0000	0,1827	0,00	0,00	0,00
2019	16	0,00	15,36	-15,3646	0,1631	0,00	2,51	-2,51
2020	17	0,00	0,00	0,0000	0,1456	0,00	0,00	0,00
2021	18	0,00	0,00	0,0000	0,1300	0,00	0,00	0,00
2022	19	0,00	0,00	0,0000	0,1161	0,00	0,00	0,00
2023	20	0,00	0,00	0,0000	0,1037	0,00	0,00	0,00
2024	21	0,00	15,36	-15,3646	0,0926	0,00	1,42	-1,42
2025	22	0,00	0,00	0,0000	0,0826	0,00	0,00	0,00
2026	23	0,00	0,00	0,0000	0,0738	0,00	0,00	0,00
2027	24	0,00	0,00	0,0000	0,0659	0,00	0,00	0,00
2028	25	0,00	0,00	0,0000	0,0588	0,00	0,00	0,00
2029	26	0,00	15,36	-15,3646	0,0525	0,00	0,81	-0,81
2030	27	0,00	0,00	0,0000	0,0469	0,00	0,00	0,00
2031	28	0,00	0,00	0,0000	0,0419	0,00	0,00	0,00
2032	29	0,00	0,00	0,0000	0,0374	0,00	0,00	0,00
2033	30	1420,00	0,00	1420,0000	0,0334	47,40	0,00	47,40
		2840,00	117,54	2722,46		1315,25	51,82	1263,43

VPL	1263,43	VPL > 0: indica viabilidade do projeto de investimento
R.b/c	25,38	Rb/c > 1: indica viabilidade do projeto de investimento

BNL = Benefício Nominal Líquido; fa = Fator de atualização; BLA = Benefício Líquido Atualizado

Apêndice D. Fluxo de caixa das atividades de aplicação de tratamentos silviculturais - Tratamento T4, para um ciclo de corte de 30 anos, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Ano	Fluxo Nominal				fa 12 %	Fluxo Atualizado		
	Referência	Receita	Custo	BNL		Receita	Custo	BLA
2004	1	1420,00	99,45	1320,5522	0,8929	1267,86	88,79	1179,06
2005	2	0,00	42,13	-42,1294	0,7972	0,00	33,59	-33,59
2006	3	0,00	42,13	-42,1294	0,7118	0,00	29,99	-29,99
2007	4	0,00	42,13	-42,1294	0,6355	0,00	26,77	-26,77
2008	5	0,00	42,13	-42,1294	0,5674	0,00	23,91	-23,91
2009	6	0,00	0,00	0,0000	0,5066	0,00	0,00	0,00
2010	7	0,00	0,00	0,0000	0,4523	0,00	0,00	0,00
2011	8	0,00	0,00	0,0000	0,4039	0,00	0,00	0,00
2012	9	0,00	0,00	0,0000	0,3606	0,00	0,00	0,00
2013	10	0,00	42,13	-42,1294	0,3220	0,00	13,56	-13,56
2014	11	0,00	0,00	0,0000	0,2875	0,00	0,00	0,00
2015	12	0,00	0,00	0,0000	0,2567	0,00	0,00	0,00
2016	13	0,00	0,00	0,0000	0,2292	0,00	0,00	0,00
2017	14	0,00	0,00	0,0000	0,2046	0,00	0,00	0,00
2018	15	0,00	42,13	-42,1294	0,1827	0,00	7,70	-7,70
2019	16	0,00	0,00	0,0000	0,1631	0,00	0,00	0,00
2020	17	0,00	0,00	0,0000	0,1456	0,00	0,00	0,00
2021	18	0,00	0,00	0,0000	0,1300	0,00	0,00	0,00
2022	19	0,00	0,00	0,0000	0,1161	0,00	0,00	0,00
2023	20	0,00	42,13	-42,1294	0,1037	0,00	4,37	-4,37
2024	21	0,00	0,00	0,0000	0,0926	0,00	0,00	0,00
2025	22	0,00	0,00	0,0000	0,0826	0,00	0,00	0,00
2026	23	0,00	0,00	0,0000	0,0738	0,00	0,00	0,00
2027	24	0,00	0,00	0,0000	0,0659	0,00	0,00	0,00
2028	25	0,00	42,13	-42,1294	0,0588	0,00	2,48	-2,48
2029	26	0,00	0,00	0,0000	0,0525	0,00	0,00	0,00
2030	27	0,00	0,00	0,0000	0,0469	0,00	0,00	0,00
2031	28	0,00	0,00	0,0000	0,0419	0,00	0,00	0,00
2032	29	0,00	0,00	0,0000	0,0374	0,00	0,00	0,00
2033	30	1420,00	42,13	1377,8706	0,0334	47,40	1,41	45,99
		2840,00	478,61	2361,39		1315,25	232,56	1082,70

VPL	1082,70	VPL > 0: indica viabilidade do projeto de investimento
R.b/c	5,66	Rb/c > 1: indica viabilidade do projeto de investimento

BNL = Benefício Nominal Líquido; fa = Fator de atualização; BLA = Benefício Líquido Atualizado

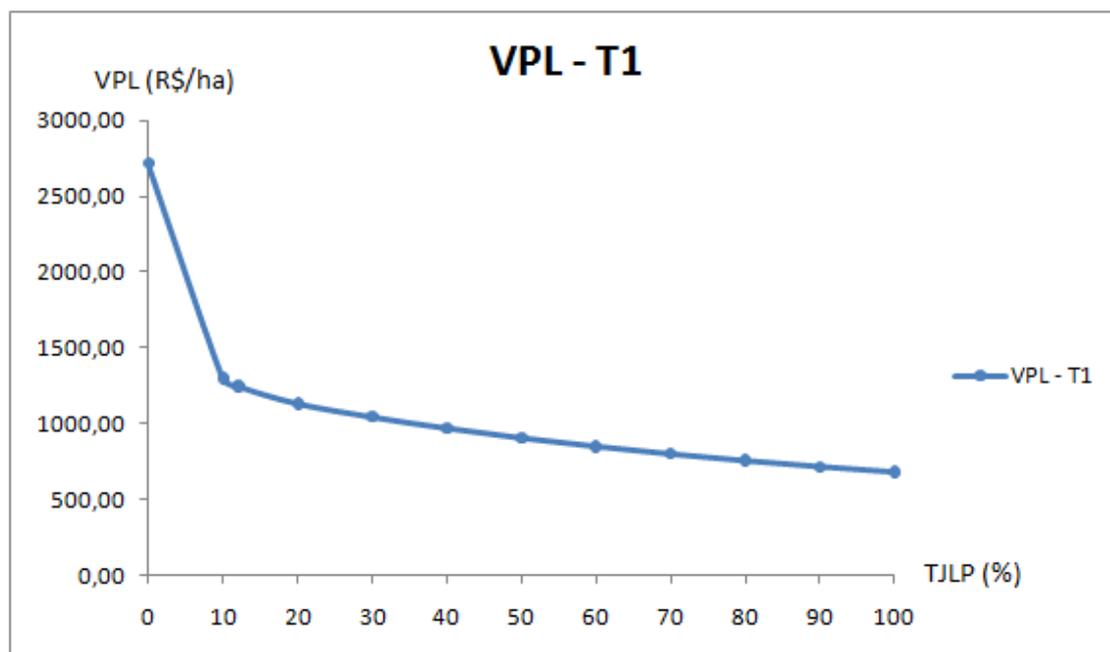
Apêndice E. Fluxo de caixa das atividades de aplicação de tratamentos silviculturais - Tratamento T5, para um ciclo de corte de 30 anos, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

Ano	Fluxo Nominal				fa 12 %	Fluxo Atualizado		
	Referência	Receita	Custo	BNL		Receita	Custo	BLA
2004	1	1420,00	96,80	1323,2019	0,8929	1267,86	86,43	1181,43
2005	2	0,00	37,70	-37,6969	0,7972	0,00	30,05	-30,05
2006	3	0,00	37,70	-37,6969	0,7118	0,00	26,83	-26,83
2007	4	0,00	37,70	-37,6969	0,6355	0,00	23,96	-23,96
2008	5	0,00	37,70	-37,6969	0,5674	0,00	21,39	-21,39
2009	6	0,00	0,00	0,0000	0,5066	0,00	0,00	0,00
2010	7	0,00	0,00	0,0000	0,4523	0,00	0,00	0,00
2011	8	0,00	0,00	0,0000	0,4039	0,00	0,00	0,00
2012	9	0,00	0,00	0,0000	0,3606	0,00	0,00	0,00
2013	10	0,00	37,70	-37,6969	0,3220	0,00	12,14	-12,14
2014	11	0,00	0,00	0,0000	0,2875	0,00	0,00	0,00
2015	12	0,00	0,00	0,0000	0,2567	0,00	0,00	0,00
2016	13	0,00	0,00	0,0000	0,2292	0,00	0,00	0,00
2017	14	0,00	0,00	0,0000	0,2046	0,00	0,00	0,00
2018	15	0,00	37,70	-37,6969	0,1827	0,00	6,89	-6,89
2019	16	0,00	0,00	0,0000	0,1631	0,00	0,00	0,00
2020	17	0,00	0,00	0,0000	0,1456	0,00	0,00	0,00
2021	18	0,00	0,00	0,0000	0,1300	0,00	0,00	0,00
2022	19	0,00	0,00	0,0000	0,1161	0,00	0,00	0,00
2023	20	0,00	37,70	-37,6969	0,1037	0,00	3,91	-3,91
2024	21	0,00	0,00	0,0000	0,0926	0,00	0,00	0,00
2025	22	0,00	0,00	0,0000	0,0826	0,00	0,00	0,00
2026	23	0,00	0,00	0,0000	0,0738	0,00	0,00	0,00
2027	24	0,00	0,00	0,0000	0,0659	0,00	0,00	0,00
2028	25	0,00	37,70	-37,6969	0,0588	0,00	2,22	-2,22
2029	26	0,00	0,00	0,0000	0,0525	0,00	0,00	0,00
2030	27	0,00	0,00	0,0000	0,0469	0,00	0,00	0,00
2031	28	0,00	0,00	0,0000	0,0419	0,00	0,00	0,00
2032	29	0,00	0,00	0,0000	0,0374	0,00	0,00	0,00
2033	30	1420,00	37,70	1382,3031	0,0334	47,40	1,26	46,14
		2840,00	436,07	2403,93		1315,25	215,07	1100,19

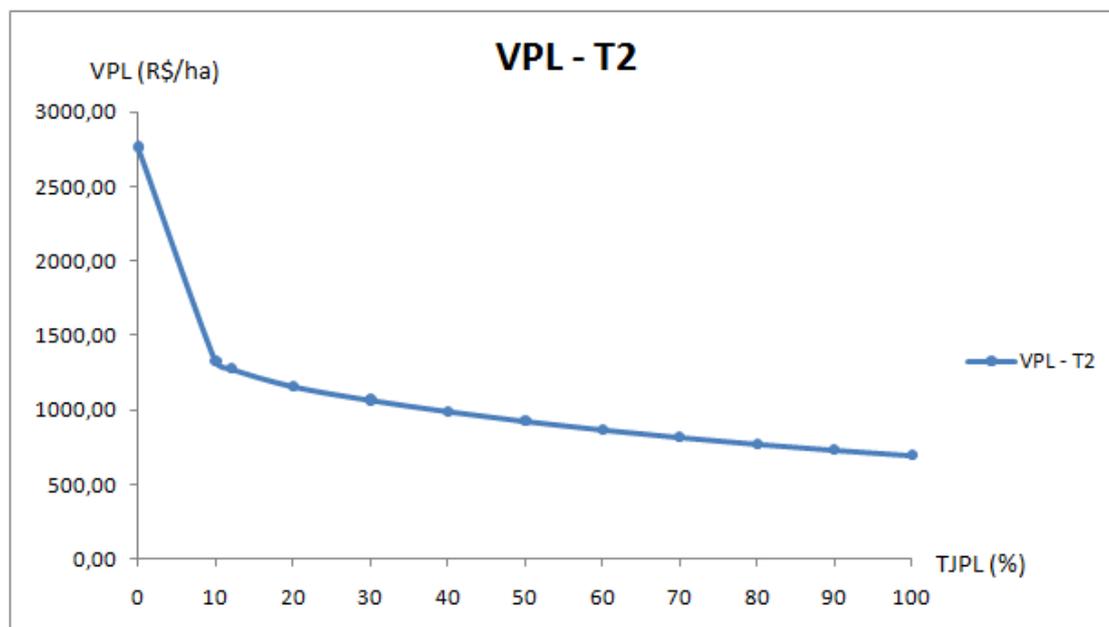
VPL	1100,19	VPL > 0: indica viabilidade do projeto de investimento
R.b/c	6,12	Rb/c > 1: indica viabilidade do projeto de investimento

BNL = Benefício Nominal Líquido; fa = Fator de atualização; BLA = Benefício Líquido Atualizado

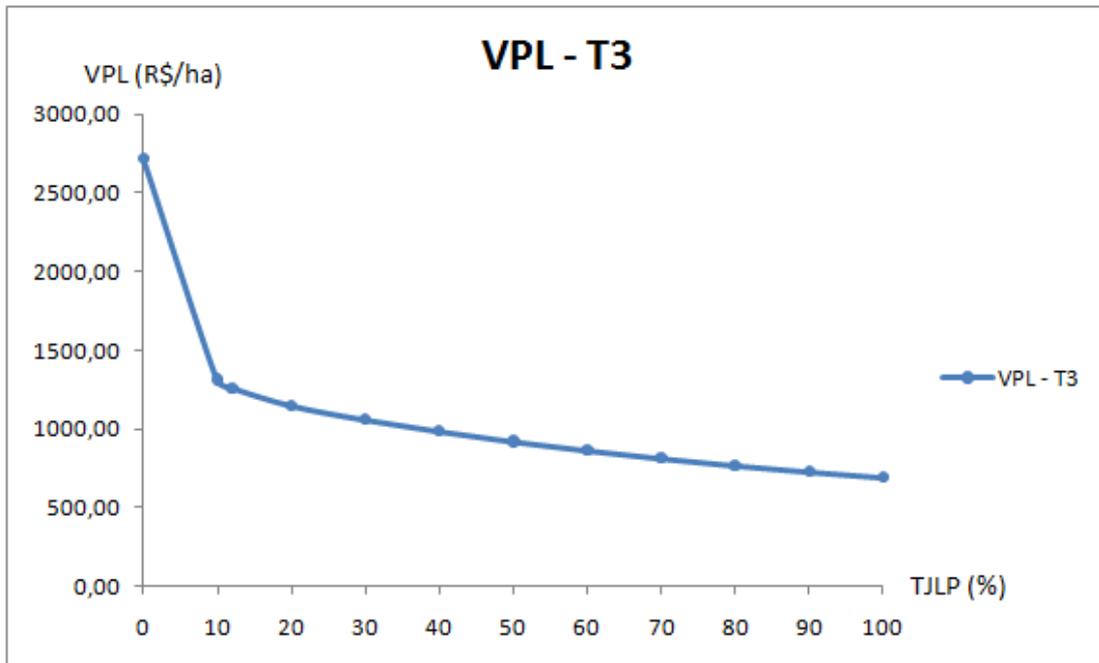
Apêndice F. Comportamento do Valor Presente Líquido do tratamento T1 a diferentes taxas de juros, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.



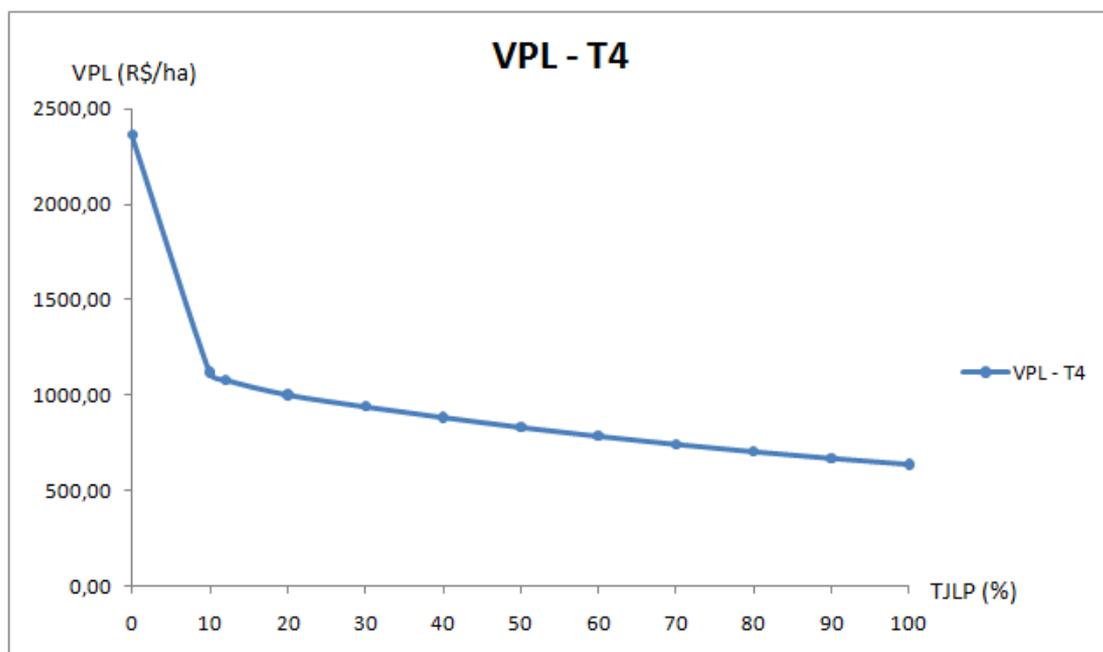
Apêndice G. Comportamento do Valor Presente Líquido do tratamento T2 a diferentes taxas de juros, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.



Apêndice H. Comportamento do Valor Presente Líquido do tratamento T3 a diferentes taxas de juros, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.



Apêndice I. Comportamento do Valor Presente Líquido do tratamento T4 a diferentes taxas de juros, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.



Apêndice J. Comportamento do Valor Presente Líquido do tratamento T5 a diferentes taxas de juros, do Projeto Silvicultura Pós-colheita na Amazônia brasileira (UFRA - Embrapa - Cikel - CNPq), na Fazenda Rio Capim, Paragominas – PA.

