



**ANÁLISE ECONÔMICA DA CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA
ORIUNDA DE PLANO DE MANEJO FLORESTAL
ESTUDO DE CASO**

ADEMAR TAKEO MATSUNAGA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA
ORIUNDA DE PLANO DE MANEJO FLORESTAL
ESTUDO DE CASO**

ADEMAR TAKEO MATSUNAGA

ORIENTADOR: PROF. HUMBERTO ANGELO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PUBLICAÇÃO: EFLM 061/05

BRASÍLIA / DF: JUNHO / 2005

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

ADEMAR TAKEO MATSUNAGA

**ANÁLISE ECONÔMICA DA CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA
ORIUNDA DE PLANO DE MANEJO FLORESTAL
ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre.

APROVADA POR:

**HUMBERTO ANGELO, DOUTOR (UnB)
(ORIENTADOR)**

**FLÁVIO BORGES BOTELHO FILHO, DOUTOR (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**VERSIDES SEBASTIÃO DE MORAES E SILVA, DOUTOR (UFMT)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA / DF, 22 DE JUNHO DE 2005.

FICHA CATALOGRÁFICA

MATSUNAGA, ADEMAR TAKEO.

Análise Econômica da Cadeia Produtiva da Madeira Oriunda de Plano de Manejo Florestal: Estudo de Caso.

Xii, 66 p., 297 mm (EFL / FT / UnB, Mestre, Ciências Florestais, 2001)

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal.

1 – ECONOMIA FLORESTAL 2 – MANEJO FLORESTAL

I – EFL / FT / UnB

II – Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATSUNAGA, A. T. (2005). Análise Econômica da Cadeia Produtiva da Madeira Oriunda de Plano de Manejo Florestal: Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado, Publicação EFLM/61, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 66 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: ADEMAR TAKEO MATSUNAGA*

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Análise Econômica da Cadeia Produtiva da Madeira Oriunda de Plano de Manejo Florestal: Estudo de Caso

GRAU / ANO: Mestre / 2005

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Aos meus pais

Yukiyo Matsunaga e Akiko Matsunaga

Às minhas filhas

Priscilla Sayuri Matsunaga Ramos

Patrícia Mayumi Matsunaga Ramos

Letícia Harumi Matsunaga Ramos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor manifesta seus sinceros agradecimentos ao orientador, professor Dr. Humberto Angelo, pelos ensinamentos, estímulo e apoio à viabilização desta dissertação e

Ao professor Dr. Jorge Madeira Nogueira, do Departamento de Economia da UnB, por facilitar o aprendizado na área de economia;

Ao amigo João Carlos Malinski, proprietário do plano de manejo florestal sustentável em estudo, pela especial permissão e colaboração em disponibilizar os dados e informações específicas, e pela hospitalidade, simpatia e empenho para a realização deste trabalho;

Aos amigos Randolph Zachow, Antônio Carlos Nunes de Oliveira Paixão, Antônio Tolentino Piau, Júlio César da Silva, Gerson Henrique Sternadt e Sebastião Kengen que, pelo espírito do companherismo, contribuíram com suas experiências profissionais para a conquista desta vitória;

Ao amigo Júlio César da Silva pela incansável colaboração e paciência na formatação e na revisão das normas deste trabalho;

Aos Professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal;

A todos os colegas do IBAMA.

RESUMO

Este estudo trata da avaliação econômica de um plano de manejo florestal sustentável (PMFS), em escala empresarial, tendo como objetivos avaliar a viabilidade econômica da produção madeireira em regime de manejo florestal sustentável e estabelecer uma matriz de comparação entre o custo de produção e o preço de comercialização da madeira serrada. Os dados coletados a partir do PMFS, denominado Fazenda Castelo I, localizado no Sul do Estado do Pará, no município de Altamira, foram sobre o Inventário Florestal do PMFS, os dispêndios nas fases de planejamento, extração, processamento, transporte, comercialização e o preço da madeira no mercado local. A metodologia empregada neste estudo teve como base o uso de equações que permitem calcular os custos incidentes em todas as fases da cadeia produtiva. Os resultados demonstraram que das 35 espécies encontradas, algumas são ainda inviáveis economicamente de serem retiradas da floresta, em virtude da grande distância da área do PMFS aos centros consumidores, associada à elevada oferta dessas madeiras no mercado. A empresa detentora do PMFS selecionou as espécies mogno (*Swetenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), andiroba (*Carapa guianensis*), angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*), freijó (*Cordia goeldiana*), ipê (*Macarlobium pendulum*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e maçaranduba (*Manilkara huberi*) para extração, em função da boa aceitação dessas madeiras no mercado externo. A partir das análises feitas neste estudo pode-se concluir que, em termos econômicos, o PMFS não é viável, considerando-o até a etapa da madeira em tora na serraria, em virtude dos preços das madeiras praticados no mercado local serem bem inferiores ao custo de produção do PMFS. Atualmente, a única alternativa para que a produção madeireira do PMFS seja rentável está no fato de agregar valor através de seu beneficiamento, numa cadeia produtiva própria e verticalizada, como realizada neste estudo.

Palavras-Chave: Economia Florestal - Manejo Florestal.

Economic Analysis of the Productive Chain of the Deriving Lumber
immediate of Forest Handling: a Case Study

ABSTRACT

This study deals with the economic evaluation of a sustainable forest handling plan (PMFS), on an enterprise scale. The objectives are to evaluate the economics feasibility of lumber production in a regimen of sustainable forest handling and to establish a comparison matrix between production cost and lumber commercialization price. The data collected from the PMFS, called Fazenda Castelo I, located in the south of the state of Pará, in the municipality of Altamira, had been on the forest inventory of the PMFS, the great expenses in the planning phases, extration, processing, transport, commercialization and the price of the wood in the local market. The methodology used in this study had as base the use of equations that allow to calculate the incident costs in all the phases of the productive chain. The results demonstrated that the removal of the forest of some of the 35 species found on the location are still economically impracticable due to the long distance of Fazenda Castelo area to the consuming centers associated to the abundant offer of these timbers in the market. The PMFS company owner selected the species mahogany (*Swietenia macrophylla*), cedar (*Cedrela odorata*), andiroba (*Carapa guianensis*), angelim-red (*Dinizia excelsa*), freijó (*Cordia goeldiana*), ipê (*Macarlobium pendulum*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) and maçaranduba (*Manilkara huberi*) for extraction, because of the good acceptance of these timbers in the external market. From some analyses made in this study it can be concluded that in economic terms, the PMFS of Fazenda Castelo I is not viable, considering it until the stage of the wood in sawmill, since timber prices practice in the local market are inferior than cost of production of the PMFS. Currently, the only alternative to lumber production of the PMFS is income-producing is to add value through its improvement, on its own productive and verticalized chain, as carried through in this study.

Key Words: Forest Economy - Forest Handling

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTA DE QUADROS	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.2. HIPÓTESES.....	2
1.3. JUSTIFICATIVA.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. POLÍTICA FLORESTAL.....	4
2.2. LEGISLAÇÃO FLORESTAL.....	4
2.2.1. Constituição Federal.....	5
2.2.2. Leis e Medidas Provisórias.....	5
2.2.3. Decretos.....	5
2.2.4. Portarias, Resoluções e Instruções Normativas.....	6
2.3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	7
2.4. MANEJO FLORESTAL.....	7
2.5. PLANO DE MANEJO FLORESTAL.....	10
2.6. PRODUÇÃO SUSTENTADA.....	10
2.7. ABORDAGEM TEÓRICA.....	12
2.7.1. Equilíbrio econômico do recurso florestal.....	12
2.7.2. O papel do manejo florestal na economia dos recursos florestais.....	15
2.7.3. Floresta como bem de consumo.....	16
2.7.3.1. Floresta como recurso natural exaurível.....	17
2.7.3.2. Floresta como recurso natural renovável.....	24
2.8. AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	27
2.8.1. Análise econômica.....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.2. PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL.....	30
3.3. CUSTOS DE PRODUÇÃO.....	31
3.3.1. Custo anual da terra (CAT).....	31

3.3.2. Custo de elaboração do plano (CEP).....	31
3.3.3. Custo de infraestrutura operacional (CIE).....	31
3.3.4. Custo de tratamentos silviculturais (CTS).....	32
3.3.5. Custo de extração (CE).....	32
3.3.6. Custo de transporte para a serraria (CTR).....	32
3.3.7. Custo total da madeira em tora na serraria (CTOT).....	32
3.3.8. Custo de desdobro (CDD).....	33
3.3.9. Custo de transporte da madeira serrada para Belém-PA.....	33
3.3.10. Custo administrativo em Belém-PA.....	33
3.3.11. Custo da madeira serrada na exportação.....	33
3.3.12. Preço da madeira no mercado local.....	33
3.3.13. Valor da madeira em pé.....	34
3.5. MÉTODOS.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. ABUNDÂNCIA, DOMINÂNCIA, FREQUÊNCIA, ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) E VOLUME.....	36
4.2. ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO E RECEITA.....	37
4.2.1. Índices de rendimento.....	37
4.3. ESTIMATIVA DE CUSTOS.....	40
4.3.1. Custo anual da terra (CAT).....	41
4.3.2. Custo de elaboração do plano (CEP).....	41
4.3.3. Custo de infraestrutura operacional (CIE).....	42
4.3.4. Custo de tratamentos silviculturais (CTS).....	43
4.3.5. Custo de extração (CEX).....	44
4.3.6. Custo de transporte para a serraria (CTR).....	44
4.3.7. Custo total da madeira em tora na serraria (CTOT).....	45
4.3.8. Custo de desdobro (CDD).....	47
4.3.9. Custo de transporte da madeira serrada para Belém-PA.....	48
4.3.10. Custo administrativo em Belém-PA.....	48
4.3.11. Custo da madeira serrada na exportação.....	48
4.4. ESTIMATIVA DE DISPÊNDIO ANUAL.....	49
4.5. PREÇO DA MADEIRA NO MERCADO LOCAL.....	49
4.6. VALOR DA MADEIRA EM PÉ.....	50
4.7. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) E RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (Rb/c).....	52
4.8. TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR.....	53
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

APÊNDICES	62
APÊNDICE A.....	63
APÊNDICE B.....	64
APÊNDICE C.....	65
APÊNDICE D.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Relação das espécies florestais encontradas na área de estudo (APÊNDICE A)	63
Tabela 4.2. Abundância, dominância, frequência, absoluta e relativa, IVI e volume das espécies com DAP maior ou igual a 45 cm (APÊNDICE B).....	64
Tabela 4.3. Abundância, dominância, frequência, absoluta e relativa, e IVI das espécies com DAP menor que 45 cm (APÊNDICE C).....	65
Tabela 4.4. Produção anual por espécie.....	37
Tabela 4.5. Índices de rendimento da madeira serrada de qualidade superior.....	38
Tabela 4.6. Produção e receita da UPA para as espécies florestais.....	39
Tabela 4.7. Dimensionamento do imóvel rural e composição do PMFS.....	41
Tabela 4.8. Custo da infraestrutura operacional devido ao proprietário.....	43
Tabela 4.9. Custo de tratamentos silviculturais no PMFS.....	43
Tabela 4.10. Custo de extração da madeira.....	44
Tabela 4.11. Custo de transporte da madeira em tora disposta na serraria.....	45
Tabela 4.12. Custo total da madeira em tora na serraria.....	45
Tabela 4.13. Valores comparativos de 1 m ³ de madeira em tora no mercado local.....	46
Tabela 4.14. Dispêndios anuais para obtenção das espécies florestais.....	47
Tabela 4.15. Custo de produção de 1 m ³ de madeira serrada na serraria.....	47
Tabela 4.16. Custo da madeira serrada na exportação.....	48
Tabela 4.17. Estimativa de dispêndio anual na produção de madeira serrada.....	49
Tabela 4.18. Preço da madeira serrada no mercado local (tipo bica corrida).....	50
Tabela 4.19. Valor da madeira em pé.....	51

Tabela 4.20. Fluxo de valores atuais: valor presente líquido -VPL- e relação benefício/custo -Rb/c- da exploração florestal.....	52
Tabela 4.21. Análise de sensibilidade do valor presente líquido (VPL) e relação benefício/custo (Rb/c) da extração florestal.....	52
Tabela 4.22. Análise econômica da cadeia produtiva.....	54
Tabela 4.23. Taxa interna de retorno (TIR) da cadeia produtiva.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Oferta potencial e demanda por recursos florestais.....	13
Figura 2.2. Deslocamento da curva de demanda.....	13
Figura 2.3. Retração da curva de oferta (S) e de demanda (D) de uma espécie ou grupo de espécies na ausência de manejo sustentado.....	14
Figura 2.4. <i>Boom-and-bust</i> da exploração madeireira.....	14
Figura 2.5. Efeito do manejo nas novas condições de equilíbrio.....	15
Figura 2.6. Benefício da exploração florestal.....	17
Figura 2.7. Benefício social líquido da exploração florestal.....	18
Figura 2.8. Custo de oportunidade do recurso.....	22
Figura 2.9. Produção máxima sustentável: o ótimo biológico (baseado em Fischer, 1981)..	26
Figura 3.1. Localização espacial do PMFS nº. 6414/94, dentro da zona de ocorrência natural do mogno.....	29

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a madeira vem sendo obtida pelo sistema extrativista ou seletivo há vários séculos, levando algumas espécies outrora em potencial à exaustão ou mesmo à extinção. Este sistema é nocivo, pois não há um planejamento e ordenamento adequado da floresta, mas o simples processo seletivo de extração madeireira. Isso implica numa seleção negativa do remanescente populacional, a ponto de se considerar a floresta como um patrimônio improdutivo economicamente. Tal fato tem levado a uma crescente preocupação quanto ao futuro do patrimônio florestal da região, requerendo iniciativas que venham possibilitar alternativas viáveis ao uso sustentável dos recursos florestais, em contraposição ao uso desordenado em prática corrente na Amazônia.

No entendimento de BARROS e VERÍSSIMO (1996), a extração madeireira em toda a Amazônia não é sustentável. O processo começa quando os madeireiros penetram na floresta para retirar apenas as espécies de maior valor comercial, como o mogno, cedro, ipê. A grande maioria das espécies, cujos preços são relativamente baixos, somente poderá ser explorada se houver viabilidade em função do raio econômico das empresas, ou seja, se houver o retorno do capital a ser investido.

Preocupados com sua proteção e conservação, os países consumidores e os países produtores de madeira, signatários da Organização Internacional de Madeiras Tropicais - OIMT-, inclusive o Brasil, firmaram um acordo conhecido por “Pacto 2000”, em vigor desde março de 2000, onde as madeiras comercializadas no mercado internacional devem provir de manejo florestal sustentável, a fim de assegurar o seu cumprimento.

Atualmente, já existem grupos interessados na certificação florestal¹, que, para tanto, faz-se necessário o cumprimento dos princípios técnicos e normas legais florestais, respeitando-se o equilíbrio político, ecológico, social, tecnológico e econômico (peste).

O presente estudo visa demonstrar a viabilidade econômica, por meio da aplicação dos instrumentos econômicos em um plano de manejo florestal sustentável – PMFS, em escala empresarial, que tem sua produção de madeira direcionada preferencialmente ao mercado externo. Assim, foram considerados somente os benefícios e os custos econômicos diretos associados ao plano selecionado. Esse PMFS² foi analisado sob a ótica

¹ Instrumento pelo qual assegura que a matéria-prima bruta tem origem legal, através de plano de manejo florestal sustentável (vide conceituação item 2.4), e atende aos princípios técnicos, normativos, econômicos, ecológicos e sociais. A sua aceitação implica na disposição de melhor remunerar o produto assim qualificado.

² Plano devidamente cadastrado na Gerência Executiva I do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente -IBAMA- no Estado do Pará, sob nº 1684/94, aprovado em 12.04.95.

de sua capacidade de retorno financeiro, com base no processo produtivo global, especialmente da fase de extração, processamento até a fase de comercialização, num sistema verticalizado, destacando a fase de disposição das toras na serraria. Para tanto, determinou-se o fluxo com valores correntes, valores atuais, benefícios líquidos (VPL), relação benefício custo (B/C), taxa interna de retorno (TIR) e análise de sensibilidade, na intensidade de extração florestal adotada, demonstrando sua viabilidade econômica.

Enfim, a aparente instabilidade do manejo pode estar fundamentada na dinâmica econômica de sua extração, processamento e comercialização. Os resultados do presente estudo, muito embora específico para o PMFS levantado, servem de subsídios e esclarecem à comunidade empresarial sobre os riscos em que podem estar sujeitos e os cuidados necessários para uma tomada de decisão de investimentos em manejo florestal, com fins especificamente madeireiros.

1.1. OBJETIVOS

Este estudo trata da avaliação econômica de um plano de manejo florestal sustentável, em escala empresarial. Mais especificamente, têm-se os seguintes objetivos:

- a) estimar os custos de produção das madeiras em toras e serradas destinadas aos mercados doméstico e externo nas etapas de extração, processamento e comercialização;
- b) estabelecer uma matriz de comparação entre o custo de produção e o preço de comercialização da madeira serrada;
- c) avaliar a viabilidade econômica da produção madeireira em regime de manejo florestal sustentável;

1.2. HIPÓTESES

As hipóteses a serem testadas neste estudo são de que:

- o manejo florestal sustentável para as espécies ditas nobres é viável economicamente;
- a verticalização da produção florestal permite a inversão do capital investido no PMFS, gerando rentabilidade econômica na cadeia produtiva.

1.3. JUSTIFICATIVA

O manejo sustentável dos recursos florestais é a única forma de perpetuar as atividades do setor, assegurando uma exploração contínua desses recursos e uma perpetuação das espécies existentes, sem que as populações envolvidas sejam banidas de suas atividades e o meio ambiente seja destruído em pouco tempo.

Não obstante, há muitas controvérsias quanto à viabilidade do plano de manejo florestal para exploração em escala empresarial. Poucos estudos foram feitos para demonstrar o nível satisfatório da capacidade de suporte do plano em relação à capacidade econômica e à sustentabilidade da comunidade social envolvida. Este tema é hoje objeto de preocupação dos profissionais e interessados na área florestal, e vem aos poucos se consolidando em busca de soluções integradas, de modo a permitir o uso sustentável dos recursos florestais madeireiros, perpetuando assim a geração de riquezas úteis ao homem.

Desde as primeiras idéias da adoção do manejo florestal, a questão sobre a economicidade do empreendimento tem ficado sob a responsabilidade de seus dirigentes. Muitos desses empreendimentos foram mal conduzidos, justamente pelo desconhecimento da real capacidade de pagamento das atividades inerentes à boa condução do plano. Os engenheiros florestais tiveram também uma boa parcela de culpa pela situação gerada, pois pouco ou nunca se preocuparam em analisar o plano em todos os aspectos que conduzem à sua sustentabilidade, limitando-se à questão ecológica. Por conseqüência, devido aos insucessos, foi concebido um conceito genérico que o plano de manejo florestal é muito caro, sem se saber, no entanto, quanto isso representaria no contexto global.

Faz-se necessário uma avaliação criteriosa em bases econômicas, fundamentada nos aspectos político-ecológico-social-tecnológico, a fim de que essa vertente indicadora de riqueza possa demonstrar, por meio de posições analíticas, os pontos de estrangulamentos e os impactos mais significativos como também a viabilidade do empreendimento, os quais podem servir de subsídios na definição de diretrizes para o fiel cumprimento do manejo florestal, adequando-o, se for o caso, à nova sistemática de exploração e comercialização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. POLÍTICA FLORESTAL

Política é um conjunto de objetivos que enfocam um determinado programa de ação governamental e condicionam sua execução. Ela se constitui no meio pelo qual um governo busca regular os recursos e negócios deles advindos. Cabe aos governos a preservação das instituições, a supervisão, mediação e arbitragem quando da existência de conflitos de interesses, a regulação das atividades econômicas, a administração pública e em casos específicos e/ou estratégicos pode ainda caber a participação em atividades econômicas (MMA, 1995).

Já a política florestal, segundo a mesma fonte, é definida como um conjunto de medidas que o Estado ou a coletividade local pode tomar para salvaguardar o interesse geral na gestão e utilização dos recursos florestais. A política florestal moderna deve assegurar a produção contínua e sustentável de bens e serviços, a partir do patrimônio representado pelas florestas, independente de sua propriedade, em proveito de toda a sociedade.

VIEIRA (1995), ainda faz vários comentários relacionados com a eficácia das normas ambientais. Menciona que: “Em primeiro lugar, é necessário reconhecer que o problema do déficit, entre o que desejam as normas legais e sua influência sobre o comportamento humano, não é característica apenas do Brasil. Problemas idênticos têm sido identificados em outros países. No entanto, em nenhum desses países, pelo menos nos industrializados, essa questão fica à margem dos cuidados do poder público, em busca de solução. Em segundo lugar, deve-se reconhecer, também, que a solução do problema não se encontra exclusivamente vinculada aos aspectos formais da norma legal, tais como sua inadequação em termos da realidade sócio-econômica do país”.

2.2. LEGISLAÇÃO FLORESTAL

A legislação florestal brasileira é regida pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, conhecida por Código Florestal e que define o uso e a preservação dos recursos florestais do país. Diversas alterações foram realizadas ao longo de sua existência. Em

síntese, têm-se as principais normas sobre a extração madeireira aplicadas à região amazônica, nos últimos 10 anos:

2.2.1. Constituição Federal

O meio ambiente está contemplado na Carta Magna, de 1988, no artigo 225, do capítulo VI. O uso dos recursos naturais somente poderá ser feito em obediência às diretrizes estabelecidas, na forma da lei, que assegurem a preservação do meio ambiente e, em especial, a manutenção da boa qualidade de vida.

2.2.2. Lei e Medida Provisória

- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – código florestal.
- Medida Provisória nº 2166-67, de 24 de agosto de 2001 – altera diversos artigos do código florestal e dá nova redação.

2.2.3. Decretos

- Decreto nº 1.282, de 19 de outubro de 1994 – dispõe sobre a exploração das florestas primitivas e demais formas de vegetação arbórea na Amazônia, regulamentando os artigos 15, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771/65.
- Decreto nº 1963, de julho de 1996, suspende por dois anos a emissão de novas concessões para a exploração do mogno e virola, na região amazônica.
- Decreto nº 2.687, de 27 de julho de 1998 – suspende a exploração da espécie mogno na região amazônica, pelo período de dois anos.
- Decreto nº 2.788, de 28 de setembro de 1998 – altera os artigos 1º, 2º, 3º, 5º e 6º do Decreto nº 1.282/94, dando-lhes novas redações.
- Decreto nº 3.559, de 14 de agosto de 2000 – prorroga por mais dois anos a suspensão da exploração do mogno na região amazônica.
- Decreto nº 4.335, de 14 de agosto de 2002 – prorroga por mais seis meses a suspensão da exploração do mogno na região amazônica.
- Decreto nº 4593, de 13 de fevereiro de 2003 – suspende a exploração do mogno pelo período de 150 dias e institui a Comissão Especial do Mogno.
- Decreto nº 4.722, de 5 de junho de 2003 – estabelece critérios para a exploração do mogno.

2.2.4. Portarias, Resoluções e Instruções Normativas.

- Portaria IBAMA nº 71-N, de 11 de junho de 1994 – estabelece o sistema de contingenciamento de madeiras;
- Portaria IBAMA nº 48, de 10 de julho de 1995 – regulamenta o Decreto nº 1.282/94, disciplinando a exploração florestal na bacia amazônica;
- Instrução Normativa nº 4-MMA, de 28 de dezembro de 1998 – regulamenta o manejo florestal comunitário, fixando seus critérios e parâmetros para a bacia amazônica;
- Instrução Normativa nº 5-MMA, de 28 de dezembro de 1998 – regulamenta o manejo florestal simplificado nas pequenas e médias propriedades rurais na região amazônica;
- Instrução Normativa nº 6-MMA, de 28 de dezembro de 1998 – regulamenta o manejo florestal em escala empresarial na bacia amazônica;
- Instrução Normativa nº 4-MMA, de 4 de março de 2002, regulamenta os planos de manejo florestal sustentável de uso múltiplo em escala empresarial, pequena escala, comunitário e em floresta de palmeiras.
- Instrução Normativa nº 17-MMA, de 27 de fevereiro de 2004 – dispõe sobre a exportação de produtos e sub-produtos madeireiros oriundos de florestas naturais e plantadas, nativas e exóticas.
- Portaria IBAMA nº 73, de 14 de julho de 2004 – revoga a Portaria IBAMA nº 71-N, de 11/06/1994, extinguindo o sistema de contingenciamento de madeiras;
- Portaria SECEX nº 12, de 03 de setembro de 2003 – consolida as disposições regulamentares das operações de exportação.
- Portaria SECEX nº 15, de 17 de novembro de 2004 – regulamenta as operações de exportação brasileira.

A exportação de madeira serrada de mogno era, até 2002, regida pela política de contingenciamento (Port. nº 71-N/94), onde o Ministério do Meio Ambiente editava semestralmente o volume permissível para a exportação, com base nas informações e dados disponibilizados pelo IBAMA, devidos exclusivamente aos planos de manejo florestal aprovados anteriormente ao Decreto nº 2.687/1998 e nos novos PMFS amparados pelo Decreto nº 4.722/2003. A partir de 2003, não foram mais editados os contingentes de madeiras exportáveis, com a conseqüente extinção desse sistema (Port. nº 73/2004).

2.3. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo HURKA (1996), desenvolvimento sustentável é uma tentativa de equilibrar demandas morais, sendo a primeira por “desenvolvimento”, principalmente para os mais necessitados e a segunda por “sustentabilidade”, para assegurar que não sacrifique o futuro em nome dos ganhos do presente.

Para GOW (1992) citado por ZACHOW (1998), o conceito de desenvolvimento sustentável deve considerar a dinâmica do comportamento do recurso em questão, particularmente em resposta às condições ambientais, às atividades humanas e às interações entre os diferentes usos e os aspectos do mesmo recurso, combinando, de um lado, a proteção do recurso e, de outro, a qualidade de vida. Em resumo, é o desenvolvimento tecnicamente correto, economicamente viável, ecologicamente sadio e socialmente justo.

2.4. MANEJO FLORESTAL

Quando o manejo florestal foi adotado na Europa, ele se restringia apenas às práticas silviculturais, que eram aplicadas aos povoamentos com o objetivo de produzir madeira, constituindo-se assim numa forma de ordenamento florestal, visando apenas a obtenção de um produto final. Com o passar dos anos, valores foram sendo agregados a esse ordenamento, os quais se definiam como: econômicos, informativos, estruturais e tecnológicos, transformando-se na maneira de manejar suas florestas para atingir os objetivos desejados, surgindo assim o manejo florestal sustentável (ZACHOW, 1998).

Ainda o mesmo autor afirma que com o desenvolvimento de sistemas silviculturais no velho continente, o manejo florestal foi adaptado ao ordenamento das florestas tropicais na Ásia por silvicultores europeus e trazido para a América por volta de 1940. O conjunto das atividades de silvicultura, ordenamento, economia florestal, teoria geral da administração, técnicas de mensuração e exploração florestal, associada com o desenvolvimento das tecnologias de produtos florestais e as privações legislativas aplicadas, acabou por consolidar o manejo florestal sustentável.

O conceito de manejo florestal adotado por HIGUCHI (1991) é a parte da ciência florestal que trata do conjunto de princípios, técnicas e normas que têm por fim organizar as ações necessárias para ordenar os fatores de produção e controlar a sua produtividade e eficiência, para alcançar definidos objetivos. Assim, a condução de um povoamento

florestal aproveita apenas aquilo que ele é capaz de produzir, ao longo de um determinado período de tempo, sem comprometer a sua estrutura natural e o seu capital inicial.

O manejo florestal, como definido no Decreto nº 1.282/95, que regulamentou a exploração das florestas da Amazônia, é a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema.

AHRENS (1992) apud ZACHOW (1998), conceitua o manejo como sendo o estudo, o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de análise quantitativa nas decisões acerca da localização, da estrutura e da composição de recurso florestal, de modo a possibilitar a geração de produtos, serviços e benefícios, diretos e/ou indiretos, na quantidade e na qualidade requeridas por uma organização ou por toda a sociedade.

Esses mesmos autores concordam que os métodos silviculturais são seqüências de operações técnicas para condução de um povoamento, enquanto os sistemas silviculturais consideram, além da técnica em si, a cultura e a disposição de aplicação dos métodos por uma comunidade humana. Exemplo clássico é o sistema de “roço de toco” ou *shifting cultivation*, típico dos índios e caboclos brasileiros nas regiões tropicais. Pode-se diferenciar dois grandes grupos de métodos, em função da extração ocorrer completamente em um único momento ou em curto período de tempo, denominado método monocíclico, ou na ocorrência de exploração parcial, mantendo-se um estoque de árvores mais jovens, em crescimento, para a próxima colheita, denominado método policíclico.

Nos grupos monocíclicos, a composição etária é equiânea e a rotação das colheitas tende a ser longa (70 a 100 anos), dependendo da velocidade de crescimento da regeneração proveniente da exploração anterior, e as espécies cultivadas são preponderantemente demandantes de luz.

Da categoria monocíclica, faz parte a coleção de métodos silviculturais, entre os quais se ressaltam o corte raso, os cortes progressivos, o uniforme malaio e o de talhardia. Os monocíclicos são variações locais, motivadas por específicas características fitossociológicas e estruturais das florestas, derivados dos clássicos métodos de seleção e de melhoramento.

Nos grupos policíclicos, os povoamentos são dissetâneos, os ciclos de corte são mais curtos (20–30 anos) e é possível cultivar espécies dos mais variados comportamentos ecofisiológicos e, mantendo-se, conseqüentemente, ampla biodiversidade. Exemplos típicos deste sistema são: o sistema seletivo, da Indonésia, o sistema de seleção de Gana e o sistema celos, do Suriname.

Em ambos os grupos, a sustentabilidade da produção pode ser alcançada aplicando-se técnicas específicas de regulação florestal que têm, como princípio comum, a restrição de colher-se tão somente a quantidade ou a produção crescida durante o ciclo de corte.

O manejo florestal sustentável é um sistema que combina produção com a preservação e a conservação de produtos madeireiros e não madeireiros, serviços ambientais e funções ecológicas da floresta, sem perder de vista as complexas interações e interdependências com outros usos do solo e parâmetros sócio-econômicos. Visa assim gerar produtos, serviços e benefícios diretos e indiretos, na quantidade e qualidade de acordo com sua capacidade de produção e reconstituição, sem promover a degradação da estrutura vegetal existente e sem causar impactos significativos, porém recuperáveis, ao ambiente e à sociedade como um todo.

Para a consecução deste paradigma, são necessárias as integrações e as interações dos fatores na cadeia produtiva PESTE, onde:

P³ = políticas estáveis para solidificar a segurança e a confiabilidade de seus utilizadores;

E⁴ = economicamente viável, ao longo da cadeia produtiva;

S⁵ = socialmente justa, com satisfação dos interesses coletivos das comunidades local e regional;

T⁶ = tecnologicamente apropriada, em todas as fases do empreendimento;

E⁷ = ecologicamente correta, na conservação harmônica do ambiente.

³ constantes alterações dos critérios sobre o manejo florestal; aumento das porcentagens das áreas de reserva legal, com conseqüente suspensão do PMFS; criação de unidades de conservação em áreas sob manejo florestal, etc, refletem negativamente para a tomada de decisão do público em manejo florestal.

⁴ não se limita simplesmente à questão de valores monetários como custo benefício, mas também a organização dos diversos elementos de um todo, como fatores de produção – bens de capital (humano e financeiro), etc

⁵ geração de oportunidades de participação da comunidade local no empreendimento, capacitação da mão-de-obra, concorrer para a melhoria da comunidade quanto à educação, saúde, saneamento, transporte, habitação, atendimento da demanda, respeito aos valores culturais, etc.

⁶ adequada infraestrutura técnico operacional, uso das modernas técnicas silviculturais, redução dos desperdícios, maquinários apropriados para as operações, proteção dos recursos humanos, etc.

⁷ obediências às normas e técnicas de proteção do ambiente florestal, planejamento das atividades voltadas para o impacto reduzido da exploração, medidas mitigadoras dos possíveis danos, etc.

2.5. PLANO DE MANEJO FLORESTAL

O plano de manejo florestal tem por objetivo conciliar o fornecimento contínuo de matéria-prima para uma empresa florestal, conduzindo a floresta de acordo com sua capacidade de produção e reconstituição, sem promover a degradação da estrutura vegetal existente e sem causar impactos significativos ao ambiente e à sociedade onde se localiza a empresa e à área a ser manejada (STCP, 1994).

Segundo a FAO (1992), a seleção dos objetivos dos planos de manejo deve ser encarada seguindo quatro pontos: (a) fatores físicos, biológicos, ecológicos e ambientais; (b) fatores sociais, incluindo os aspectos políticos e culturais, as necessidades básicas da comunidade, e satisfazer a demanda em níveis local e nacional; (c) fatores econômicos, incluindo as limitantes financeiras e orçamentais, as taxas de rendimento, os custos e os preços, o comércio e o mercado; e (d) fatores tecnológicos e as suas evoluções prováveis nos domínios da silvicultura, da extração e da transformação da madeira.

Com isto, os objetivos do manejo florestal ficam caracterizados como um sistema orientado por metas bem definidas, condicionadas por um certo número de limitantes e alimentado por novas informações.

Segundo IMAZON (1998), descrito no Manual para Produção de Madeira na Amazônia, os objetivos do manejo obedecem as seguintes razões: (i) a continuidade da produção; (ii) a rentabilidade; (iii) a segurança de trabalho; (iv) o respeito à lei; (v) as oportunidades de mercado; (vi) a conservação florestal; e (vii) os serviços ambientais. Para que as elas tenham seu êxito, é necessário que haja uma responsabilidade integrada entre os empresários do setor e os técnicos responsáveis pela elaboração e execução das atividades previstas nos planos de manejo florestal.

2.6. PRODUÇÃO SUSTENTADA

Objetivando-se obter o controle da produção é importante considerar algumas necessidades que, segundo a FAO (1992), caracterizam-se por: controle de acesso, inventário florestal, controle da exploração e os tratamentos silviculturais. Estes parâmetros são balizadores e proporcionam um equilíbrio nas ações que a empresa venha a executar.

GROGAN (2002) afirma que melhorar o controle sobre a exploração de mogno na Amazônia brasileira é recomendável a realização de um inventário das florestas exploradas e não exploradas dentro da área de ocorrência natural do mogno, a fim de estimar os

estoques comercializáveis e a indução à certificação independente do manejo florestal, para dar credibilidade ao comércio de mogno do Brasil.

Com relação à produção do mogno, o IMAZON (1996) descreveu três pontos fundamentais que deveriam ser adotados: (a) aumentar a regeneração natural do mogno; (b) plantar mogno na floresta explorada; e (c) plantar mogno em áreas já desmatadas.

Segundo GROGAN (2001) o mogno não é indicado para a recuperação de solos degradados, isto porque ele sofre com a competição das gramíneas e cresce lentamente em solos empobrecidos, entretanto ele pode crescer vigorosamente em sistemas agrícolas que utilizam grandes quantidades de fertilizantes.

Ainda segundo o IMAZON (1996), as medidas que deveriam ser adotadas, para aumentar e controlar a produção de madeira da região amazônica, são as seguintes:

- i. fazer um levantamento pré-exploratório da área para determinar a localização das árvores desejáveis e o planejamento da queda das árvores e do caminho do trator para minimizar os danos da exploração;
- ii. fazer o corte dos cipós, um ano antes da exploração para diminuir os danos na derrubada e diminuir a competição por luz; e
- iii. fazer o anelamento e desbaste das espécies sem valor econômico, juntamente com o corte de cipós para abrir espaço de crescimento para as espécies desejáveis, após a exploração nos anos um, dez e vinte.

De acordo com CIMA (1991), o avanço científico e tecnológico ocorrido nas últimas décadas possibilita um entendimento abrangente dos processos ecológicos da biosfera e oferece técnicas de monitorização das mudanças globais nesses processos, onde o manejo florestal sustentável se enquadra especialmente na valorização de novos produtos da floresta em função de introduzir novas espécies no mercado interno e externo, evitando assim uma elevada pressão sobre as espécies mais exploradas.

ZACHOW (1998) observa que cerca de 31% dos 1400 planos de manejo florestal, protocolados no IBAMA, foram efetivamente implantados em campo, conforme os preceitos técnicos da engenharia florestal. Destaca que a assistência técnica prestada a esses planos é muito precária, devido a quase ausência do responsável técnico no acompanhamento das atividades de exploração, que sequer se preocupa em coletar as informações das parcelas permanentes instaladas (inventário contínuo) para verificar o desenvolvimento da floresta e prever as intervenções necessárias. A falta de cobrança dessas informações e a inexistência de um banco de dados no IBAMA induzem ao descaso por parte das empresas na coleta dessas informações, observando-se que as mesmas só se

preocupam na legalização de sua matéria-prima para atender à exigência de seus fornecedores.

2.7. ABORDAGEM TEÓRICA

2.7.1. Equilíbrio econômico do recurso florestal

De acordo com ÂNGELO (1998), a intocabilidade dos recursos florestais pode ser explicada como uma oferta potencial, cujo custo de exploração excede a demanda potencial por um determinado tempo ou pela sua importância econômica, ou seja, há um estoque que, para estar disponível, necessita de investimentos em infraestrutura, pesquisa e treinamento de recursos humanos, entre outros fatores de produção.

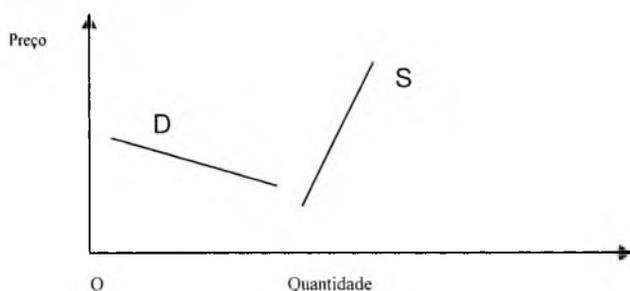
No caso da Amazônia, a avaliação do estoque de recursos é cara, mas, sem ela, tornam-se impraticáveis os investimentos fixos que viabilizariam o aproveitamento de economia de escala na exploração. Consequentemente, em relação às áreas afastadas dos leitos dos rios, a principal via de transporte, pode-se suspeitar que nem mesmo a condição de preço supere o custo médio da exploração. Essa, pelo menos, foi a justificativa apresentada por empreiteiros, ao recusarem o convite para participarem de concorrência para extrair madeira a ser submersa pelo lago da Hidrelétrica de Balbina, no médio Amazonas (CUNHA, 1988).

ÂNGELO (1998), citando HOTELLING (1959), SAMUELSON (1976) e HOMMA (1993), não concorda com a teoria da Amazônia como um bem livre, mas sim, como um recurso que deve ser manejado responsabilmente para a geração de riquezas ao povo brasileiro.

O mesmo autor entende que o desenvolvimento da tecnologia e dos métodos de extração, as construções de rede viária, a injeção de capital e as condições de extração são induzidos. Esse início pode ser entendido como tendo uma oferta potencial (S) maior que a demanda (D), como se fosse um bem livre, como o ar. Essa situação é representada a seguir, podendo-se verificar que as curvas de oferta e demanda não se cruzam. A Figura 2.1 ilustra uma situação em que a oferta potencial (S) é demandada apenas pela pequena comunidade regional.

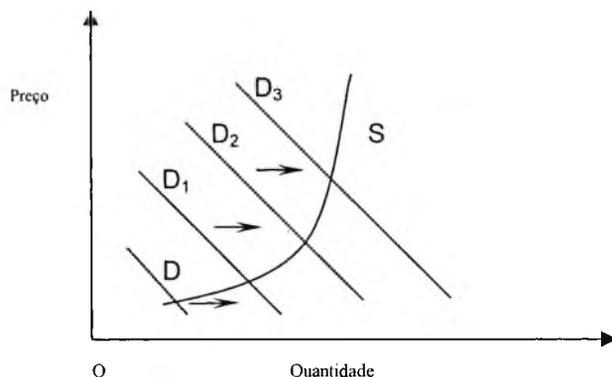
Com o esgotamento das reservas florestais do centro-sul do País, há uma crescente especialização industrial sobre os recursos florestais na Amazônia, que está claramente relacionada com as demandas interna e externa, principalmente de algumas

espécies, como o mogno, a virola e a andiroba. Conseqüentemente, com o surgimento desses mercados, a curva de demanda D vai se deslocando gradativamente para D_1 , D_2 e D_3 (Figura 2.2), fazendo com que os preços pagos sejam positivos, para garantir a oferta do produto.



Fonte: Angelo (1998)

Figura 2.1 – Oferta potencial e demanda por recursos florestais



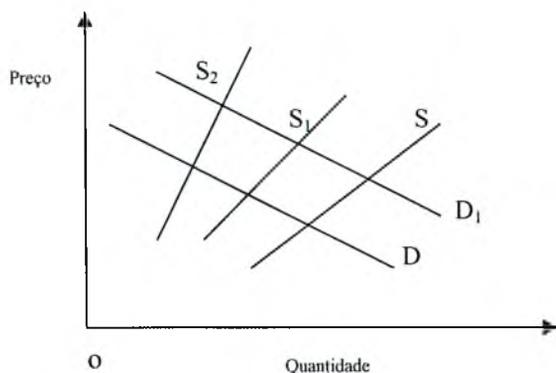
Fonte: Angelo (1998)

Figura. 2.2 – Deslocamento da curva de demanda

Esta elevação dos preços pode ser exemplificada pelo mogno, cujo preço médio por m^3 , em 1972, era cerca de US\$ 100,00, em 1999 se situava nos patamares de US\$ 650,00 e em 2004, atingiu a cifra de US\$ 1200,00.

Como o manejo e a gestão da legislação ainda são incipientes, pode-se considerar a oferta de produtos florestais como sendo fixa, determinada pela própria natureza.

Fatores como a implantação da infraestrutura de rede viária, os créditos à instalação de indústrias, o desmatamento, entre outros, tornam, por algum tempo, esta oferta (S) mais elástica, movendo a curva para a esquerda (S_1 e S_2), até que a capacidade de oferta chegue ao limite, assumindo uma inelasticidade em relação à quantidade e ficando na vertical (Figura 2.3).



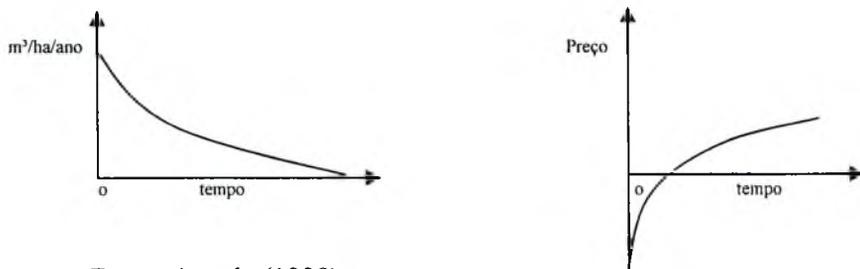
Fonte: Angelo (1998)

Figura 2.3 – Retração da curva de oferta (S) e de demanda (D) de uma espécie ou grupo de espécies na ausência de manejo sustentável.

A fase final desse processo pode ser interpretada como uma decorrência do esgotamento de recurso florestal ou da rigidez da oferta, ou o término do ciclo econômico de certa espécie, como foi o caso do pau-brasil, do pau-rosa e da araucária. Atualmente, o mogno talvez esteja atravessando a fase intermediária, em que a curva de oferta desloca-se para a esquerda, pela redução dos recursos e pelos meios de disponibilizá-los, levando, por consequência, à elevação de preços em cada nível de equilíbrio a longo prazo, por não atender às exigências da demanda.

Devido à rigidez nos preços, a partir da qual não seriam suportados maiores aumentos, o mercado busca novas espécies ou produtos substitutos. É o momento em que a oferta se torna praticamente inelástica e os preços tendem a cair a patamares tais que os produtores buscam os bens substitutos. O caso mais notável desse fato, na literatura florestal brasileira, é a substituição da araucária pelo mogno, a partir da década de 70.

VICENT (1992) relata esse fenômeno como o *boom-and-bust* dos países em desenvolvimento produtores de madeira tropical. O que ocorre é que, num primeiro momento, o preço da madeira sobe rapidamente, e, com o tempo, tende a se estabilizar, e a produtividade da floresta tende a reduzir. Este processo de *boom-and-bust* pode ser visualizado na Figura 2.4.



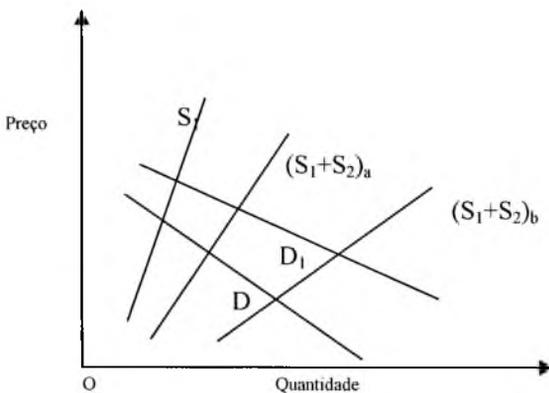
Fonte: Angelo (1998)

Figura 2.4 – *Boom-and-bust* da exploração madeireira

2.7.2. O papel do manejo florestal na economia dos recursos florestais

O grande desafio do manejo florestal sustentável, sob o aspecto da produção, é manter a curva o mais próximo possível de $(S_1+S_2)_b$, tornando-a mais elástica, com o objetivo de ofertar maiores quantidades a preços menores.

Na Figura 2.5, S_1 é a curva de oferta de madeira inelástica e $(S_1+S_2)_a$ é a oferta dos produtores sem manejo mais os que operam em regime de manejo. Com o passar dos anos, uma vez mantido o estado tecnológico no manejo florestal, a tendência dos produtores em sistema de manejo florestal é colocar cada vez maiores quantidades de produtos, deslocando a curva de $(S_1+S_2)_a$ para a direita e ofertando maiores quantidades a preços menores [tendência para $(S_1+S_2)_b$]; as quantidades dos produtores sem manejo permaneceriam constantes.



Fonte: Angelo (1998)

Figura 2.5 – Efeito do manejo nas novas condições de equilíbrio

Do ponto de vista da demanda, o manejo florestal atenderá às exigências dos movimentos ambientais e das certificações de qualidade com cunho ambiental. Cumprindo estas exigências, os produtos oriundos das florestas manejadas serão diferenciados, tornando, portanto, sua demanda mais inelástica, com o deslocamento da curva de procura da Figura 2.5 da posição D para D_1 . Com a demanda inelástica, a decisão de reduzir as quantidades ofertadas, forçando um desabastecimento, pode aumentar as receitas dos produtores florestais, dando tempo ao desenvolvimento do manejo.

2.7.3. Floresta como bem de consumo

A condição de otimização (extração eficiente) imposta pelo método da exploração seletiva implica que nenhum ganho possa ser obtido substituindo-se o consumo de um período pelo de qualquer outro. Essa condição como propõe HOTELLING (1931), citado por CUNHA (1992), requer que o valor presente da quantidade consumida, em qualquer período de tempo (de zero a T), seja mantido constante. Como a quantidade consumida (q_t) depende do preço praticado no ano t (p_t), a condição de eficiência na alocação intertemporal do recurso é que, para dada taxa de desconto, o preço se eleve de forma consistente com a manutenção da constância do valor presente da quantidade extraída. Se o preço do recurso natural se mantiver constante, à medida que se processa a extração, haverá incentivo à super exploração. Em contrapartida, se o preço elevar-se muito rapidamente, será estimulada a conservação ou a poupança.

A trajetória ótima da quantidade extraída q_t ($t = 0..T$) está assim indissolúvelmente ligada à trajetória do p_t . Portanto, dada a taxa de desconto, a proposição fundamental da economia dos recursos é a de que são as distorções no comportamento do preço que provocam os desvios da trajetória ótima de extração. Desse modo, o comportamento dos preços dos recursos deve ser analisado com vistas à identificação dos fatores que determinam o preço de um recurso natural exaurível, bem como verificar se é o preço de mercado perfeitamente competitivo e compatível com a otimização da taxa ótima de extração.

CUNHA (1992) considerou os seguintes fundamentos, os quais foram também aplicados no desenvolvimento deste estudo:

- i. a demanda do recurso é conhecida em cada período;
- ii. o custo marginal de extração varia inversamente com o estoque do recurso, elevando-se à medida que se intensifica a escassez;
- iii. o estoque do recurso (Q) é conhecido;
- iv. o mercado

Sejam, portanto:

$P_t = f(q_t, r_t)$ ($t = 0, 1, 2, \dots, T$), a função demanda

$C_t = f(x_t, Q_t)$ a função custo total de extração

onde:

x_t – representa o estoque remanescente do recurso e r_t a renda dos consumidores.

No período 0 ($x_0 = Q$); no período 1 ($x_1 = Q - q_0$), assim por diante.

Não obstante as diversas alternativas de classificação de recursos naturais citadas por MUELLER (1998), a floresta pode receber duas formas de tratamento de extração madeireira, sendo a primeira feita de forma extrativista ou seletiva de alto impacto, sem intervenções silviculturais, denominada aqui de recurso natural exaurível, e, segundo, quando submetida aos ditames do manejo florestal sustentável, denominada de recurso natural renovável.

2.7.3.1. Floresta como recurso natural exaurível

Com base no modelo de FISHER (1981), citado por SILVA (1997), para se determinar a trajetória ótima de exploração, considerou-se a característica fundamental de um recurso disponível em quantidade finita, ou seja, o consumo presente tem como contrapartida a perda futura. Assim, a condição de maximização do bem-estar social é que o recurso seja extraído à taxa tal que o benefício da unidade marginal extraída seja igual à perda causada pela redução do estoque, conforme demonstra a equação a seguir:

$$Bt = \int_0^{Q_t} p(q) \cdot dq_t$$

Onde:

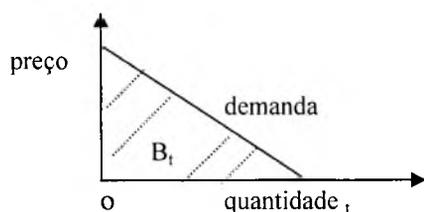
Q_t = estoque do recurso;

p = preço;

t = período;

q = demanda do recurso.

Tomou-se como benefício da exploração florestal seletiva por unidade de tempo (B_t), a área sob a curva de demanda (Figura 2.6), tem-se:



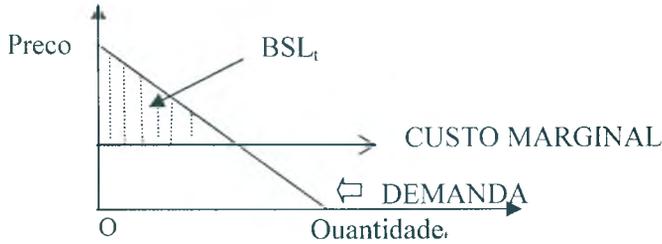
Fonte: Silva (1997)

Figura 2.6 – Benefício da exploração florestal

Subtraindo-se do benefício (B_t) o custo total de extração e descontando-se os valores futuros, obtém-se o benefício social líquido (BSL_t) da extração por período de tempo (Figura 2.7). Portanto,

$$BSL_t = \int_0^{Q_t} [p_t(q_t) \cdot dq_t - c(x_t, q_t)] / (1+r)^t$$

onde $t = 0, 1, \dots, T$



Fonte: Silva (1997)

Figura 2.7 – Benefício social líquido da exploração florestal

Somando-se a sucessão de valores de BSL_t ($t = 0, 1, \dots, T$), obtém-se a expressão do benefício social líquido total da extração:

$$BSL = \sum_{t=0}^T \int_0^{Q_t} [p_t(q_t) \cdot dq_t - c(x_t, q_t)] / (1+r)^t \quad (1)$$

Maximizando o valor presente da soma dos benefícios menos os custos, do período zero ao período T, sujeito à restrição de disponibilidade de recurso, a restrição global será:

$$\sum_{t=0}^T q_t - Q = 0 \quad \text{ou} \quad \sum_{t=0}^T q_t \leq Q$$

A somatória da quantidade extraída por período de tempo não deve exceder a quantidade disponível. Em cada período, o estoque de recurso se reduz do montante consumido em períodos anteriores, o que determina que em cada período há um problema de maximização a ser resolvido.

Assim sendo, a restrição da disponibilidade é expressa em termos de variação do estoque, ou seja:

$$q_t = x_t - x_{t+1}$$

$$t = 0, \dots, T-1$$

A restrição global para todos os períodos, enquanto durar o recurso, será:

$$\sum_{t=0}^{T-1} q_t = \sum_{t=0}^{T-1} (x_t - x_{t+1}) \quad (2)$$

Definida a função-objetivo (1) e a restrição (2), a seqüência de maximização condicionada pode ser resolvida definindo-se uma função lagrange (L) e diferenciando-a com respeito a q_t , x_t e λ_t :

$$L = \sum_{t=0}^{T-1} [p(q_t) \cdot dq_t - c(x_t, q_t)] / (1+r)^t + \sum_{t=0}^{T-1} \lambda_t (x_t - x_{t+1} - q_t)$$

Condições necessárias de maximização:

$$dL/dq_t = (p(q_t) - dc/dq_t) / (1+r)^t - \lambda_t = 0 \quad (3)$$

$$dL/dx_t = [-dc / dx_t / (1+r)^t] + \lambda_{t-1} - \lambda_t = 0 \quad (4)$$

$$dL/d\lambda_t = x_{t-1} - x_t - q_{t-1} = 0 \quad (5)$$

onde $t = 0, \dots, T-1$

Da Equação (3), depois de re-arranjados os termos, obtém-se:

$$p(q_0) = dc / dq_0 + \lambda_0 \quad (3a)$$

$$p(q_1) = dc / dq_1 + (1+r) \lambda_1 \quad (3b)$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$p(q_T) = dc / dq_T + (1+r)^T \lambda_T \quad (3c)$$

Essas equações expressam a primeira condição para extração ótima. O que se requer é que, ao longo da trajetória ótima de extração, o preço do recurso seja igual ao custo marginal de extração (dc/dq_t), acrescido de um segundo componente, $(1+r)^t \lambda_t$, que é o custo de oportunidade (valor atualizado) do recurso consumido.

A condição usual de eficiência é que o preço do recurso seja igual ao custo marginal (de produção). No caso de um recurso disponível em quantidade limitada, a extração (consumo) de uma unidade, hoje, envolve um custo de oportunidade, isto é, o valor que se poderia ser obtido no futuro, caso se postergasse o consumo. É esse custo de oportunidade que está expresso pelo segundo termo à direita da igualdade na Equação (3). Portanto, em se tratando de recurso exaurível, a primeira condição de eficiência é que: preço = custo marginal + custo de oportunidade do recurso.

CUNHA (1988) esclarece que $(1+r)^t \cdot \lambda_t$ é o valor atualizado do custo de oportunidade do recurso consumido, e que λ_t comporta uma segunda interpretação: ele representa o valor de uma unidade ainda não extraída do mesmo recurso, no período t. O valor dessa unidade não extraída (capital em forma de estoque) é dado pelo valor descontado do lucro líquido marginal (igual ao preço menos custo marginal de extração). Essa interpretação do significado de λ_t decorre da Equação (3), da qual, rearranjando os termos, obtém-se:

$$\lambda_t = \frac{p(q_t)}{(1+r)^t} - \frac{dc}{dq_t}$$

ou simplesmente, λ_t = valor presente do lucro líquido marginal.

Devido às várias interpretações, λ_t é conhecido na literatura por diversas denominações, dentre essas, custo de oportunidade, lucro marginal, renda (*rent*) e *royalty*.

A Segunda condição de eficiência na extração tem a ver com o comportamento dos *royalties* ao longo do tempo. Segundo a “Regra de Hotelling” (1931), ao longo da trajetória ótima de exploração, os *royalties* devem crescer a uma taxa igual à taxa de juros de mercado.

Esta regra pode ser verificada a partir da Equação 4:

$$[- dc/ dx_t / (1+r)^t] + \lambda_t - \lambda_{t-1} = 0 \quad (4)$$

Onde t = 1, ..., T-1

Em que:

λ_t = valor descontado do *royalty*

Denominando-se μ_t o valor atualizado do *royalty*, tem-se:

$$\lambda_t = \mu_t / (1+r)^t$$

Substituindo-se em (4) o valor de λ_t , obtém-se:

$$[- dc / dx_t / (1+r)^t] + [\mu_t / (1+r)^t] - \mu_{t-1} / (1+r)^{t-1} = 0 \quad (5)$$

Donde:

$$- dc / dx_t + \mu_t = \mu_{t-1} \cdot (1+r)$$

e, finalmente,

$$[\mu_t - \mu_{t-1} / \mu_t] = r + [dc / dx_{t-1}] \quad (6)$$

que é a expressão da Taxa de Crescimento do valor atualizado do *royalty*

Vê-se, assim, que a regra geral é que, ao longo da trajetória ótima de extração, o estoque remanescente do recurso valorize a uma taxa igual a taxa de juros de mercado, acrescida de um outro componente ($- dc_t / dx_t$) que representa o efeito marginal da redução do estoque sobre o custo total da extração. A regra de Hotelling, portanto, é apenas um caso particular em que $dc / dx_t = 0$

Determinada a taxa de crescimento do *royalty*, verificou-se o comportamento do preço do recurso ao longo da trajetória ótima. Para isso, adotaram-se os seguintes procedimentos:

Substituindo-se $\mu_t / (1+r)^t$ por λ_t na Equação (3), chega-se a:

$$p(q_t) = d\delta c / dq_t + \mu_t \quad (7)$$

O que significa que o preço do recurso é igual à soma do custo marginal de extração com o valor atualizado do *royalty*.

Com a diferenciação, a Equação (7) do preço do recurso com respeito ao tempo, obteve-se a expressão da variação do preço ao longo do tempo.

$$dp / dt = [d(dc / dq_t) / dt] + (d\mu_t / dt) \quad (8)$$

Assim, nos termos do modelo utilizado, dois fatores determinam o comportamento do preço do recurso ao longo do tempo: a variação do *royalty*, que deve crescer à taxa de juros de mercado e a variação do custo marginal de extração.

Existem basicamente duas condições para atingir o caminho ótimo de extração, sendo uma relacionada com os custos de oportunidade (ou *royalty*). A outra diz respeito à evolução dos preços e do valor do *royalty* no tempo.

As Equações (3a), (3b) e (3c), demonstradas no modelo empírico, expressam a condição de primeira ordem para a extração ótima. O que se quer, é que ao longo da trajetória ótima de extração, o *preço = custo marginal da produção* (dc/dq_t), acrescido de um segundo componente $(1+r)^t \lambda_t$, que é o custo oportunidade.

A condição usual de eficiência é o preço = custo marginal de produção. No caso de recursos disponíveis em quantidade limitada, a extração (consumo) de uma unidade, hoje, envolve um custo de oportunidade (r), e o valor que poderia ser obtido no futuro, caso se postergasse o consumo. É esse custo de oportunidade (λ_t) que está expresso pelo segundo termo à direita da igualdade na Equação (3).

$$dL/dq_t = \frac{p(q_t) - (dc/dq_t)}{(1+r)^t} - \lambda_t \quad (3)$$

Portanto, tratando o recurso como exaurível, a primeira condição de eficiência é que o preço = custo marginal + custo de oportunidade. Nota-se que no período (t), equação (3), o multiplicador de Lagrange é o valor atual do custo de oportunidade do recurso. Assim, $(1+r)^t \cdot \lambda_t$ é o valor atualizado do custo de oportunidade do recurso consumido.

Este custo deve ser incorporado quando se procura determinar o caminho ótimo de extração e utilização de um recurso exaurível, sendo, portanto, a condição de eficiência, estando geometricamente representado na Figura 2.8.

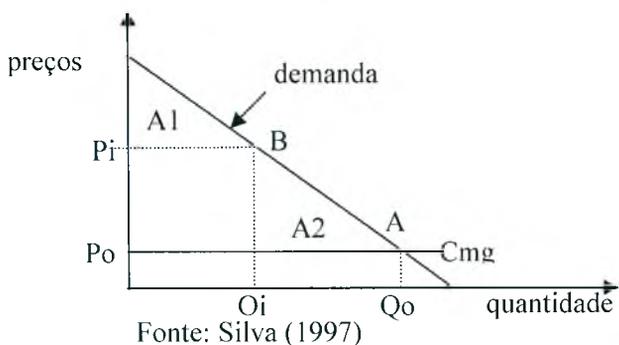


Figura 2.8 – Custo de oportunidade do recurso

C_{mg} = custo marginal da produção ou custo de extração de uma unidade adicional (m^3) de madeira;

P_i = preço de mercado do m^3 da madeira;

Q_i = quantidade produzida (m^3 de madeira)

A (P_o, Q_o) = equilíbrio competitivo

B (P_i, Q_i) = recurso exaurível, considerando-se o custo de oportunidade ($P_i - P_o$);

A1 = benefício do produtor, que é a transferência do excedente do consumidor;

A2 = perda social líquida no presente pela não exploração total dos recursos, que corresponde ao benefício legado às gerações futuras.

Ganhos e perdas de bem-estar resultante de uma decisão de investimento ocorrerão ao longo de um dado horizonte de tempo. Assumindo-se que estas variações de bem-estar se traduzem em valores monetários, para somá-las e compará-las, deve-se adotar uma taxa de desconto para representar a equivalência entre um ganho (ou perda) hoje e um ganho (ou perda) no futuro. Esta taxa é positiva, uma vez que os indivíduos preferem o consumo presente ao consumo futuro, em vistas das incertezas. Além do que, valores monetários podem, uma vez invertidos, gerar fluxo de produção ou gerar juros, se simplesmente aplicados no mercado financeiro à taxa oferecida.

Para se comparar valores de tempos distintos, é preciso antes “trazê-los” todos ao equivalente hoje. Logo, a alocação de recursos no horizonte de tempo (t) deve ser tal que a soma dos benefícios ao longo do tempo ($B_1, B_2, B_3, \dots, B_t$), deve exceder a soma dos custos ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_t$), ou seja, maior que zero. Trata-se de transformar, usando-se uma taxa de desconto, todos os custos e benefícios ocorridos em cada período, nos seus respectivos valores atuais de hoje e determinar a diferença entre eles. Pode-se visualizar este fato na Figura 2.8.

Na economia em concorrência perfeita, a taxa de juro equivale à igualdade entre a taxa pela qual os indivíduos estariam dispostos a postergar seu consumo e a taxa que os tomadores de recursos estariam dispostos a pagar. A primeira é denominada de taxa de desconto de consumo e a segunda, custos de oportunidade do capital ou taxa do retorno do capital. Visualizando a Figura 2.8, verifica-se que o custo de oportunidade do recurso é representado pela diferença entre o preço de mercado do m^3 de madeira (P_i) e o preço de equilíbrio competitivo (P_o), sendo que à medida que esse custo cresce o benefício do produtor diminui, aumentando a perda social líquida presente, possibilitando a preservação do recurso.

2.7.3.2 Floresta como recurso natural renovável

O contrário do que ocorre com os recursos exauríveis que a quantidade (X) é fixa, o estoque de recursos renováveis cresce segundo a lei natural que rege o crescimento de cada tipo de recurso. Seja $f(X)$ a expressão dessa lei. Portanto: $dx / dt = f(X)$

A função $f(X)$ expressa a hipótese de que o crescimento do recurso depende de seu estoque. Em se tratando de fenômenos biológicos essa é a hipótese usual.

Outra hipótese que se considera para possibilitar a introdução, de forma precisa, de dois importantes conceitos da economia de recursos é a de que $f(X)$ se comporta segundo uma parábola.

O primeiro conceito de *carrying capacity*, definido como estoque máximo que pode ser mantido indefinidamente, sem comprometer a capacidade de regeneração do recurso.

Outro conceito é o de extração máxima sustentável, conceito ótimo, a que se refere a ciência florestal, quando trata do uso dos recursos florestais.

A extração máxima sustentável é aquela taxa de extração (q_t^*) que mantém o estoque no nível X^* , correspondente à taxa de crescimento máximo $(dX/dt)^*$, conforme demonstra a função de crescimento.

Pressupondo que a receita da extração seja dada por $p(q_t)$ e que o custo total, como no caso dos recursos exauríveis, possa ser expressa pela função $c(x_t, q_t)$. Para se determinar o volume de recurso a ser extraído por período de tempo (q_0, q_1, \dots, q_t), de forma que o lucro da exploração seja maximizado ao longo de toda a trajetória de extração, que varia de zero a infinito, a restrição que se impõe é que: $dX_t / dt = f(X) - q_t$

Em comparação com os recursos exauríveis, a diferença é que no presente a função de crescimento substitui a quantidade fixa do estoque (Q) na restrição.

Dessa forma:

$$\text{Max}_{q_t=0}^t \int [p(q_t) - c(x_t, q_t)] e^{-rt} \cdot dt$$

Sujeita à restrição:

$$dX_t / dt = f(X) - q_t$$

Trata-se de um problema de controle ótimo cuja solução pode ser vista em FISCHER (1981). No entanto, para evitar a utilização de instrumentos matemáticos mais

sofisticados, conforme proposto por CUNHA (1988), suponha que para determinar-se a taxa ótima de extração q_1^* , em vez de demonstrar toda a trajetória ótima de extração, é suficiente mostrar que num período “t” qualquer que seja a taxa de extração que maximize o lucro seja diferente de q_1^* . Nessa versão estática, o problema pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Max } [p \cdot (q_0) - c(x_0, q_0)]$$

Sujeito à restrição: $q_0 \leq X_0$

Para eliminar a desigualdade, a restrição pode ser reescrita como:

$$q_0 = \alpha \cdot X_0, \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

Aplicando-se Lagrange:

$$L = p \cdot q_0 - c(X_0, q_0) + \lambda (q_0 - \alpha \cdot X_0)$$

Condições de primeira ordem para a Maximização:

$$dc / dq_0 = p - \lambda$$

$$dc / dX_0 = \alpha \lambda$$

$$q = \alpha \cdot X_0$$

Conclui-se que:

$$p = dc/dq + 1/\alpha \cdot dc/dX$$

Essa equação exprime a condição de eficiência da empresa madeireira. Assim, no período zero, deverá ser extraída a quantidade q_0 tal que o preço seja igual à soma do custo marginal da produção acrescido da fração $1/\alpha$ do aumento do custo provocado pela redução do estoque. Essa condição é válida para qualquer período.

Deve-se levar em conta que a taxa de extração que maximiza o lucro, q_0 , leva em conta exclusivamente as relações de custo, receita e a restrição de que o volume extraído do recurso supere o montante disponível. Se o preço do recurso e a taxa de desconto forem elevados, se for baixo o custo marginal de extração e se for longo o tempo de recuperação,

pode perfeitamente acontecer que a taxa de extração que maximize o lucro supere a taxa de regeneração natural a qualquer nível de estoque. Neste caso, o recurso, embora renovável, tenderá à exaustão.

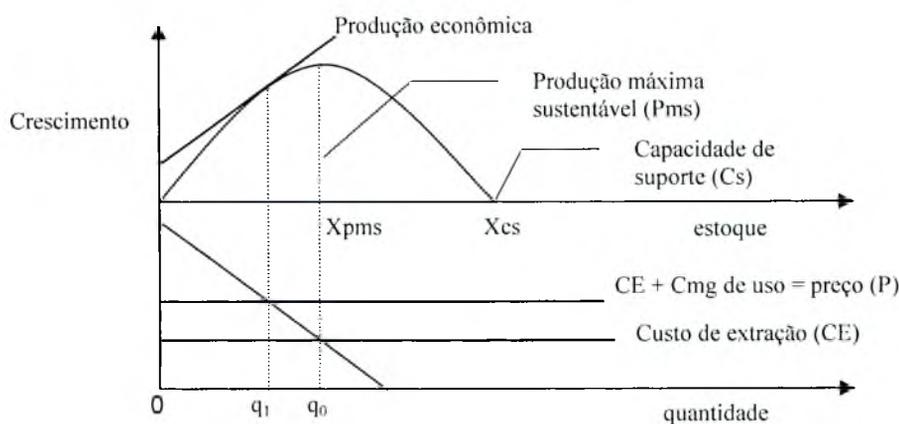
Nos recursos renováveis, é fisicamente viável o *steady state* na produção, desde que seja respeitada a taxa de regeneração natural, o recurso pode manter-se indefinidamente, com o estoque até o limite de sua capacidade de suporte (capacidade de sustentação) (C_s).

O conceito de extração máxima sustentável, conceito ótimo que se refere à ciência florestal, quando trata da utilização de recurso florestal, ou seja, o manejo florestal sustentável, é que a taxa de extração (q^*) que mantém o estoque no nível X^*_{pms} corresponde à taxa de crescimento máximo $(dX / dt)^*$, que é o nível máximo da capacidade de regeneração do recurso, segundo expressa a função de crescimento $P = dc/dq + 1/\alpha \cdot dc/dx$, (Figura 9).

Entretanto, a produção máxima sustentável não é o nível de extração eficiente. Esta última apresenta um determinado custo e ela terá que necessariamente ser menor que X_{pms} . Define-se a extração sustentável eficiente a que maximiza a diferença entre o benefício total (receita total) obtida pela venda dos produtos e o custo total do esforço de sua extração. Ou seja, é a quantidade (q_1) onde o esforço da extração equivale ao preço (P).

A taxa de extração que maximiza o lucro (q_0) leva em conta os mesmos princípios de análise para a extração com estoque zero, a floresta como recurso exaurível⁸.

A Figura 2.9 representa um comportamento estimativo da floresta.



Fonte: Margulis (1996)

Figura 2.9 - Produção máxima sustentável: o ótimo biológico (baseado em Fischer, 1981).

⁸ Os trabalhos de Fisher (1981) e Fearnside (1986) apresentam uma ampla abordagem metodológica da economia dos recursos naturais exauríveis ou renováveis.

2.8. Avaliação econômica

2.8.1. Análise econômica

O mérito de um plano ou projeto é função de uma análise em que se determinam relações entre os benefícios gerados e custos imputados.

Os benefícios e custos de um projeto dependem do ponto de vista em que se situa o avaliador. Se o mesmo adota o ponto de vista empresarial, o resultado do projeto é o lucro que ele passa a gerar em cada ano da sua vida útil, e os gastos são os investimentos e custeios que a empresa deve efetuar para gerar esses lucros. Entretanto, se o analista se situa do ponto de vista da coletividade, o conceito muda e é necessário observar também se o projeto gera ocupação, poupança de divisas, emprego de recursos naturais, etc. (BUARQUE, 1984).

Assim, a floresta pode ser avaliada de acordo com o sistema extrativo adotado, ou seja, se tratada como recurso exaurível ou se renovável.

Considerando-se que o Valor Presente Líquido – VPL – é a maneira mais imediata do fluxo de caixa atualizado para se determinar o mérito de um projeto, desde que, a taxa de juros reflita o custo de oportunidade do capital, o VPL representa o valor atual dos benefícios gerados por um investimento. Se os valores calculados forem superiores a zero, admite-se a viabilidade do projeto. A determinação do VPL pode ser feita através da fórmula matemática:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r^*)^t}$$

Onde:

B_t = benefício em cada ano do projeto

C_t = custo em cada ano do projeto

N = número de anos do projeto

r^* = taxa de juros

$t = 0, 1, 2, 3, \dots T$

A relação benefício/custo (R_b/c) é determinada pela divisão do fluxo de benefícios, pelo fluxo de custo do projeto, atualizados à taxa de juro, que reflete o custo de oportunidade. Caso os valores obtidos sejam superiores a unidade, entende-se que a

extração florestal nos níveis avaliados é viável. A fórmula matemática que busca obter esse resultado é:

$$Rb/c = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r^*)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r^*)^t}}$$

A Taxa Interna de Retorno -TIR-, determinada para o fluxo de benefícios incrementais líquidos, é a taxa de juro que torna o VPL do fluxo considerado igual a zero. É, portanto, o juro máximo que um projeto pode pagar pelos recursos utilizados, caso deseje-se remunerar todos os custos efetuados.

O cálculo da TIR processa-se pela fórmula matemática que segue:

$$TIR = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r^*)^t} \quad r^* = \text{taxa de juros}$$

Caso o valor obtido para a TIR supere o custo de oportunidade do capital, há viabilidade de extração do recurso.

Considerou-se, em termos metodológicos, para procedimento de análise, que a floresta está sendo manejada adequadamente e tratada como recurso renovável.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este estudo tem por base o plano de manejo florestal sustentável - PMFS-, sob o protocolo nº 1684/94-IBAMA/PA, denominado Fazenda Castelo I, que está localizado no Sul do Estado do Pará, no município de Altamira, nas coordenadas geográficas 07° 40' 11,1" S e 56° 00' 15,7" W, margem esquerda do rio Novo, afluente do rio Jamanxim.

A região onde se encontra o imóvel é área de baixa densidade populacional, distante cerca de 60 km em linha reta da comunidade mais próxima (Castelo dos Sonhos).

A propriedade tem 10.600 ha, sendo 10.321,8 ha de efetivo manejo, cortada por 131,42 ha de estradas. A extração iniciou-se em 1995, com a unidade de produção anual (UPA), antes denominada de talhão, de 2.064,36 ha/ano, com encerramento no ano 2000.

A Figura 3.1 mostra a localização espacial do plano de manejo objeto deste estudo, instalado no município de Altamira – PA.

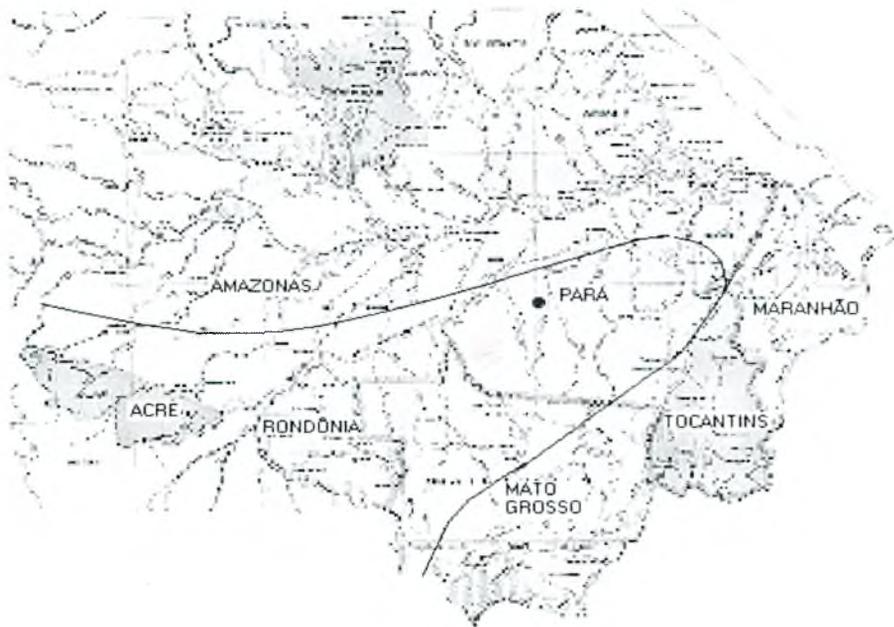


Figura 3.1 – Localização espacial do PMFS nº 6414/94, dentro da zona de ocorrência natural do mogno.

3.2. PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Os dados considerados neste estudo compreendem as seguintes etapas do plano de manejo florestal:

- a) Inventário florestal do PMFS, que demonstra o potencial volumétrico das madeiras por espécie, de onde se permitiu realizar uma projeção dos ganhos de capitais e os investimentos necessários a boa condução do plano.
- b) Os valores pagos pelo proprietário nas fases de planejamento, extração, processamento, transporte e comercialização;
- c) Os valores da pauta tributária da Secretaria de Fazenda do Estado do Pará, em que estabelece os valores mínimos de comercialização dos produtos florestais.

O sistema de manejo policíclico de uso múltiplo, que enseja o retorno à UPA inicial em período mais curto de tempo, foi o proposto para a área de 10.600,00 ha. A área sob manejo florestal foi dividida em cinco UPA's de 2064,36 ha.

Efetivada a extração das madeiras na 1ª UPA, que passa a ser o primeiro ano de intervenção na floresta, espera-se um período de 30 anos para efetuar uma nova extração madeireira nessa mesma UPA. Logo, o ciclo de corte estabelecido para o PMFS é de 30 anos.

Dentro do universo de planos de manejo florestal sustentável aprovados pelo IBAMA, elegeu-se somente um como objeto do presente estudo, levando-se em consideração:

- a) estar em situação regular junto ao IBAMA, quanto à execução e manutenção do plano, bem como às prestações de contas mensais de movimentação de produtos florestais;
- b) encontrar-se o plano em fase de exploração ou manutenção;
- c) haver disponibilidade de informações gerais sobre o plano;
- d) possuir serraria própria do detentor do plano;
- e) comercializar seus produtos nos mercados interno e externo; e
- f) disposição do detentor em colaborar no estudo.

A escolha deste PMFS se deu em função de sua localização em área estratégica, onde a atividade florestal é a base da economia regional, cuja produção de madeiras é absorvida nos mercados interno e externo.

3.3. CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os valores que compõem os custos de produção são a seguir discriminados, seguindo o modelo de avaliação proposto por SILVA (1997).

3.3.1. Custo anual da terra (CAT)

O custo anual da terra foi determinado pela seguinte equação:

$$CAT = Pt \cdot A \cdot i / Va$$

sendo:

Pt = preço pago por hectare em Reais (R\$);

A = área da propriedade em ha;

i = taxa de desconto (taxa de juros de remuneração do capital terra) ao ano;

Va = volume anual de madeira em m³.

3.3.2. Custo de elaboração do plano (CEP)

Refere-se aos custos de elaboração do plano de manejo que fora terceirizado, sendo: CEP = custo do plano em Reais (R\$) / volume total de madeira (m³).

3.3.3. Custo de infraestrutura operacional (CIE)

É considerado como o custo incidente no m³ de madeira a produzir devido aos investimentos em infraestrutura (construções, máquinas e equipamentos).

Com base nas determinações da engenharia econômica para estudos de análise de investimento, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CIE = \frac{V_0 \cdot i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Onde:

V_0 = valor total do investimento em infra-estrutura em Reais (R\$);

i = taxa anual de juros para remunerar o capital investido ao ano;

n = vida útil do investimento em anos.

3.3.4. Custo de tratamentos silviculturais (CTS)

Compreende o somatório do custo de todas as operações essenciais ao plano de manejo. Os valores foram fundamentados em rendimentos operacionais da própria empresa, ajustados aos dados técnicos da STCP (1998) e IMAZON (BARRETO, 1998). As atividades previstas são: (i) inventário pré-corte; (ii) delineamento do plano de exploração; (iii) limpeza de melhoramento e cortes de condução; (iv) enriquecimento; e (v) monitoramento.

3.3.5. Custo de extração (CE)

Compreende o somatório dos custos de todas as operações básicas para instalação e execução física do plano de manejo, que são (i) construção dos ramais; (ii) manutenção dos ramais; (iii) construção dos pátios; (iv) marcação das árvores; (v) derrubada com motosserra; (vi) arraste de toras; (vii) traçamento; e (viii) carregamento e descarregamento.

3.3.6. Custo de transporte para a serraria (CTR)

Refere-se à despesa necessária para a remessa das madeiras da área de extração à serraria, aonde serão beneficiadas.

3.3.7. Custo total da madeira em tora na serraria (CTOT)

O custo total da madeira em tora colocado no pátio da serraria foi calculado pela seguinte expressão:

$$CTOT = CAT + CEP + CIE + CTS + CE + CTR$$

Sendo,

CAT = custo anual da terra;
CEP = custo de elaboração do plano de manejo;
CIE = custo de infraestrutura operacional;
CTS = custo de tratamentos silviculturais;
CEX = custo de extração;
CTR = custo de transporte.

3.3.8. Custo de desdobro (CDD)

Refere-se ao custo do processamento mecânico para a transformação da madeira em tora para serrada.

3.3.9. Custo de transporte da madeira serrada para Belém-PA

Refere-se ao custo decorrente da transferência da madeira serrada, utilizando-se de transportes rodoviário e fluvial.

3.3.10. Custo administrativo em Belém-PA

Refere-se ao custo fixo para a manutenção do funcionamento da empresa em Belém.

3.3.11. Custo da madeira serrada na exportação

Refere-se à somatória de todos os custos pertinentes a cadeia produtiva.

3.3.12. Preço da madeira no mercado local

Refere-se aos preços médios praticados no mercado local das madeiras em tora não oriundas de plano de manejo florestal.

3.3.13. Valor da madeira em pé

Refere-se ao valor máximo que se pode pagar em função da distância e do nível tecnológico utilizado. De acordo com o MMA (1999), o cálculo do valor máximo da madeira em pé pode ser realizado através da seguinte fórmula:

$$S = [F - ML - Prc].Y - Ext - Trp.D$$

Onde:

S = valor máximo da madeira em pé (R\$/m³);

F = valor do produto serrado (R\$/m³ serrado);

ML = margem de lucro mínimo = 15% de F (R\$/m³ serrado);

Prc = custo de processamento (R\$/m³ serrado);

Ext = custo de extração (R\$/m³ tora);

Trp = custo de transporte (R\$/m³ tora);

D = distância entre local de extração e processamento (km);

Y = fator de conversão de madeira em tora para madeira serrada.

3.5. MÉTODOS

Os dados apurados no inventário florestal, de amostragem aleatória, com 50 unidades amostrais (ua's) de 2.500 m² cada, constantes no PMFS, serviram de base para o estabelecimento da cadeia produtiva.

A empresa optou pelo método policíclico para exploração de sua floresta visto considerar a possibilidade de nova intervenção na área já explorada, em tempo menor que a rotação, caso haja viabilidade econômica para a retirada dos volumes das demais espécies autorizadas pelo IBAMA.

A comprovação das principais espécies trabalhadas pela empresa foi feita através do levantamento nas Fichas de Prestação de Conta Mensal do IBAMA, bem como o volume exportado das madeiras do PMFS, referentes aos anos de exploração (1995 a 1999).

O levantamento das informações e dados relativos à elaboração, implantação, execução e manutenção do plano de manejo, como também ao processamento e

comercialização de madeiras foi realizado junto ao proprietário do empreendimento e seu Engenheiro Florestal, intitulado Responsável Técnico.

As fases de extração da madeira e de transporte rodoviário e fluvial são terceirizados, devidos aos elevados gastos com aquisição e manutenção dos equipamentos e maquinários, fato verificado por experiência própria do empresário detentor do PMFS, que demonstrou sua inviabilidade em investimentos nesses segmentos.

Considerou-se o mercado local, onde se processam as negociações de oferta e demanda, como o ponto de referência para comparação de custos e preços dos produtos decorrentes do PMFS e da concorrência, em virtude dos diferentes raios econômicos dos centros de produção e de consumo.

Os preços das madeiras em tora e serradas no mercado local (Novo Progresso-PA), os quais concorrem com os produtos do PMFS, e os dispêndios médios para o desdobro das madeiras na serraria (Novo Progresso-PA) e os custos administrativos de sua unidade em Belém-PA foram fornecidas pelo próprio empresário, baseados na sua contabilidade.

Os fluxos de receita e custo, os valores correntes, fator de atualização (taxa de desconto), valores atuais, benefícios líquidos, análise de sensibilidade, valor presente líquido (VPL), relação benefício/custo (Rb/c) e a taxa interna de retorno (TIR), foram os indicadores utilizados para a avaliação econômica do plano de manejo florestal sustentável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ABUNDÂNCIA, DOMINÂNCIA, FREQUÊNCIA, ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) E VOLUME.

A Tabela 4.1 (apêndice A) apresenta a relação das 35 espécies encontradas por ocasião da realização do inventário florestal⁹, identificando-as por nome comum, nome científico e família.

A Tabela 4.2 (apêndice B) traz um diagnóstico da cobertura florestal existente na área do plano de manejo. Nela, estão representadas as 21 espécies comerciais, que possuem valor econômico e demanda, e seus respectivos volumes contidos nas classes diamétricas superiores ou iguais a 45 cm, e que têm potenciais de extração.

Contudo, a empresa detentora do PMFS selecionou as seguintes espécies a serem extraídas, em função de seu mercado externo: mogno, cedro, andiroba, anjelim-vermelho, freijó, ipê, jatobá e maçaranduba.

A base de estudo se pautou exclusivamente nessas espécies selecionadas, onde se buscou demonstrar a viabilidade do PMFS, através do processamento do fluxo extrativo e comercial madeireiro.

As demais espécies são ainda inviáveis economicamente de serem extraídas, em virtude da grande distância da área do PMFS aos centros consumidores, associada à elevada oferta dessas madeiras no mercado. Assim, a própria empresa está preservando essas espécies, até o momento em que houver viabilidade econômica para a sua extração comercial. Em outras palavras, significa dizer que a intervenção na floresta depende da demanda por certas espécies, quer sejam elas novas ou alternativas¹⁰, adotando-se assim o método policíclico no uso da floresta.

Observa-se que dentre as 21 espécies potencialmente econômicas, o mogno apresenta 1,2 árvores por hectare, com diâmetro à altura do peito - DAP – maior ou igual a 45 cm ($DAP \geq 45\text{cm}$), o que equivale a 3,71% do total de árvores levantadas (32,38 árvores/ha).

Analisando-se os quantitativos referentes à extração, verifica-se que os 36,654 m³/ha das espécies selecionadas representam 44,75% do total disponível para a retirada na

⁹ Considerou-se para efeito deste estudo que os resultados do inventário florestal são corretos e representam a composição da área objeto do PMFS, face a sua aprovação pelo IBAMA.

¹⁰ Espécies alternativas ou substitutivas são aquelas que possuem características físicas e/ou mecânicas compatíveis com as da espécie demandada, e possuem preços inferiores.

área. As 21 espécies citadas na Tabela 2 totalizam 81,906 m³/ha disponíveis à extração florestal.

A composição e a estrutura da floresta com diâmetro menor de 45 cm encontra-se listada na Tabela 4.3 (apêndice 3). Ela representa o estoque em crescimento para as futuras intervenções extrativas.

4.2 ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO E RECEITA

A produção anual por espécie é apresentada na Tabela 4.4 e refere-se somente aos quantitativos volumétricos exclusivamente das espécies prioritárias definidas pela empresa proprietária do PMFS.

Tabela 4.4 – Produção anual por espécie

Nome comum	Espécie	Volume/ha da UPA (m ³ em tora/ha)	Volume total da UPA (m ³ em tora para 2064,36 ha)
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	5,45	11.250,76
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	7,04	14.533,09
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	5,53	11.009,23
Angelim vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	5,53	11.407,65
Freijó	<i>Cordia goeldiana</i>	2,22	4.593,20
Ipê	<i>Macarobium pendulum</i>	3,86	7.962,24
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	5,39	11.128,96
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	1,83	3.781,91
TOTAL		36,65	75.667,04

4.2.1. Índices de rendimento

A exportação de madeira de qualidade superior¹¹ (FAS a Nº1 Comum e melhor) trás bons retornos financeiros. Para tanto, a formação de um lote dessa categoria implica necessariamente no aumento do consumo de tora, devido à proporcionalidade de qualidades intrínsecas em cada espécie florestal, associadas à espessura do brancal (alburno) e do miolo (cerne) e da disposição das fibras. Assim, os índices de rendimentos obtidos na conversão de madeira em tora para serrada estão listados na Tabela 4.5, que

¹¹ A norma norte-americana National Hardwood Lumber Association - NHLA - é a mais utilizada para a classificação das madeiras no comércio internacional de madeiras tropicais. No Brasil, são utilizados os seguintes padrões de classificação: FAS para as madeiras de 1ª e 2ª qualidades; FAS SHORT para peças curtas de FAS, Nº1 Comum (e melhor), de qualidade intermediária e Nº2 Comum, de média-inferior. Não há mercado externo para as classificações nº3 e nº4, de inferiores qualidades.

divergem significativamente do índice padrão do IBAMA, de 1,8, que corresponde a 55% de rendimento e 45% de perda.

Um fato agravante é que o mercado externo é muito exigente quanto às dimensões estruturais (largura e comprimento) da peça de madeira, dada a padronização de mercadoria (madeiras bitoladas), o que faz aumentar o índice de perda, já que praticamente não se admite o aproveitamento de peças curtas. O mogno é exceção. Ele pode ser comercializado em quaisquer dimensões de serragem, devido as suas excelentes qualidades físicas e mecânicas.

Tabela 4.5 – índices de rendimento da madeira serrada de qualidade superior

Espécie Florestal	Índice	Rendimento	Perda
Mogno	2,0	50%	50%
Cedro	2,5	40%	60%
Andiroba, Angelim Vermelho, Freijó, Ipê, Jatobá,	3,0	33,4%	66,6%
IBAMA	1,8	55%	45%

Índice médio ponderado = 2,696

Esses índices apontam as necessidades de madeiras em tora para produção de madeira serrada. Desse modo, para produzir 1m³ de madeira serrada de mogno tipo exportação, precisa-se de 2 m³ de madeira em tora. Para o cedro, a necessidade passa para 2,5m³ de madeira em tora. Já para as demais espécies, a relação é ainda pior, ou seja, precisa-se de 3m³ de madeira em tora para se produzir 1m³ de madeira serrada tipo exportação.

Por outro lado, verifica-se um elevado grau de desperdício de madeiras. O desperdício é composto de todas as perdas devidas à produção da madeira serrada de “qualidade exportação”. Muita madeira pode ser ainda aproveitada do “desperdício” para abastecimento do mercado interno. Obtém-se, assim, outro índice, denominado de índice de aproveitamento, que varia em função do parque industrial instalado. Realizado o aproveitamento, restam somente os resíduos, que são utilizados na geração de calor em caldeiras, ou simplesmente queimados a céu aberto.

Caso fosse aplicado o índice padrão do IBAMA, a empresa poderia utilizá-lo como subterfúgio, declarando a movimentação de entrada de madeira em tora em volume menor ao real consumido. Com isso, seria possível adquirir matéria-prima clandestina para o seu abastecimento.

Em geral, o fisco do IBAMA realiza o cálculo inverso, ou seja, parte-se do volume de madeira serrada e aplica-se o índice de 1,8 para se chegar ao volume em tora,

sem se preocupar quanto ao nível de qualidade do produto, ensejando em erro de cálculo significativo. Se procedido deste modo, a empresa teria saldo positivo nas seguintes proporções: mogno 11,11%, cedro 38,89% e madeiras duras 66,67%. Este índice favorece as empresas que têm baixa rentabilidade no processamento da madeira, e prejudica àquelas que otimizam sua produção, as mais eficientes. Portanto, é um índice irreal que necessita ser revisto em prol da comunidade do setor florestal e das florestas.

Para a determinação da receita apresentada na tabela 4.6, foram considerados os índices de rendimentos obtidos em cada espécie florestal e os preços por elas alcançados na exportação de seus produtos.

O mercado externo é o alvo principal dos negócios da empresa, onde são exportadas as madeiras serradas de melhores qualidades, consagradas por elevados preços relativos, que geram a principal receita, ficando as demais partes da madeira (resíduos, peças curtas, refugos, etc.) para o abastecimento do mercado interno, as quais geram receitas secundárias, consideradas como reserva técnica, para atender dispêndios extras não programados (inúmeras quebras de maquinários, acidentes, indenizações, etc), porém não inseridas nos cálculos como fonte de renda do PMFS, em razão das grandes variações de preços dos produtos derivados do aproveitamento e desperdício.

Tabela 4.6 – Produção e receita da UPA para as espécies florestais

Espécie	Volume tora (m ³)	%	Volume serrado (m ³)	%	Preço médio* Exportação (R\$/m ³)	Receita (R\$/ano)	%
Mogno	11.250,76	14,87	5.625,38	20,04	1139,20	6.408.432,90	27,82
Cedro	14.533,09	19,21	5.813,24	20,71	712,00	4.139.026,88	17,97
Andiroba	11.009,23	14,55	3.669,74	13,07	676,40	2.482.212,14	10,78
Angelim vermelho	11.407,65	15,07	3.802,55	13,55	801,00	3.045.842,55	13,22
Freijó	4.593,20	6,07	1.531,07	5,46	694,20	1.062.868,79	4,61
Ipê	7.962,24	10,52	2.654,08	9,46	854,40	2.267.645,95	9,84
Jatobá	11.128,96	14,71	3.709,65	13,22	712,00	2.641.270,80	11,47
Maçaranduba	3.781,91	5,00	1.260,64	4,49	783,20	987.333,25	4,29
TOTAL	75.667,04	100	28.066,35	100	820,72	23.034.633,26	100

* US\$ 1.00 = R\$ 1,78 (01.08.00)

Na Tabela 4.6, constam os resultados globais de produção e receita, discriminados por ano. Os volumes a serem extraídos são 75.667,04 m³/ano e a receita estimada em R\$23.034.633,26.

Em relação à participação das espécies, o mogno representa 14,87% do volume em tora, que corresponde a 20,04% em volume de madeira serrada, e 27,82% da receita.

Dentre as espécies de maior significância, em termos de produção e receita, destacam-se também o cedro com 14.533,09 m³ e R\$ 4.139.026,88 anuais, e angelim vermelho com 15,07% do volume e 13,22% da receita.

Essas três espécies representam 59,01% da receita da UPA.

4.3. ESTIMATIVA DE CUSTOS

Os valores reais apurados pela própria empresa florestal para o planejamento e implementação do plano de manejo florestal, desde a aquisição de terras, elaboração do PMFS, investimentos em infraestrutura, tratamentos silviculturais, até a comercialização, estão a seguir discriminados.

Segundo informações fornecidas pelo proprietário da empresa, a área total foi adquirida no ano de 1994, através de transferência de justa-posse. Naquela ocasião, a área era de difícil acesso, razão do baixo preço do imóvel.

Cabe aqui destacar uma peculiaridade na região quanto à sistemática de extração e transporte de madeira. Em geral, os empreiteiros realizam essas atividades, mediante contratos de responsabilidades, e possuem todos os equipamentos e maquinários necessários para tais operações, inclusive mão-de-obra treinada.

À empresa cabe a administração do PMFS e a abertura e manutenção da estrada principal. Devido às condições climáticas e da fragilidade do solo da região, as 3 manutenções anuais da estrada principal se fazem necessárias para que os veículos pesados possam transportar as madeiras da área do projeto (PMFS) à serraria. Somente 5 a 6 meses por ano, a estrada é transitável, nos demais as chuvas inviabilizam qualquer deslocamento dos veículos.

Durante o período da safra madeireira (período seco), toda a infraestrutura técnico-operacional está disponibilizada no projeto, tais como: engenheiro florestal (residente na área), identificador botânico, mateiros, laboratório médico (exame de sangue, fezes, urina, medicamentos), rádio amador, oficina completa, cozinha completa.

A extração é orientada pelo engenheiro florestal da empresa, que acompanha todas as operações de abertura de estradas internas (ramais e esplanadas), marcação de árvores para abate e remoção das toras.

A cadeia de custódia da madeira contempla os valores utilizados na aquisição de terras, passando pelas fases de extração, processamento, transporte até a comercialização.

As variáveis constantes na Tabela 4.7 estabelecem o ponto de partida para a definição do custo total de produção de um plano de manejo florestal.

Tabela 4.7 – Dimensionamento do imóvel rural e composição do PMFS

área da propriedade	10.600	ha
área da UPA	2.064,36	ha
produção por hectare	36,654	m ³ /ha
nº de UPA	5	unidades
nº de ciclo de corte	1	ano

Considerando-se os dados da Tabela 4.7, foram levantados os custos intermediários que compõem o custo total de produção florestal, utilizando-se, como referência, os dados de rendimentos de maquinários e de pessoal da empresa de STCP Consultoria Florestal Ltda (1998) (apêndice D).

4.3.1. Custo anual da terra (CAT)

No cálculo do custo anual da terra, considerou-se a remuneração deste recurso à base de 8% ao ano. A opção por uma taxa inferior à taxa usual ofertada pelo mercado (12%) deve-se à maior segurança ao investimento em terras em relação ao mercado financeiro e é praticada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social - BNDES.

O custo anual da terra por m³ a produzir foi determinado pela seguinte equação:

$CAT = (\text{preço da terra} \times \text{área da propriedade} \times \text{taxa de juros de remuneração do capital terra}) / \text{produção anual}$

$$CAT = (R\$89,00/\text{ha} \times 10.600\text{ha} \times 8\%) / (36,654\text{m}^3/\text{ha} \times 2.064,36\text{ha})$$

$$CAT = R\$75.472,00 / 75.667,05$$

$$CAT = R\$ 1,00/\text{m}^3$$

4.3.2. Custo de elaboração do plano (CEP)

Refere-se aos custos dos trabalhos necessários à elaboração do plano de manejo. Seu custo por m³ de madeira a produzir foi determinado pela seguinte equação:

$$CEP = \text{custo do plano} / \text{produção total (m}^3\text{)}$$

$$CEP = R\$ 80.000 / (5 \times 2.064,36 \times 36,654)$$

$$CEP = R\$ 0,21 / \text{m}^3$$

4.3.3. Custo de infraestrutura operacional (CIE)

É considerado como o custo incidente no m³ de madeira a produzir devido aos investimentos em infraestrutura (construções, máquinas e equipamentos). Em média, tem-se:

a) investimentos em construções básicas: R\$ 250.000,00

Contendo: sede administrativa, residência do gerente, residência dos funcionários, alojamento/refeitório, garagem de equipamentos, almoxarifado, depósito de combustível, oficina, reservatório de água potável, abrigo para grupo gerador, com cerca de 1.000 m² de área construída.

b) investimentos em máquinas e equipamentos básicos: R\$ 700.000,00

Contendo: estação de rádio fixa, estação de rádio móvel, veículo pick-up, veículo utilitário, grupo gerador, moto-bomba, móveis de escritório, móveis para residência, móveis para alojamentos, equipamentos para refeitório, móveis para almoxarifado, móveis e ferramentas para oficina mecânica, ferramentas diversas, tratores de esteira e pneus.

Com base nas determinações da engenharia econômica para estudos de análise de investimento, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CIE = VI \times (1+i)^n \times i / [(1+i)^n - 1] / PA \times n$$

Onde:

VI = valor total do investimento em infraestrutura em Reais (R\$);

i = taxa anual de juros para remunerar o capital investido;

n = número de anos de vida útil do investimento;

PA = produção anual de madeira em m³.

Considerando uma taxa de remuneração para o investimento de 8% aa, e um período de depreciação igual a 5 anos¹² (período de corte), o custo por m³ a produzir devido às construções básicas soma: $CIE_1 = R\$ 250.000,00 \times (1,08^5 \times 0,08) / (1,08^5 - 1) / (2.064,36 \times 36,654 \times 5) \rightarrow CIE_1 = R\$ 0,17$ por m³

¹² A vida útil de 5 anos sem valor residual se justifica pela modalidade de extração madeireira adotada, onde se concentram todas as atividades nos primeiros 5 anos, correspondentes a maior intensidade de uso dos equipamentos e construções. No restante do período, a floresta fica em descanso. Não implica porém que eles estarão inúteis no final do prazo considerado.

Considerando uma vida útil para os equipamentos de 5 anos, o custo por m³ devido ao investimento em equipamentos somará: $CIE_2 = R\$ 700.000,00 \times (1,08^5 \times 0,08) / (1,08^5 - 1) / (2.064,36 \times 36,654 \times 5) \rightarrow CIE_2 = R\$ 0,47$ por m³

A abertura da estrada principal teve um custo de R\$ 312.500,00, correspondente a R\$ 0,83/m³.

A manutenção dos 125 km da estrada principal é feita 3 vezes ao ano, até o 5º ano, e 1 vez nos anos 10, 15, 20 e 25, a título de conservação, consumindo R\$ 2.968.750,00, ou melhor, R\$ 7,85/m³.

Portanto, o custo para formação da infraestrutura soma: CIE= R\$ 9,32 por m³. A Tabela 4.8 apresenta os valores dos dispêndios de responsabilidade do proprietário do PMFS.

Tabela 4.8. Custo da infraestrutura operacional devido ao proprietário

construções básicas	R\$ 0,17 / m ³
máquinas e equipamentos	R\$ 0,47 / m ³
abertura da estrada principal	R\$ 0,83 / m ³
manutenções da estrada principal	R\$ 7,85 / m ³
TOTAL	R\$ 9,32 / m ³

4.3.4. Custo de tratamentos silviculturais (CTS)

Compreende o somatório do custo de todas as operações essenciais ao plano de manejo. Os valores foram fundamentados em rendimentos operacionais da própria empresa, descritos na Tabela 4.9, ajustados aos dados técnicos do STCP (1998) e AMAZON (BARRETO, 1998).

O monitoramento será realizado durante os 30 anos de vigência do PMFS, até completar a rotação silvicultural, por 8 operários permanentes, cujo custo anual é de R\$ 46.800,00. Os demais itens, somente nos 5 primeiros anos.

Tabela 4.9. Custo de tratamentos silviculturais no PMFS

Atividade	R\$/m ³
inventário pré-corte	0,21
delineamento do plano de exploração	0,23
limpeza de melhoramento e cortes de condução	0,39
enriquecimento	0,46
monitoramento	3,71
TOTAL	5,00

4.3.5. Custo de extração (CEX)

Compreende o somatório dos custos de todas as operações básicas ao plano de manejo. Muito embora essa atividade de extração seja terceirizada, exceto a construção da estrada principal de ligação do PMFS à serraria, o valor global efetivamente pago aos empreiteiros está fracionado nas proporções descritas na Tabela 4.10. Os valores associados à extração da espécie florestal referem-se às despesas do empreiteiro com maquinários, alimentação, transporte de pessoal, acampamento, medicamentos e outros materiais e seu lucro.

O custo de extração do empreiteiro depende do valor comercial praticado para a espécie. Assim, a andiroba, angelim vermelho, freijó, ipê, jatobá e a maçaranduba custam R\$ 27,50/m³. O cedro custa R\$ 35,00/m³. Já o mogno custa R\$ 135,00/m³ (fuste e galhada) devido ao elevado preço praticado no mercado, aliada à baixa frequência e à dispersão irregular da espécie na área de ocorrência.

Tabela 4.10. Custo de extração da madeira

Processo	Atividades	Custos R\$	R\$/m ³	
extração	construção dos ramais	328.550,00	0,87	
	manutenções dos ramais	164.275,00	0,44	
	construção dos pátios	19.800,00	0,05	
	marcação das árvores		0,27	
	derrubada com motosserra		2,31	
	arraste de toras		2,73	
	traçamento		0,61	
	carga e descarga		1,93	
	sub-total			9,21
	valor associado à extração		custo total da extração	
	mogno	125,79	mogno	135,00
	cedro	25,79	cedro	35,00
	outras	18,29	outras	27,50
média ponderada			44,93	

Base de cálculo – vide apêndice D

4.3.6. Custo de transporte para a serraria (CTR)

Refere-se à despesa necessária para a remessa das madeiras da área de extração à serraria, aonde serão beneficiadas.

O transporte da área do projeto até a serraria também é terceirizado. O custo varia em função da densidade da madeira, devido à capacidade de carga do caminhão. Para

transportar as madeiras, num percurso de 125 km de estrada de chão, com retorno vazio, o custo é de R\$ 0,30 m³/km para as espécies mogno, cedro, freijó e andiroba, que têm densidades menores que 1 t/m³, aqui batizadas como madeiras leves. E de R\$ 0,35 m³/km para o angelim vermelho, ipê, jatobá e maçaranduba, com densidade igual ou superior a 1 t/m³, as madeiras duras. Ou seja, as madeiras leves sofrem um acréscimo de R\$37,50/m³ e as duras de R\$ 43,75/m³. A Tabela 4.11 apresenta o custo total de transporte da madeira em tora colocada na serraria, importando em R\$ 40,33 / m³ em tora colocada na serraria da empresa detentora do PMFS.

Tabela 4.11. Custo de transporte da madeira em tora disposta na serraria

Atividade	R\$/m ³
Transporte associado à espécie florestal:	
mogno, cedro, freijó e andiroba.....	37,50
angelim vermelho, ipê, jatobá e maçaranduba.....	43,75
Média ponderada	40,33

4.3.7. Custo total da madeira em tora na serraria (CTOT)

A madeira em tora colocada na serraria tem um custo médio ponderado de R\$ 100,79/m³. A extração (44,58 %) e o transporte (40,01%) respondem por 84,59% deste custo. A seguir, vêm a infraestrutura operacional (9,25%) e os tratamentos silviculturais com 4,96%. A Tabela 4.12 consolida o custo da produção de madeira em tora do PMFS posta na serraria, em Novo Progresso-PA.

Tabela 4.12. Custo total da madeira em tora na serraria

Centro de custo	Código	R\$/m ³	%
custo anual da terra	CAT	1,00	0,99
custo de elaboração do plano de manejo	CEP	0,21	0,21
custo de infraestrutura operacional	CIE	9,32	9,25
custo de tratamentos silviculturais	CTS	5,00	4,96
custo de extração	CEX	44,93	44,58
custo de transporte	CTR	40,33	40,01
TOTAL		100,79	100,00

Aqui cabe destacar os preços das madeiras ofertadas no mercado local, que podem ser legais (PMFS e autorização de desmatamento) ou irregulares (PMFS suspenso, desmates clandestinos, roubos de madeiras), os quais contribuem negativamente na implantação e execução do PMFS. Os resultados da comparação dos valores das madeiras do PMFS e os da concorrência estão expressos na Tabela 4.13.

Tabela 4.13. Valores comparativos de 1 m³ de madeira em tora no mercado local

Espécie	PMFS (R\$/m ³) (A)	CONCORRÊNCIA (R\$/m ³)* (B)	(A)-(B)	(A)/(B)(%)	(B)/(A)(%)
Mogno	188,03	270,00	-	69,64	143,59
Cedro	88,03	75,00	13,0	117,37	85,20
Andiroba	80,53	60,00	20,5	134,22	74,51
Angelim Vermelho	86,78	60,00	26,7	144,63	69,14
Freijó	80,53	60,00	20,5	134,22	74,51
Ipê	86,78	80,00	6,78	108,48	92,19
Jatobá	86,78	65,00	21,7	133,51	74,90
Maçaranduba	86,78	60,00	26,7	144,63	69,14

* dados fornecidos pelo proprietário do PMFS em análise.

Os volumes das espécies, advindos dos concorrentes, são muito instáveis e de grandes oscilações, não podendo ser utilizados como fonte segura de suprimento de um programa de abastecimento industrial.

Observa-se que a madeira de mogno no mercado local, de fonte legal, alcança um preço 43,59% superior ao obtido do PMFS. Tal fato decorre da pouca quantidade de planos de manejo em situação regular. A procura por madeira de mogno que tenha origem legal cresceu significativamente, máxime quando destinada à exportação, onde só se admite de PMFS. Nesta etapa, existem normas mais criteriosas que obrigam todos os exportadores pleiteantes a comprovarem a origem legal da madeira serrada de mogno, razão da elevação do preço da matéria-prima. Somente o mogno sofre essas criteriosas exigências fiscais. A madeira em tora clandestina é destinada ao mercado interno e comercializada em valores menores (em torno de R\$ 160,00/m³), face à precária documentação, à fragilidade do sistema de controle do órgão ambiental e sua fiscalização ser menos rigorosa.

Todas as demais madeiras da concorrência têm preços inferiores aos do PMFS, possivelmente devido à proximidade dos projetos com a cidade ou até mesmo estar ocorrendo inobservância às normas técnicas de manejo florestal. Situação análoga ocorre com as madeiras clandestinas em função do baixo dispêndio relativo do agente contraventor. Se o sistema de controle de exportação do IBAMA permitisse o acobertamento irregular da madeira de mogno, verificaria um diferencial significativo onde se poderia inferir o comprometimento do PMFS. O valor global do PMFS supera em 25,06% quando comparado com o do mercado local. Na Tabela 4.14 estão os dados comparativos dos valores que são dispendidos no PMFS e no mercado local (inclusive as madeiras ilegais) na obtenção de madeiras em tora.

Tabela 4.14. Dispêndios anuais para obtenção das espécies florestais

Espécie	Volume tora (m³)	PMFS (R\$/m³)	Custo total da madeira em tora do PMFS (R\$)	Mercado local (R\$/m³)	Custo total da madeira em tora paralelo (R\$)
Mogno	11.250,76	188,03	2.115.480,40	160,00	1.800.121,60
Cedro	14.533,09	88,03	1.279.347,90	75,00	1.089.981,75
Andiroba	11.009,23	80,53	886.573,29	60,00	660.553,80
Angelim verm.	11.407,65	86,78	989.955,87	60,00	684.459,00
Freijó	4.593,20	80,53	369.890,40	60,00	275.592,00
Ipê	7.962,24	86,78	690.963,19	80,00	636.979,20
Jatobá	11.128,96	86,78	965.771,15	65,00	723.382,40
Maçaranduba	3.781,91	86,78	328.194,15	60,00	226.914,60
TOTAL	75.667,04		7.626.176,35		6.097.984,35

Optando-se pela execução do PMFS, a empresa se assegura de um abastecimento no nível levantado, ao tempo em que promove o aumento do estoque remanescente para futuras intervenções, e não fica a mercê das ofertas instáveis e ilegais do mercado, com grande risco de sofrer sanções administrativas e penais.

4.3.8. Custo de desdobro (CDD)

As madeiras são beneficiadas na serraria da própria empresa. Ela tem seu custo fixo estabelecido, e com base nas experiências do dia-a-dia, chegou-se aos seguintes valores: para as madeiras leves o gasto é de R\$ 30,00 por metro cúbico e de R\$ 35,00/m³ para as madeiras duras. O custo médio ponderado da serragem da madeira é de R\$32,27/m³.

Procedidos aos cálculos em função do volume por espécie florestal, do índice de rendimento, do custo do m³ da madeira em tora posto na serraria e do dispêndio para o seu processamento, as madeiras têm seu custo de produção apresentado na Tabela 4.15.

Tabela 4.15. Custo de produção de 1 m³ de madeira serrada na serraria

Espécie	Valor R\$/m³	Espécie	Valor R\$/m³
Mogno	436,06	Cedro	295,08
Andiroba	331,59	Freijó	331,59
Angelim vermelho	365,34	Ipê	365,34
Jatobá	365,34	Maçaranduba	365,34

média ponderada: R\$ 358,73

Toda madeira tem que ser serrada e remetida à Belém, ainda na estação seca do ano (até novembro). Para tanto, nesse período, a serraria funciona 24 horas por dia.

4.3.9. Custo de transporte da madeira serrada para Belém-PA

O transporte é composto de 2 fases: a 1ª é rodoviário, com trecho de 400 km de estrada de terra, da cidade de Novo Progresso ao vilarejo de Miritituba/PA, onde a mercadoria é descarregada no armazém da Companhia das Docas do Pará – CDP. A segunda é feita por hidrovia. A carga para transporte em balsa varia de 800m³ a 1200m³, e leva e 8 a 10 dias de viagem para Belém.

O custo global desse transporte é de R\$ 110,00/m³ para a madeira leve e R\$ 140,00/m³ para as madeiras duras. O custo médio ponderado é de R\$ 122,22/m³. O mogno posto no armazém, em Belém, custa R\$ 546,06/m³.

4.3.10. Custo administrativo em Belém-PA

A madeira é descarregada no porto da própria empresa, localizado ao fundo do imóvel, e levada para o seu depósito. É desfardada e classificada por dimensões e qualidade. Cerca de 50% do volume é seca em estufa e o restante, seca ao ar.

O custo administrativo em Belém gira em torno de R\$ 180,00/m³, devido aos salários de pessoal, veículos pesados e leves, maquinários, energia, impostos, encargos, taxa de vistorias, materiais de consumo e serviços.

4.3.11. Custo da madeira serrada na exportação

Consolidando, então, os custos impostos na madeira, da exploração, beneficiamento até à exportação, a Tabela 4.16 mostra os custos de produção da empresa, por espécie florestal, em condições de embarque da mercadoria para o exterior.

Tabela 4.16. Custo da madeira serrada na exportação

Espécie	Valor R\$/m ³	Espécie	Valor R\$/m ³
Mogno	726,06	Cedro	585,08
Andiroba	621,59	Freijó	621,59
Angelim vermelho	685,34	Ipê	685,34
Jatobá	685,34	Maçaranduba	685,34

média ponderada: R\$ 660,92/m³

4.4. ESTIMATIVA DE DISPÊNDIO ANUAL

Aplicando-se os valores da Tabela 4.16 com as respectivas volumetrias de madeira serrada da Tabela 4.6, obtém-se o montante de R\$ 18.549.670,71, que é a estimativa do dispêndio anual de recursos para a execução do plano de manejo florestal. Os resultados estão listados na Tabela 4.17.

Tabela 4.17. Estimativa de dispêndio anual na produção de madeira serrada

Espécie	Volume serrado (m ³)	Custo Total (R\$/m ³)	TOTAL (R\$)	%
Mogno	5.625,38	726,06	4.084.363,40	22,02
Cedro	5.813,24	585,08	3.401.210,46	18,34
Andiroba	3.669,74	621,59	2.281.073,69	12,30
Freijó	1.531,07	621,59	951.697,80	5,13
Angelim	3.802,55	685,34	2.606.039,62	14,05
Ipê	2.654,08	685,34	1.818.947,19	9,80
Jatobá	3.709,65	685,34	2.542.371,53	13,70
Maçaranduba	1.260,64	685,34	863.967,02	4,66
TOTAL	28.066,35	660,92	18.549.670,71	100,00

Verifica-se que o mogno é o que representa o maior peso na composição do dispêndio, com 22,02%, seguido pelo cedro com 18,34%. A maçaranduba (4,66%) e o freijó (5,13%) têm suas performances prejudicadas pelas próprias volumetrias, pois são concorrentes em custo com as demais espécies florestais.

4.5. PREÇO DA MADEIRA SERRADA NO MERCADO LOCAL

Os preços praticados no mercado local estão listados na Tabela 4.18 e a forma de composição do lote de madeira é denominada de bica corrida, ou seja, é a tora desdobrada em tábuas sem separação por qualidade.

As madeiras desclassificadas para exportação são destinadas ao abastecimento do mercado interno. O volume de madeira de aproveitamento não foi levantado neste estudo, razão pelo qual os valores obtidos de sua venda não estão considerados como renda direta do PMFS, mas sim como um recurso suplementar (reserva técnica) para eventuais necessidades não previstas na execução do empreendimento.

Tabela 4.18. Preço da madeira serrada no mercado local (tipo bica corrida)

Espécie	Valor* R\$/m ³	Espécie	Valor* R\$/m ³
Mogno	600,00	Cedro	350,00
Andiroba	200,00	Freijó	220,00
Angelim vermelho	200,00	Ipê	350,00
Jatobá	250,00	Maçaranduba	200,00

* valor médio fornecido pelo empresário do PMFS

Realizando uma comparação das Tabelas 4.12, 4.15 e 4.18, é possível entender que o abastecimento do mercado interno é inviável economicamente. A madeira em tora colocada na serraria tem um custo médio ponderado de R\$ 100,79/m³, mais R\$ 32,27/m³ na serragem, no total de R\$ 133,06/m³ em tora. Se aplicado o índice de conversão do IBAMA (Tabela 4.5) de 1,8, onde de 1 m³ de madeira em tora, produz-se 0,55 m³ de madeira serrada, o custo passa para R\$ 239,51/m³ serrado. E se for o índice médio ponderado de 2,696 (Tabela 4.5), atinge-se o valor de R\$ 358,73/m³ serrado. A grosso modo, no 1º índice, as madeiras de andiroba, freijó, angelim vermelho e maçaranduba não alcançam o custo de produção. No 2º índice, somente o mogno possui valor superior.

Destaca-se que o custo de produção de madeira serrada do PMFS (Tabela 4.15) supera o preço da madeira serrada no mercado local (Tabela 4.18), exceto o do mogno e do cedro.

4.6. VALOR DA MADEIRA EM PÉ

De acordo com o MMA (1999), o cálculo do valor máximo da madeira em pé pode ser realizado através da seguinte fórmula:

$$S = [F - ML - Prc] Y - Ext - Trp . (D)$$

Onde:

S = valor máximo da madeira em pé (R\$/m³)

F = valor do produto serrado (R\$/m³ serrado)

ML = margem de lucro mínimo = 15% de F (R\$/m³ serrado)

Prc = custo de processamento (R\$/m³ serrado)

Ext = custo de extração (R\$/m³ tora)

Trp = custo de transporte (R\$/m³ tora)

D = distância entre local de extração e processamento (km)

Y = fator de conversão de madeira em tora para madeira serrada

Assim, os valores obtidos (Tabela 4.19) implicam que quanto maior o seu valor, maior a possibilidade de extrair a madeira mais longe da serraria e/ou pagar um preço maior pela madeira em pé, caso os custos de transporte sejam iguais.

Tabela 4.19. Valor da madeira em pé

Mogno	R\$ 51,97/m ³	Angelim vermelho	-R\$ 35,98/m ³
Cedro	R\$ 18,97/m ³	Ipê	R\$ 6,10/m ³
Andiroba	-R\$ 34,33/m ³	Jatobá	-R\$ 28,21/m ³
Freijó	-R\$ 28,72/m ³	Maçaranduba	-R\$ 35,98/m ³

média ponderada = -R\$ 6,10/m³

O mogno, cedro e ipê apresentam-se com valores positivos, justificados pelos maiores preços alcançados no mercado, apesar do elevado custo relativo na extração, em especial a do mogno. As demais espécies apresentam-se todas com resultados negativos, indicando a inviabilidade econômica da comercialização da espécie na serraria, no nível aplicado.

O valor da madeira em pé corresponde a uma situação específica de cada PMFS e depende das variáveis da fórmula. As diferenças mais significativas podem ocorrer no transporte da matéria-prima e no índice de rendimento na conversão da madeira.

Destaca-se que os valores das madeiras decorrentes do PMFS são maiores que os praticados no comércio local, ou seja, não há condições de concorrência satisfatória para abastecer o mercado interno (vide Tabelas 4.15 e 4.18).

No presente estudo, o valor da madeira em pé não é representativo, vez que o próprio custo de produção da empresa supera o preço da madeira praticado no mercado local, e atinge o valor médio ponderado de -R\$ 6,10/m³. Portanto, a compensação para o equilíbrio somente se daria caso houvesse a redução de todos os custos do processo produtivo ou uma avaliação criteriosa e rigorosa no mercado paralelo de madeiras.

Assim, o custo árvore na floresta foi computado com valor zero, em consequência do fato acima citado e da aquisição das terras terem sido a preço de “terra nua”, onde levou o maciço florestal existente a ter valor nulo.

4.7. VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) E RELAÇÃO BENEFÍCIO-CUSTO (Rb/c)

A interpretação do VPL é de que quando a taxa de juro reflete o custo de oportunidade do capital, o mesmo representa o valor atual dos benefícios gerados pelo investimento e sendo superior a zero o projeto é viável. O critério da relação benefício-custo (Rb/c) consiste em obter o fluxo de receitas, que são a expressão dos benefícios dos projetos, e o fluxo de custos, que expressam as despesas na sua implantação e das futuras operações.

Como indicadores avaliativos do fluxo de valores atuais, o valor presente líquido – VPL - e a relação benefício/custo - Rb/c- refletem a viabilidade do manejo florestal sustentável do ponto de vista econômico e apresentaram os valores conforme dispostos na Tabela 4.20.

Tabela 4.20. Fluxo de valores atuais: valor presente líquido -VPL- e relação benefício/custo -Rb/c- da exploração florestal

Indicador	Valor
VPL – (R\$)	R\$ 9.238.693,58
Rb/c	1,12169

Infere-se que o benefício supera em 12,169% o custo e o VPL é positivo, indicando a viabilidade do empreendimento. Em relação à Rb/c, tem-se que para cada R\$ 1,00 investido, estima-se um retorno de R\$ 0,12 líquidos.

Tendo a finalidade de verificar as implicações das alterações que podem ocorrer nas variáveis consideradas, efetuou-se, através da redução da receita e do aumento do custo, em 10%, a análise de sensibilidade, obtendo-se assim novos valores para o VPL e Rb/c, abaixo citados (Tabela 4.21):

Tabela 4.21. Análise de sensibilidade do valor presente líquido (VPL) e relação benefício/custo (Rb/c) da extração florestal

Indicador	Valor	
	Aumento do custo (10%)	Redução da receita (10%)
VPL	R\$1.646.765,59	R\$ 722.896,23
Rb/c	1,0197	1,0095

Tomando-se por base os valores da análise de sensibilidade, nota-se que a redução da receita em 10% leva o VPL a ter resultado positivo. Resultado análogo acontece com a elevação do custo em 10%. Isso mostra que o PMFS é pouco sensível à alteração das variáveis da receita e custo, ou seja, o PMFS se encontra em operação num nível estável de

viabilidade. Portanto, a Rb/c apresentando-se superior a unidade, mas próximo dela, indica que o plano está sujeita a certa instabilidade que pode comprometer ou mesmo inviabilizar a sua condução, carecendo de cuidados e atenção nos fatores de produção, no comportamento do mercado e na política econômica do governo.

4.8. TAXA INTERNA DE RETORNO - TIR

A TIR, determinada para o fluxo de benefícios incrementais líquidos, é a taxa de juro que torna o VPL do fluxo considerado igual a zero. É, portanto, o juro máximo que um projeto pode pagar pelos recursos utilizados, caso deseje-se remunerar todos os custos efetuados.

Analisando-se os dados da Tabela 4.22, constata-se que o maior peso dos dispêndios está concentrado nos 2 primeiros anos do plano. Tal fato decorre da instalação da infraestrutura técnico operacional, no primeiro ano, e todo o processo de implementação do PMFS e desdobramento da madeira, no segundo ano. Neste período, praticamente não há receita, pois a madeira é estocada e comercializada praticamente no final do exercício, computando então toda receita no ano seguinte. Assim os benefícios líquidos apresentam-se positivos a partir do 3º ano, atingindo o seu valor máximo no 7º ano, o que significa um alto valor atualizado. Toda a exploração florestal está concentrada nos 6 primeiros anos, cujos fluxos de receita e custos refletem ganhos significativos nesse período. Nos demais anos, estão os custos de monitoramento do projeto e a manutenção da estrada principal.

Tabela 4.22. Análise econômica da cadeia produtiva

ANO	INVEST.	CUSTO	DESPESA	CUSTO DESCAP. 8%	RECEITA	RECEITA DESCAP. 8%	RECEITA LÍQUIDA	VPL 8%	SENSIBILIDADE REDUÇÃO DE RECEITA (10%aa)	SENSIBILIDADE AUMENTO DE CUSTO (10%aa)
0	1.342.500,0		1.342.500,00	1.342.500,00			(1.342.500,00)	(1.342.500,00)	(1.342.500,00)	(1.476.750,00)
1		18.549.670,71	18.549.670,71	17.175.621,03			(18.549.670,71)	(17.175.621,03)	(17.175.621,03)	(18.893.183,13)
2		18.549.670,71	18.549.670,71	15.903.352,80	23.034.633,26	19.748.485,31	4.484.962,55	3.845.132,50	1.870.283,97	2.254.797,22
3		18.549.670,71	18.549.670,71	14.725.326,67	23.034.633,26	18.285.634,54	4.484.962,55	3.560.307,87	1.731.744,42	2.087.775,20
4		18.549.670,71	18.549.670,71	13.634.561,73	23.034.633,26	16.931.143,09	4.484.962,55	3.296.581,36	1.603.467,05	1.933.125,19
5		18.549.670,71	18.549.670,71	12.624.594,20	23.034.633,26	15.676.984,35	4.484.962,55	3.052.390,15	1.484.691,72	1.789.930,73
6		46.800,00	46.800,00	29.491,94	23.034.633,26	14.515.726,25	22.987.833,26	14.486.234,31	13.034.661,68	14.483.285,11
7		46.800,00	46.800,00	27.307,35			(46.800,00)	(27.307,35)	(27.307,35)	(30.038,09)
8		46.800,00	46.800,00	25.284,58			(46.800,00)	(25.284,58)	(25.284,58)	(27.813,04)
9		46.800,00	46.800,00	23.411,65			(46.800,00)	(23.411,65)	(23.411,65)	(25.752,82)
10		203.050,00	203.050,00	94.051,44			(203.050,00)	(94.051,44)	(94.051,44)	(103.456,58)
11		46.800,00	46.800,00	20.071,72			(46.800,00)	(20.071,72)	(20.071,72)	(22.078,89)
12		46.800,00	46.800,00	18.584,92			(46.800,00)	(18.584,92)	(18.584,92)	(20.443,42)
13		46.800,00	46.800,00	17.208,26			(46.800,00)	(17.208,26)	(17.208,26)	(18.929,09)
14		46.800,00	46.800,00	15.933,58			(46.800,00)	(15.933,58)	(15.933,58)	(17.526,93)
15		203.050,00	203.050,00	64.009,83			(203.050,00)	(64.009,83)	(64.009,83)	(70.410,81)
16		46.800,00	46.800,00	13.660,47			(46.800,00)	(13.660,47)	(13.660,47)	(15.026,52)
17		46.800,00	46.800,00	12.648,59			(46.800,00)	(12.648,59)	(12.648,59)	(13.913,45)
18		46.800,00	46.800,00	11.711,65			(46.800,00)	(11.711,65)	(11.711,65)	(12.882,82)
19		46.800,00	46.800,00	10.844,12			(46.800,00)	(10.844,12)	(10.844,12)	(11.928,54)
20		203.050,00	203.050,00	43.564,01			(203.050,00)	(43.564,01)	(43.564,01)	(47.920,41)
21		46.800,00	46.800,00	9.297,09			(46.800,00)	(9.297,09)	(9.297,09)	(10.226,80)
22		46.800,00	46.800,00	8.608,42			(46.800,00)	(8.608,42)	(8.608,42)	(9.469,26)
23		46.800,00	46.800,00	7.970,76			(46.800,00)	(7.970,76)	(7.970,76)	(8.767,83)
24		46.800,00	46.800,00	7.380,33			(46.800,00)	(7.380,33)	(7.380,33)	(8.118,36)
25		203.050,00	203.050,00	29.648,94			(203.050,00)	(29.648,94)	(29.648,94)	(32.613,83)
26		46.800,00	46.800,00	6.327,44			(46.800,00)	(6.327,44)	(6.327,44)	(6.960,19)
27		46.800,00	46.800,00	5.858,74			(46.800,00)	(5.858,74)	(5.858,74)	(6.444,62)
28		46.800,00	46.800,00	5.424,76			(46.800,00)	(5.424,76)	(5.424,76)	(5.967,24)
29		46.800,00	46.800,00	5.022,93			(46.800,00)	(5.022,93)	(5.022,93)	(5.525,22)
TOTAL	1.342.500,0	94.496.553,55	95.839.053,55	75.919.279,95	115.173.166,30	85.157.973,53	19.334.112,75	9.238.693,58	722.896,23	1.646.765,59

VPL = 9.238.693,58

VPL / ha = 895,07

B/C (8%) = 1,1217

Sens. B/C =

1,0095

1,0197

TIR =

11,9621%

0,9739%

2,0057%

Os valores determinados para a taxa de retorno interno -TIR- estão descritos na Tabela 4.23.

Tabela 4.23. Taxa interna de retorno (TIR) da cadeia produtiva

	Exploração florestal	Análise de sensibilidade	
		Aumento do custo (10%)	Redução da receita (10%)
TIR	11,9621%	2,0057%	0,9739%

Avaliando-se os valores obtidos para a TIR, verifica-se que o plano tem TIR igual a 11,9621%, com indicativo de plena viabilidade econômica do PMFS, suportando o juro máximo admissível que pode ser pago pelos recursos utilizados.

Em termos de sensibilidade, decorrentes das modificações nas variáveis do plano de manejo florestal sustentável, admite-se que os valores determinados pelo aumento dos custos e redução das receitas em 10%, provocam uma forte mudança no comportamento numérico, dos benefícios líquidos incrementais que determinam a TIR.

Os quantitativos para o plano apresentam-se sensíveis às alterações, passando a TIR para 2,0057% e 0,9739%, considerando o aumento do custo e redução da receita, respectivamente.

Considerando que o custo de oportunidade do investimento é de 8% ao ano, o PMFS mantém sua capacidade de pagar juro máximo de até 11,9621% aa., não comprometendo a execução do empreendimento.

Uma análise privada ou financeira, onde agregam-se aos custos as despesas referentes aos impostos, tais como ICMS (17%), PIS (0,65%), FINSOCIAL (2%) e ITR(1,5%), é mais um mecanismo avaliativo de viabilidade, com detalhamento da composição do custo de produção desde a fase de extração da madeira a sua comercialização para o exterior, e fundamenta-se nos mesmos princípios teóricos adotados na avaliação econômica. No presente estudo, considerou-se já inclusos nos cálculos os valores dos impostos que incidem sobre a produção cobrada pelo governo.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- O manejo florestal sustentável contribui para que a oferta se torne mais elástica, com maiores quantidades de produtos a preços menores. Ao contrário deste, no sistema seletivo, a curva de oferta de produtos tende a retrair, levando à posição de inelasticidade em relação à quantidade, num futuro próximo, devido a tendência ao esgotamento dos recursos, inibindo, assim, a demanda pela conseqüente elevação do custo ou mesmo pela não economicidade de sua exploração.
- O índice de rendimento (1,8) estabelecido pelo IBAMA não é representativo para a empresa em apreço, em função do processo de produção que visa a obtenção de madeiras com qualidades aceitas no mercado externo.
- A variação no índice de rendimento (2 a 3m³ em tora para obtenção de 1m³ serrado) se acentua com o tipo de produto e subproduto da madeira que se deseja produzir, considerando a sua qualidade final.
- O uso impróprio do índice de rendimento do IBAMA pode trazer significativas vantagens econômicas para a empresa, permitindo a entrada de madeiras clandestinas na serraria, as quais seriam acobertadas/legalizadas dada a amplitude gerada desse índice, sem que o IBAMA pudesse caracterizar a irregularidade.
- O custo total da madeira em tora colocada na serraria é de R\$ 100,79, sendo que R\$ 60,46 (59,99%) representa o custo de todas as atividades inerentes à exploração florestal.
- O custo médio ponderado na produção de 1 m³ de madeira serrada na serraria é de R\$ 358,73. Portanto, superior aos preços das madeiras praticados no mercado local, exceto ao do mogno.
- A média ponderada do custo da madeira serrada na exportação é de R\$ 660,92/m³ e o preço ponderado de venda de R\$ 820,72/m³, com lucratividade bruta de 24,18%.
- Outro fator que onera a cadeia produtiva é o custo de transporte. Da mata à serraria, esse custo responde por 40,01%. Da serraria ao armazém localizado em Belém, 22,38%.

Verifica-se que o primeiro é muito significativo e concorre para a elevação dos custos do PMFS a ponto de comprometer a própria execução do empreendimento, quando correlacionado com o preço da madeira praticado no mercado local. No segundo, o reflexo é menor devido a mercadoria ser madeira serrada já classificada e que tem mercado praticamente assegurado, compensando os elevados dispêndios intermediários;

- O valor global do PMFS supera em 25,06% quando comparado com o preço da madeira praticado no mercado local.
- Comparando-se as proporções dos valores de dispêndios e receita, somente o mogno traz diferencial positivo, indicando sua melhor rentabilidade na comercialização, mesmo sendo a espécie mais onerada na extração;
- A análise econômica demonstra que o VPL é rentável, trazendo retorno aos recursos aplicados;
- A Rb/c de 1,12169 indica que para cada R\$1,00 aplicado, há um retorno de R\$0,12;
- A TIR de 11,9621% representa os juros máximos que podem ser pagos pelos recursos utilizados, ou seja, apresenta rentabilidade econômica no nível aplicado de 8% (custo de oportunidade).
- Na condição de eficiência estabelecida, $P = C_{mg} + royalty$, fica claro que a taxa de extração será tanto maior, quanto menor for o *royalt*, isto é, o valor do recurso em estoque, o que significa que a utilização racional do recurso dar-se-á na medida de seu valor econômico. Quaisquer fatores que contribuírem para a valorização do recurso, seja pela elevação da demanda (esgotamento de fontes alternativas, descoberta de novos usos, etc.) ou pela redução de custos (na extração, processamento, transporte, etc.) ou pelo aumento da oferta de fatores complementares à produção, contribuirão para que seja intensificada a extração. O inverso também é verdadeiro. Fatores que provocarem a redução do valor do recurso, como também o aumento dos custos de extração, induzirão uma queda nos benefícios líquidos incrementais, com conseqüente queda da taxa de retorno no tempo, e contribuirá para o imediato aumento da taxa de extração;

- Em termos econômicos, o PMFS não é viável, considerando-o até a etapa da madeira em tora na serraria, em virtude dos preços das madeiras praticados no mercado local serem bem inferior ao custo de produção do PMFS;
- Continuando a cadeia produtiva no processo verticalizado, da etapa do beneficiamento da tora na serraria até a exportação da madeira serrada, verifica-se a inversão econômica, passando à viabilidade, em consequência da agregação de valores e compensação cambial.
- A concorrência no segmento florestal madeireiro em floresta nativa tem sido desleal com os detentores de planos de manejo florestal que desejam a condução correta de seus empreendimentos, muito devido à desorganização do sistema de controle e de fiscalização do órgão ambiental competente.
- Algumas das causas que levam à frustração de um plano de manejo em execução, cuja localização é muito distante da indústria de processamento, fora do raio econômico ditado pelo mercado, estão relacionadas com o empreendedor, orientado por um estudo mal elaborado dificilmente extrairá madeira de baixo valor comercial, devido o custo de transporte ser superior a até 3 vezes o preço da própria madeira. Nessa condição, os investimentos previstos no PMFS, em geral, não são realizados integralmente, no intuito de economizar recursos financeiros, em detrimento da floresta, que passa a não ser mais manejada na técnica e sim em extração seletiva, importando somente as madeiras que trazem lucros imediatos;
- Os dispêndios com as atividades planejadas, pertinentes à técnica florestal, são significativamente elevados num PMFS que atende as exigências legais e devem ser ponderados para uma tomada de decisão. Ora, se não analisada sob essa ótica, não há como vislumbrar sucesso em um empreendimento. A simples apresentação de um plano com base em inventário florestal não garante a exequibilidade do mesmo, pois se restringe meramente na presença de madeira numa certa área, sem avaliar a economicidade da mesma;
- Atualmente, a única alternativa para que a produção madeireira do PMFS seja rentável está no fato de agregar valor através de seu beneficiamento, numa cadeia produtiva própria e verticalizada, como realizada neste estudo;

- Por fim, visando consolidar e incrementar o processo produtivo da madeira de PMFS, seria conveniente que ocorresse a ampliação e a concentração do pólo setorial na região para estabelecer núcleos de produção florestal. O abastecimento das indústrias seria realizado através da utilização dos recursos florestais de modo planejado, segundo os critérios do manejo florestal sustentável, a fim de melhor integrar a região de extração madeireira nas estruturas estadual e nacional, com base nos fatores econômico, político e social. Paralelamente, políticas conservacionistas e fiscalização ostensiva devem ser adotadas para evitar cortes indiscriminados, extrações clandestinas de recursos florestais e queimadas, como também empreender esforços no sentido de estabelecer mecanismos que estimulem a exportação exclusivamente de produtos oriundos de PMFS, que racionaliza a extração madeireira na região, e assegura a manutenção das áreas de vocação florestal, em consonância com os princípios de sustentabilidade política, ecológica, social, tecnológica e econômica (PESTE).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELO, H. **As exportações brasileiras de madeiras tropicais**. Curitiba, 1998, 129f. Tese. (Doutorado em Economia e Política Florestal). Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal.
- BARRETO P., AMARAL P., VIDAL E. & UHL C. **Custos e Benefícios do Manejo Florestal para Produção de Madeira na Amazônia Oriental**. Série Amazônia N°10 - Belém: Imazon, 1998.
- BARROS, A. C. E VERÍSSIMO, A. **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectiva para o desenvolvimento do setor florestal do Pará**. Belém-PA, 1996.
- CUNHA, Aécio S. **Economia dos Recursos Naturais: O caso do Desmatamento na Amazônia**. In BRANDÃO, ANTÔNIO SALAZAR PESSÔA. Os principais problemas da agricultura brasileira: análise e sugestões. 2 ed. Rio de Janeiro, IPEA, 1992.
- CIMA. **Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Brasília. 1991.
- FAO. **Plano de Ação: Floresta Tropical**. Roma. 1992.
- FEARNSIDE, Philip M. **Human carrying capacity of the Brazilian rainforest**. New York, Columbia University Press, 1986.
- FISCHER, Anthony C. **Resources and environmental economics**. Cambridge, Mass., Cambridge University Press, 1981.
- FONSECA, F. F. de A. **Conseqüências ecológicas da implantação da siderúrgica a carvão vegetal na região da Ferrovia de Carajás**. Pará-Desenvolvimento. Belém, 22:31-34, 1987.
- GROGAN, J. E. **Bigleaf mahogany (Swietenia macrophylla King) in southeast Pará, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests**. Yale University School of Forestry & Environmental Studies, New Haven, CT, USA. 2001.
- GROGAN, J. E.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A. **Mogno na Amazônia Brasileira: Ecologia e Perspectiva de Manejo**. Belém. 2002.
- HIGUCHI, N. Workshop “**Manejo Florestal em Regime de Rendimento Sustentado para a Amazônia Brasileira**”. Manaus.1991. 19p.

- HURKA T. **Sustainable Development: What do we owe to future Generations?** Unasylva, 187(47): 38 - 43. 1996.
- IBAMA. Sistema de Controle da Comercialização de Produtos e Subprodutos Florestais – SISMADE.
- IMAZON, **A evolução da fronteira Amazônica (oportunidade para um desenvolvimento sustentável)**. Belém, Pará, 1996. 139p.
- IMAZON, **“Um manual para a produção de madeiras na Amazônia”**, Belém, Pará. 1998. 137p.
- LENTINI, M.; VERISSÍMO, A.; SOBRAL, I. **Fatos Florestais da Amazônia 2003**. Belém. 2003. 110p.
- MACNEILL, J. Et all. **Para Além da Interdependência: A Relação Entre a Economia Mundial e Ecologia da Terra**. Tradução Álvaro Cabral. 1992.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - **Política Nacional Integrada para a Amazônia Legal**. Brasília. 1995. 48p.
- SILVA, R. A. N. **Avaliação Econômica de Uso dos Recursos Florestais do Planalto de Curuá-Una: Amazônia Brasileira**. Belém-PA. 1997.
- STCP. **Levantamento de Rendimentos das Atividades Florestais**. Curitiba-PR. 1998.
- UHL, C. et al. **Impactos sociais, econômicos e ecológicos de exploração seletiva de madeiras numa região de fronteira na Amazônia Oriental: O caso de Tailândia**. Belém-PA. 1990.
- VIEIRA, R. dos S. **Principiologia no Direito Ambiental Brasileiro e a Ordem Internacional**. Universidade do Amazonas/CCA. Manaus. 1995. 27.p.
- ZACHOW, R. **Metodologia de Monitoramento em Plano de Manejo de Floresta Tropical**. Curitiba-PR. 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 4.1. Relação das espécies florestais encontradas na área de estudo.

NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Amapá	<i>Parahancornia amapa</i>	Apocynaceae
Amesclão	<i>Trattinnickia burseraefolia</i>	Burseraceae
Anani	<i>Symphonia globulifera</i>	Guttiferae
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
Angelim-Pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Fabaceae
Angelim-Vermelho	<i>Dinizia excelsa</i>	Mimosaceae
Arapari	<i>Macrobium acacifolium</i>	Caesalpiniaceae
Breu	<i>Protium heptaphyllum</i>	Burseraceae
Canela	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Mimosaceae
Cumarú	<i>Dipterix odorata</i>	Fabaceae
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	Goupiaceae
Curupixa	<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae
Envira-Branca	<i>Xylopia grandiflora</i>	Annonaceae
Espeteiro	<i>Acacia polyphylla</i>	Mimosaceae
Faveira	<i>Parkia multijuga</i>	Mimosaceae
Freijó	<i>Cordia goeldiana</i>	Boraginaceae
Guajará	<i>Micropholis venulosa</i>	Sapotaceae
Ipê	<i>Macrobium pendulum</i>	Caesalpiniaceae
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae
Louro	<i>Nectandra cymbarum</i>	Lauraceae
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>	Sapotaceae
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae
Marupá	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
Murici	<i>Byrsonima sp.</i>	Malpighiaceae
Murure	<i>Brosimum acutifolium</i>	Moraceae
Pau-Amarelo	<i>Euxylophora paraensis</i>	Rutaceae
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i>	Caryocaraceae
Quaruba	<i>Vochysia maxima</i>	Vochysiaceae
Quarubarana	<i>Erismalanceolatum</i>	Vochysiaceae
Sucupira	<i>Bowdichia nitida</i>	Fabaceae
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	Moraceae
Tauari	<i>Allantoma lineata</i>	Lecythidaceae

APÊNDICE B

Tabela 4.2. Abundância, dominância, frequência, absoluta e relativa, IVI e volume das espécies com DAP maior ou igual a 45 cm

Nº	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA		DOMINÂNCIA		FREQUÊNCIA		IVI	VOLUME TOTAL (m³/ha)	VOLUME EXPLORÁVEL * (m³/ha)
		ABSOL.	RELAT. %	ABSOL.	RELAT. %	ABSOL.	RELAT.%			
1	Mogno	1,20	0,118	0,587	5,625	0,26	4,221	9,964	6,056	5,450
2	Cedro	1,28	0,126	0,822	7,877	0,30	4,870	12,873	7,822	7,040
3	Andiroba	3,28	0,323	0,812	7,782	0,52	8,442	16,547	5,925	5,333
4	Angelim Vermelho	2,00	0,197	0,760	7,283	0,36	5,844	13,324	6,140	5,526
5	Freijó	0,64	0,063	0,273	2,616	0,16	2,597	5,276	2,472	2,225
6	Ipê	2,96	0,291	0,559	5,357	0,54	8,766	14,414	4,286	3,857
7	Jatobá	2,48	0,244	0,703	6,737	0,44	7,143	14,124	5,990	5,391
8	Maçaranduba	0,24	0,024	0,198	1,897	0,06	0,974	2,895	2,035	1,832
9	Angelim pedra	1,36	0,134	0,384	3,680	0,30	4,870	8,684	3,378	3,040
10	Cedrorana	0,96	0,094	0,333	3,191	0,16	2,597	5,882	2,861	2,575
11	Cupiuba	0,88	0,087	0,328	3,143	0,22	3,571	6,801	2,514	2,263
12	Curupixa	3,28	0,323	0,178	6,881	0,58	9,416	16,620	6,038	5,434
13	Faveira	1,04	0,102	0,201	1,926	0,22	3,571	5,599	1,555	1,400
14	Louro	2,80	0,275	0,794	7,609	0,500	8,117	16,001	6,792	6,113
15	Pau amarelo	2,48	0,244	0,562	5,386	0,420	6,818	12,448	5,010	4,509
16	Piquiá	0,16	0,016	0,042	0,402	0,040	0,649	1,067	0,389	0,350
17	Quaruba	0,64	0,063	0,607	5,817	0,160	2,597	8,477	6,081	5,473
18	Quarubarana	0,24	0,024	0,214	2,051	0,060	0,974	3,049	2,128	1,915
19	Sucupira	0,08	0,008	0,053	0,508	0,020	0,325	0,841	0,462	0,416
20	Tatajuba	0,96	0,094	0,763	7,312	0,240	3,896	11,302	7,477	6,729
21	Tauari	3,44	0,338	0,722	6,919	0,600	9,740	16,997	5,594	5,035
TOTAL		32,40	3,188	9,895	100,00	6,160	100,00	203,185	91,005	81,906

*subtraído 10% do volume total para efeito de preservação das árvores matrizes (porta-semente)

APÊNDICE C

Tabela 4.3. Abundância, dominância, frequência, absoluta e relativa, e IVI das espécies com DAP menor que 45 cm

Nº	ESPÉCIES	ABUNDÂNCIA		DOMINÂNCIA		FREQUÊNCIA		IVI
		ABSOL.	RELAT. %	ABSOL.	RELAT. %	ABSOL.	RELAT. %	
1	Pau-amarelo	10,320	1,015	0,299	11,360	0,900	12,129	24,504
2	Cedro	4,880	0,480	0,291	11,319	0,560	7,547	19,346
3	Louro	4,080	0,401	0,244	9,490	0,600	8,086	17,977
4	Curupixa	3,680	0,362	0,234	9,102	0,540	7,278	16,742
5	Andiroba	3,520	0,346	0,154	5,990	0,620	8,356	14,692
6	Freijó	3,520	0,346	0,160	6,223	0,560	7,547	14,116
7	Ipê	3,520	0,346	0,162	6,301	0,640	8,625	15,272
8	Angelim vermelho	3,280	0,323	0,218	8,479	0,440	5,930	14,732
9	Tauari	3,280	0,323	0,095	3,695	0,540	7,278	11,296
10	Jatobá	1,360	0,134	0,131	5,095	0,340	4,582	9,811
11	Angelim pedra	1,120	0,110	0,060	2,334	0,260	3,504	5,948
12	Faveira	0,960	0,094	0,078	3,034	0,200	2,695	5,823
13	Cedrorana	0,880	0,087	0,107	4,162	0,140	1,887	6,136
14	Cupiuba	0,640	0,063	0,078	3,034	0,140	1,887	4,984
15	Canela	0,640	0,063	0,003	0,117	0,140	1,887	2,067
16	Sucupira	0,480	0,047	0,030	1,167	0,120	1,617	2,831
17	Quaruba	0,480	0,047	0,050	1,945	0,120	1,617	3,609
18	Mogno	0,240	0,024	0,020	0,778	0,060	0,809	1,611
19	Maçaranduba	0,240	0,024	0,010	0,389	0,060	0,809	1,222
20	Anani	0,160	0,016	0,013	0,506	0,040	0,539	1,061
21	Tatajuba	0,160	0,016	0,010	0,389	0,040	0,539	0,944
22	Breu	0,160	0,016	0,003	0,117	0,040	0,539	0,672
23	Mangaba	0,160	0,016	0,006	0,233	0,020	0,270	0,519
24	Espeteiro	0,160	0,016	0,004	0,156	0,040	0,539	0,711
25	Guajara	0,160	0,016	0,006	0,233	0,400	0,539	0,788
26	Quarubarana	0,080	0,008	0,011	0,428	0,040	0,539	0,975
27	Amapá	0,080	0,008	0,002	0,078	0,020	0,270	0,356
28	Amesclão	0,080	0,008	0,005	0,194	0,020	0,270	0,472
29	Arapari	0,080	0,008	0,005	0,194	0,020	0,270	0,472
30	Cumarú	0,080	0,008	0,003	0,117	0,020	0,270	0,395
31	Marupa	0,080	0,008	0,005	0,194	0,020	0,270	0,472
32	Murure	0,080	0,008	0,012	0,467	0,020	0,270	0,745
33	Piquiá	0,080	0,008	0,012	0,467	0,020	0,270	0,745
34	Envira branca	0,080	0,008	0,009	0,350	0,020	0,270	0,628
35	Murici	0,080	0,008	0,010	0,389	0,020	0,270	0,667
TOTAL		48,880	4,811	2,540	98,526	7,780	100,004	203,341

APÊNDICE D

Os dados de rendimentos de maquinários e de pessoal são da empresa de STCP consultoria florestal Ltda (1998), que há muitos anos desenvolve trabalhos na área florestal, na região amazônica, e serviram de base de cálculo para este estudo, vez que são perfeitamente aplicáveis ao PMFS em questão.

- custo médio por quilômetro de estrada construído: R\$ 2.500,00/km
- custo médio de manutenção por quilômetro de estrada: R\$ 1.250,00
- raio máximo para arraste: 500 m
- necessidade de estradas internas: 1 km para cada 78,54 ha $\{(área\ do\ círculo=500^2 \times 3,1416)/10.000\}$
- quantidade de ramais na área do pmfs: 131,42 km $(= 10.321,8 / 78,54)$
- distância do projeto à serraria: 125 km
- custo hora de trator esteira: R\$ 50,00
- nº de horas trator por pátio: 6
- nº de pátios: 66 $\{= 10.321,80 / (78,54 \times 2)\}$
- área sob manejo: 10.321,8 ha $(= 5 \times 2.064,36\ ha)$
- tamanho do módulo: 2.064,36 ha
- nº de módulos: 5
- produção média por ha: 36,654 m³/ha
- produção anual: 75.667,04
- produção total: 378.335,20
- delineamento do plano: 1,2 ha/homem/dia (R\$10,00 a diária)
- limpeza e melhoramento: 1,4 ha/homem/dia (R\$10,00 a diária)
- monitoramento (processamento de dados, confecção de placas, etc.): 10ha/homem/dia (R\$60,00 a diária)
- marcação de árvores: 1 homem/ha/dia (R\$10,00 a diária)
- derrubada com moto-serra: 6,5 m³/hora (R\$15,00 a hora)
- arraste de toras: 18,3 m³/ha/hora (R\$ 50,00 a hora)
- traçamento: 24,5 m³/ha/hora (R\$ 15,00 a hora)
- carga (c) e descarga (d): 35 m³/hora (c) e 70 m³/hora (d) a R\$45,00/hora
- volume médio transportado por viagem: 16 m³
- custo de viagem de transporte: R\$ 0,35/m³/km (média entre ida e volta)
- a distância média de transporte considerada foi de 250 km (ida e volta)

