

LUIZ CÉSAR RIBAS

Estratégia Econômica da Reforma de
Povoamentos Florestais de ***Pinus spp***

Dissertação submetida à consideração da
Comissão Examinadora em cumprimento
dos requisitos para obtenção do Título de
"Mestre em Ciências — M.Sc.", no Curso
de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
do Setor de Ciências Agrárias da Univer-
sidade Federal do Paraná.

CURITIBA
1989

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

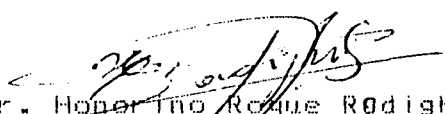
P A R E C E R


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **LUIZ CESAR RIBAS**, sob o título "ESTRATÉGIA ECONÔMICA DA REFORMA DE POVOAMENTOS FLORESTAIS DE *Rios* spp" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em ECONOMIA E POLÍTICA FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

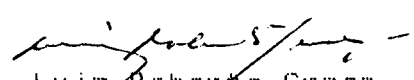
Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 29 de agosto de 1989


Prof.Dr. Hoberino Roque Rödigheri
Primeiro Examinador


Prof.Dr. Vitor Afonso Hoeflich
Segundo Examinador


Prof.Dr. Luiz Roberto Graça
Presidente da Banca



. À família;

Pais, irmãos e esposa

. Aos verdadeiros profissionais

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Algumas pessoas tiveram uma participação importante durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo. Desta forma, o reconhecimento da colaboração destes profissionais é uma obrigação.

Ao orientador e amigo Dr. Luiz Roberto Graça, pesquisador do CNPF/EMBRAPA, pela nobreza de espírito com a qual se conduziu no desenvolvimento deste trabalho.

Aos digníssimos membros da banca examinadora, Dr. Honorino Roque Rodigheri e Dr. Vitor Afonso Hoeflich, pelo ensinamento e profissionalismo demonstrado.

A minha esposa, Neusa Maria de Souza, pelo incentivo, compreensão e sacrifício pessoal que possibilitaram a concentração necessária para os estudos.

À PISA - Papel de Imprensa S.A. cuja atitude em liberar informações contribuiu decisivamente para o término deste processo.

Aos meus professores; Adhemar Villela Filho, José Inácio Rondina, José de Paula Diniz e J. Marçon, cujos conhecimentos e experiência profissional são incomensuráveis.

Aos amigos Marcelo S.S. Wiechteck e Romualdo Maestri pela amizade e colaboração decisiva.

Aos órgãos de fomento a pesquisa, CAPES - Conselho de Aperfeiçoamento e Profissionalismo do Ensino Superior e CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, pelo auxílio dispendido durante o transcorrer deste estudo.

A todos aqueles que mais direta ou indiretamente contribuíram com amizade, conhecimentos e apoio, entre os quais Evelyn da Silva, Leocilêa Vieira, Sérgio Ahrens e Carmem Silva.

Aos profissionais e antigos companheiros do CNPF-EMBRAPA, pelo apoio, incentivo e auxílio.

Aos meus pais, Dr. Júlio César Ribas e Alice Ribas, aos meus irmãos, Dr. Sérgio Antônio Ribas, Dra. Maria Lúcia Ribas e Maria Cristina Ribas, aos meus tios e primos, por tudo o que me proporcionaram.

A Deus, que me permitiu até aqui chegar.

BIOGRAFIA

LUIZ CÉSAR RIBAS, filho de Júlio César Ribas e Alice Ribas, nasceu em Castro, estado do Paraná, no dia 19 de abril de 1962.

Iniciou seus estudos de 1º grau na Escola Estadual de Ensino de Primeiro e Segundo Grau "Oswaldo Aranha", na capital do estado de São Paulo de 1974 a 1978, onde veio também a frequentar o curso de 2º grau. Em 1979 concluiu os estudos de 2º grau no Centro Interescolar Objetivo de Ensino de 1º e 2º Grau, na mesma capital.

Em 1980 entrou para a Universidade Federal do Paraná em Curitiba, quando já em 1984 concluía o curso de Engenharia Florestal.

De agosto de 1984 a dezembro de 1985, desenvolveu atividades de pesquisador-auxiliar junto ao Centro Nacional de Pesquisa de Floresta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em Colombo-PR, como bolsista do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Em 1986 entrou para o curso de Mestrado em Engenharia Florestal, optando pela área de concentração de Economia e Política Florestal, concluindo seus créditos em julho de 1987. Em março de 1987 ingressou na PISA-Papel de Imprensa S.A., em Jaguariaíva-PR, retirando-se no ano posterior para dar prosseguimento ao seu mestrado.

S U M Á R I O

	<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u>	xi
	<u>LISTA DE TABELAS</u>	xii
	<u>RESUMO</u>	xv
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	01
1.1	ORGANIZAÇÃO PRODUTIVA DA EMPRESA	01
1.2	IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA REFORMA	03
1.3	OBJETIVOS DO ESTUDO GERAL	04
1.3.1	Objetivo Geral	04
1.3.2	Objetivos Específicos	04
2	<u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	06
2.1	CRITÉRIOS ECONÔMICOS E SEUS OBJETIVOS	06
2.2	CRITÉRIOS PARA O PLANEJAMENTO FLORESTAL	06
2.3	DEFINIÇÃO DE ROTAÇÃO - REGIME DE MANEJO	08
2.4	DETERMINAÇÃO DA REFORMA	11
2.5	TEORIA DA SUBSTITUIÇÃO - UMA OUTRA ABORDAGEM	13
2.6	ESTUDOS SOBRE REFORMA FLORESTAL	15
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	19
3.1	LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO	19
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	21
3.2.1	Área de Estudo	21
3.2.2	Características Bioclimáticas da Região do Es- tudo	21

3.2.2.1	Paraná	21
3.2.2.2	São Paulo	24
3.3	LOCALIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO FLORESTAL NA REGIÃO DE ESTUDO	25
3.4	ASPECTOS LEGAIS E JURÍDICOS DA REFORMA	25
3.4.1	Projeto de Reforma e Adensamento	26
3.5	CARACTERIZAÇÃO DA FONTE DO ESTUDO	27
3.5.1	Complexo Industrial-Florestal	27
3.5.2	Produção de Papel Imprensa	28
3.5.3	Pasta Mecânica (PM)	28
3.5.4	Pasta Termomecânica (PTM)	29
3.5.5	Abastecimento Industrial	29
3.5.6	Patrimônio Florestal	29
3.6	CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS	30
3.6.1	Caracterização do <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus elliottii</i> no sul do Brasil	30
3.7	DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	32
3.8	DESPESAS FLORESTAIS	33
3.8.1	Custos de Implantação/Manutenção Florestal	34
3.8.2	Custos de Administração Florestal	34
3.8.3	Custo da Terra	35
3.8.4	Custo de Oportunidade do Capital	35
3.9	RECEITAS FLORESTAIS	36
3.9.1	Determinação das quantidades volumétricas	37
3.9.2	Determinação dos Preços de Madeira	37
3.10	VALOR DA MADEIRA EM PÉ (V.M.P.)	38
3.10.1	Povoamento Atual	38
3.10.2	Povoamento Futuro	38

3.11	O CUSTO DE PRODUÇÃO DA MADEIRA	38
3.12	MÉTODO DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE DA ESTRATÉGIA DE REFORMA (VPR_N) - MÉTODO DE CLUTTER <i>et alii</i> ¹¹	40
3.12.1	Renda Esperada do Solo (Res)	41
3.12.2	Cálculo da Renda Esperada do Solo (Res)	42
3.13	ANÁLISE DO POVOAMENTO CORRENTE	42
3.14	A DECISÃO PELA REFORMA	43
3.15	COMPOSIÇÃO DO CRITÉRIO DA ESTRATÉGIA DE REFORMA...	44
3.16	DEFINIÇÃO DO MOMENTO DA REFORMA	44
3.17	MÉTODO DA ANUIDADE EQUIVALENTE GEOMÉTRICA (METODO- LOGIA DE BAKER)	45
3.17.1	Valor Presente das Seqüências de Reposição	47
3.17.2	Equivalência Geométrica	48
4	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	51
4.1	SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL	51
4.2	PRODUÇÃO DOS POVOAMENTOS FUTUROS	51
4.3	PROJEÇÃO DAS PRODUÇÕES FUTURAS	52
4.4	MATERIAL DE ESTUDO	52
4.5	PROJEÇÃO DOS POVOAMENTOS CORRENTES	53
4.6	PROJEÇÃO DAS PRODUÇÕES CORRENTES	53
4.7	DETERMINAÇÃO DAS RECEITAS	53
4.8	PREÇOS RELACIONADOS AO POVOAMENTO CORRENTE	54
4.9	PREÇOS RELACIONADOS AOS POVOAMENTOS FUTUROS	55
4.10	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO FLORESTAL	55
4.11	VALOR DA TERRA	56
4.12	PADRONIZAÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO EM ANÁLISE	56
4.13	ESTRATÉGIA ECONÔMICA ÓTIMA DE REFORMA	57
4.14	RENDA ESPERADA DO SOLO (Res)	57

4.14.1	Determinação do Custo de Crescimento (S)	57
4.14.2	Produção Volumétrica Total (V_N)	57
4.14.3	Custos de Implantação/Manutenção (R)	58
4.14.4	Custos Administrativos e da Terra	59
4.15	CUSTO DE PRODUÇÃO DO POVOAMENTO FUTURO	59
4.16	CUSTOS RELATIVOS DE PRODUÇÃO	60
4.17	CÁLCULO DA RENDA ESPERADA DO SOLO DOS POVOAMENTOS A SEREM IMPLANTADOS	61
4.18	DESENVOLVIMENTO ANALÍTICO DA REFORMA	63
4.19	DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA DE REFORMA (METODO- LOGIA DE CLUTTER <i>et alii</i> ¹¹)	63
4.19.1	Estratégia de Reforma para o projeto P_1	64
4.19.2	Análise de sensibilidade para o projeto P_1	66
4.19.3	Estratégia de Reforma para o projeto P_2	66
4.19.4	Análise de Sensibilidade para o projeto P_2	70
4.20	EFEITO DO PROCESSO INFLACIONÁRIO VIA AUMENTO DA TAXA DE JUROS	72
4.21	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O COMPORTAMENTO DA ES- TRATÉGIA DE REFORMA	75
4.22	A INCORPORAÇÃO DO PROCESSO INFLACIONÁRIO NA ANÁLI- SE DA REFORMA (METODOLOGIA DE BAKER ¹)	77
4.22.1	Representação Esquemática dos Povoamentos Flo- restais	78
4.22.2	Projeto A/01/21 Cálculo de PX_{N1}	78
4.22.3	Projeto A/01/33 Cálculo de PX_{N2}	79
4.22.4	Cálculo dos Povoamentos Futuros (Py_0)	80
4.23	A CONSIDERAÇÃO INFLACIONÁRIA PELO MÉTODO DE BAKER ¹	81
4.23.1	Cálculo dos Equivalentes Geométricos	82

4.24	ESTRATÉGIA DE REFORMA CONSIDERANDO O PROCESSO INFLACIONÁRIO	84
4.24.1	Análise de sensibilidade do processo inflacionário	85
4.25	COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE CLUTTER <i>et alii</i> ¹¹ E BAKER ¹	89
5	<u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	91
	<u>SUMMARY</u>	96
	<u>APÊNDICE</u>	97
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	108

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA

1	ESTADO DO PARANÁ	20
2	LOCALIZAÇÃO DAS FAZENDAS DA PISA FLORESTAL E CIA. PARANAPRINT	22
3	REGIÕES APTAS PARA CULTIVO DO <i>Pinus taeda</i> E <i>Pinus elliottii</i> NO BRASIL (SEGUNDO GOLFARI, 1975)	31
4	INVESTIMENTO CORRENTE x FUTURO	45
5	SEQÜÊNCIAS DOS INVESTIMENTOS ALTERNATIVOS	46
6	COMPORTEAMENTO DA TENDÊNCIA DA REFORMA EM FUNÇÃO DA IDADE. P_1 ($j = 4\%$ a.a.)	68
7	COMPORTEAMENTO DA TENDÊNCIA DA REFORMA EM FUNÇÃO DA IDADE. P_2 ($j = 2,4\%$ a.a.)	70

LISTA DE TABELAS

TABELA

1	CARACTERIZAÇÃO BIOCLIMÁTICA DO PARANÁ	23
2	DECISÃO DA REFORMA	50
3	PADRONIZAÇÃO DOS MANEJOS EM ESTUDO	56
4	CÁLCULO DE V_N PARA OS REGIMES DE MANEJO R_1 , R_2 E R_3	58
5	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO CAPITALIZADOS (R).	58
6	DEMAIS CUSTOS PRODUTIVOS	59
7	CUSTO UNITÁRIO DE PRODUÇÃO DO POVOAMENTO FUTURO POR REGIME DE MANEJO	59
8	CUSTOS RELATIVOS DE PRODUÇÃO PARA POVOAMENTOS A SE- REM IMPLANTADOS (8% a.a.)	61
9	RENDA ESPERADA DO SOLO PARA POVOAMENTO A SER IMPLAN- TADO	62
10	VARIÁVEIS PRINCIPAIS DA RENDA ESPERADA DO SOLO-Res.	62
11	ESTRATÉGIA ÓTIMA DE REFORMA PARA O PROJETO P_1 (8% a.a.)	65

TABELA

12	REFORMA DO PROJETO P ₁ À 4% a.a.	67
13	REFORMA DO PROJETO P ₂ À 8% a.a.	69
14	REFORMA DO PROJETO P ₂ À 4% a.a.	71
15	ESTRATÉGIA ÓTIMA DE REFORMA (12% a.a.)	73
16	VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA DO PROJETO P ₁ (PX _{N1}) (j = 8% a.a.)	79
17	VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA DO PROJETO P ₂ (PXN ₂) (j 2 8% a.a.)	80
18	VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA PARA O POVOAMENTO FUTURO	81
19	EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS EM CONSIDERAÇÃO, EM US\$/ha	83
20	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA INFLAÇÃO SOBRE OS EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS (i = 6% a.a.).	86
21	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA INFLAÇÃO SOBRE OS EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS (i = 1,5% a.a.)	87
22	SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL	98
23	SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL - REGIME DE CORTE RASO	99
24	SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL - REGIME COM DESBASTE INTERMEDIÁRIOS	100

TABELA

25	PRODUÇÃO FLORESTAL EM CORTE RASO	101
26	PRODUÇÃO FLORESTAL COM DESBASTES INTERMEDIÁRIOS ...	101
27	PRODUÇÃO FLORESTAL COM DESBASTES INTERMEDIÁRIOS AL- TERNATIVOS	102
28	POVOAMENTOS FLORESTAIS A REFORMAR	102
29	PRODUÇÃO FLORESTAL DO PROJETO A/01/21	103
30	PRODUÇÃO FLORESTAL DO PROJETO A/01/33	104
31	PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO CORRENTE - PROJETO A/01/21 ...	105
32	PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO CORRENTE - PROJETO A/01/33 ...	105
33	VALOR DA MADEIRA EM PÉ - REGIÃO DE JAGUARIAÍVA, PR.	105
34	DISCRIMINAÇÃO DAS OPERAÇÕES DE IMPLANTAÇÃO E MANU- TENÇÃO FLORESTAL	106
35	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO FLORESTAL	107

RESUMO

Procurou-se no presente estudo identificar-se uma estratégia de reforma com fundamentação econômica, ou seja, a decisão de se antecipar ou não uma rotação baseando-se em critérios de rentabilidade. Povoamentos florestais com produtividade e qualidade insatisfatórias da espécie *Pinus* sp. localizada no município paranaense de Jaguariaíva foram avaliados sob o ponto de vista do momento econômico ótimo de serem reformados (substituídos) por outros povoamentos de *Pinus taeda*, esperando-se desta forma um comportamento produtivo e qualitativo tais que viessem a justificar a reforma de povoamentos florestais não rentáveis. Dois critérios econômicos básicos foram utilizados, o primeiro procurando a maximização econômica da reforma e o outro considerando o aspecto inflacionário dentro da própria análise. Além do objetivo principal da decisão de reformar-se ou não povoamentos florestais, buscou-se analisar diferentes situações básicas de reforma, traduzidas por espécies florestais e desenvolvimento produtivo distintos. O estudo abrangeu uma gama de alternativas de análise que incorporou aspectos tais como espécie florestal, classe de sítio, regime de manejo e situações básicas de reforma. Os resultados econômicos finais dos regimes de manejo considerados para o povoamento a ser implantado não diferiram muito em seus valores relativos a custos e receitas. Entretanto, pôde-se perceber que os regimes de desbastes intermediários apresentam custos de produção inferiores ao regime de corte raso. Pelo critério de maximização econômica da reforma (CLUTTER *et alii*¹¹), concluiu-se que; nas condições específicas deste estudo, o povoamento corrente deve ser reformado quando sofrer o próximo desbaste programado, ao contrário da metodologia de BAKER¹, a qual contra-indicou a efetivação da reforma. A consideração de um determinado processo inflacionário dentro da análise, visando a efetivação da reforma, se deu conforme a metodologia empregada, sugerindo interpretações diferentes. Como resultado final, pode-se perceber que, a reforma de povoamentos florestais, sob o ponto de vista econômico, fica condicionada às próprias características particulares dos plantios a serem analisados. Situações específicas de custos, receitas e processo inflacionário determinarão de que forma o objetivo final poderá ser alcançado.

1 INTRODUÇÃO

1.1 ORGANIZAÇÃO PRODUTIVA DA EMPRESA

A empresa florestal sob o ponto de vista econômico, dispõe de uma série de fatores de produção que permitem sua atividade produtiva, entendida como exploração florestal, a qual procura manifestar-se pela organização racional destes fatores.

Esta organização florestal traduz-se pelo manejo de uma floresta e, em sua característica específica e clássica, deve considerar uma série de princípios biológicos, além de métodos técnicos e econômicos, com o intuito de manter a atividade produtiva através, primeiramente, da conservação da floresta em função da sua própria existência e crescimento e, em segundo lugar, do seu condicionamento a um fluxo de produtos e rendas.

Uma floresta manejada de forma econômica é uma organização no tempo e no espaço conduzida segundo um plano técnico-econômico determinado.

As condicionantes principais para o manejo de uma floresta referem-se a um planejamento que regule a continuidade da produção no tempo, não significando com isto, necessariamente, uma silvicultura intensiva mas sim ações intensivas e extensivas que se aplicam segundo características particula-

res desta mesma floresta, levando-se em conta os custos de produção e as circunstâncias técnico-econômicas do momento.

O objetivo final a ser alcançado, é a maximização da produção, produção esta compatível com o fim econômico de uma empresa florestal.

Deve-se assim, estipular-se um modelo de manejo conveniente a uma floresta, com sentido econômico. Ao contrário, florestas com objetivo de produção ecológica, recreação, parques e outras, são guiadas por um motivo apenas silvicultural, embora eventualmente possam ter objetivos econômicos secundários.

Como em qualquer outra atividade econômica a florestal acha-se afetada por uma série de restrições técnicas, econômicas e jurídicas, devidas principalmente à natureza limitada dos fatores de produção em quantidade e qualidade.

A empresa florestal, desta forma, não pode dotar-se abundantemente destes fatores na exploração florestal sem o correspondente incremento do fluxo de produtos de maneira adequada, ou seja, deve-se estipular uma relação entre fatores de produção e produto. Assim sendo, os recursos de uma empresa florestal devem ser alocados entre os diversos fatores de produção do processo produtivo, estudando-se a quantificação destes fatores entre si e sua relação com o volume de produção planejado.

Para que a empresa florestal desenvolva sua atividade eficientemente do ponto de vista econômico, diversos procedimentos, avaliados por critérios econômicos, devem ser utilizados de maneira com que os recursos sejam alocados racionalmente.

Tais critérios podem, ainda, ser utilizados na avaliação de um povoamento florestal de modo a se conhecer a real lucratividade das florestas existentes e a necessidade ou não de sua reforma, ou seja, a substituição de povoamentos antigos, pouco produtivos e onerosos do ponto de vista da exploração florestal, por outros planejados, mais produtivos e rentáveis produzindo matéria-prima em melhores condições de qualidade e quantidade.

1.2 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA REFORMA

Nestas últimas décadas, a técnica do manejo de uma floresta tem passado por uma série de modificações no que tange à sua finalidade. Os primeiros povoamentos visavam unicamente a produção vegetal medida em volume por área. Mais recentemente, o manejo de uma floresta passou a abordar estes aspectos e vários outros, notadamente aqueles ligados à ecologia, função social e racionalidade econômica. Fatores relacionados às suas características microeconômicas da empresa são igualmente considerados dentro deste novo manejo florestal.

Tal progresso na prática do manejo evidencia-se também junto às empresas privadas, de maneira que a produção de suas florestas passsam a contribuir tanto quanto possível para a economia nacional. Para isso, é importante que estudos econômicos florestais sejam desenvolvidos a fim de serem fornecidos os meios para o melhor discernimento das várias alternativas técnicas de manejo.

Dentro deste aspecto, estudos econômicos que determinem as necessidades de reforma dos povoamentos florestais

revestem-se de grande importância tanto para o desenvolvimento da economia florestal quanto para a racionalização da atividade florestal.

Diversas empresas florestais, com atividades baseadas principalmente nas espécies *Eucalyptus* spp e *Pinus* sp., têm demonstrado um enorme interesse pela reforma de povoamentos objetivando custos de produção mais competitivos e uma maior e melhor disponibilidade de matéria-prima florestal. Por esta razão, o presente estudo procurou perseguir os objetivos a seguir descritos, enfocando os critérios econômicos mais adequados, de forma a auxiliar as empresas a tomar as melhores decisões.

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO GERAL

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal do trabalho consiste na análise de critérios econômicos para reforma de povoamentos florestais, procurando-se assim, meios de assegurar a gradativa melhoria de florestas desuniformes tanto qualitativa quanto quantitativamente, de forma a maximizar sua rentabilidade econômica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- . Analisar diferentes situações básicas de reforma, procurando-se identificar prováveis variações de comportamento econômico dos povoamentos a serem reformados;

- . Analisar variáveis que possam afetar a decisão pela reforma ou não de povoamentos;
- . Analisar diferentes metodologias, procurando-se determinar a melhor aplicação das mesmas;
- . Avaliação do processo inflacionário frente à decisão de reforma, procurando-se com isso, avaliar seus possíveis efeitos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CRITÉRIOS ECONÔMICOS E SEUS OBJETIVOS

Como qualquer alternativa de investimento, pode-se dizer também, que a avaliação da reforma de um povoamento deve se basear em um critério econômico.

Uma vez que critérios econômicos buscam a satisfação de um determinado objetivo do investidor, é necessário identificar-se qual o objetivo a que se propõe o investidor ao analisar a temática da reforma econômica de povoamentos florestais.

2.2 CRITÉRIOS PARA O PLANEJAMENTO FLORESTAL

A decisão econômica sobre a reforma de povoamentos florestais visa satisfazer um determinado plano de manejo florestal, cujo objetivo, segundo DAVIS¹², é a conservação da produtividade das terras através de princípios técnico-econômicos na administração de propriedades florestais.

Deve-se perseguir o manejo sustentado da floresta que, segundo o mesmo autor, seria a produção contínua do povoamento em termos de crescimento e de exploração florestal. A área assim manejada representaria uma série normalmente distribuída em classes de idades ou diâmetros produzindo um fluxo contínuo de matéria-prima, devendo-se ainda, de

acordo com DUERR *et alii*¹⁵, estipular-se o estoque ótimo de crescimento que possibilite esta produção contínua.

Abordando a regulação de florestas imaturas e subestocadas, ou seja, com baixa produtividade (volume/unidade de área insatisfatório), DAVIS¹² relata que tal situação ocorre principalmente por uma baixa produtividade oriunda de doenças, má qualidade genética, fertilidade do solo, implantação deficiente etc.

A opção da reforma de um talhão para a implementação de uma série contínua de um determinado plano de manejo envolveria então a definição de um critério de seleção de alternativas. Para tanto, CLUTTER *et alii*¹¹ estipulam que o tomador de decisões deve identificar claramente os objetivos do manejo florestal de suas propriedades e conhecer as relações entre os vários critérios potenciais e seus objetivos, com o que concordam LEUSCHNER³⁰ e BENTLEY *et alii*².

Ainda segundo CLUTTER *et alii*¹¹, em organizações orientadas para o lucro, os critérios de decisão seriam medidas de utilidade econômica, tais como; valor presente, taxa de retorno ou custo. Os autores defendem que quando um povoamento existente possui uma situação de sítio particularmente diferente da série contínua ótima de povoamentos, existe um problema de decisão. Deve-se estipular, então, a duração da existência deste povoamento prejudicado antes de ser reformado e o primeiro povoamento da série contínua ser estabelecido. A duração ótima da manutenção desta floresta seria o período que maximizasse o valor futuro de todos os fluxos de caixa.

Para HEIBERG *et alii*²³, a defesa dos critérios de intervenções em povoamentos baseia-se na forma de distribuição qualitativa e quantitativa do volume incremental da floresta remanescente a uma determinada intervenção.

Segundo DUERR *et alii*¹⁵, o proprietário florestal pode tomar três decisões em relação ao crescimento do estoque de seu povoamento: incrementá-lo; mantê-lo constante ou re-deuzí-lo e; anulá-lo. Em qualquer dos casos, à título de comparação, há uma taxa alternativa de retorno, que expressa o retorno líquido potencial de empreender os recursos financeiros em outras atividades que não o crescimento do estoque florestal.

2.3 DEFINIÇÃO DE ROTAÇÃO - REGIME DE MANEJO

A determinação de uma série ótima de produção sustentada envolve a definição inicial da rotação do povoamento. HILEY²⁴ define rotação como o período de tempo compreendido entre a formação de uma floresta e seu corte final. Já CHAPMANN¹⁰ conceitua o termo como a expressão do relacionamento fundamental entre tamanho/qualidade dos produtos florestais e o período requerido para fazê-los crescer. Este autor identifica dois objetivos eventualmente conflitantes na determinação da rotação: máxima produção de madeira em suas formas mais valorizadas e; mais eficiente e lucrativo emprego do capital em se obter tal resultado.

DAVIS¹², acentua que é necessário avaliar-se a produtividade florestal na determinação da rotação. Dois, então, seriam os objetivos financeiros básicos: o maior retorno

líquido por unidade de tempo (renda florestal) e a mais alta taxa de retorno sobre o capital investido, considerando-se o tempo e a taxa de juros (renda do solo).

LEUSCHNER³⁰ relaciona outros nomes para o critério renda do solo tais como; valor esperado do solo e o que é hoje conhecido como fórmula de Faustmann. De acordo com o autor, tal critério se caracteriza como um caso especial do valor líquido presente com algumas restrições; valor da terra nulo, terra sem talhão residual (terra nua) e reflorestamento perpétuo com fluxos de caixa homogêneos.

GANE²⁰ estipula que a fórmula de Faustmann precedeu o surgimento do fluxo de caixa descontado como conceito de valor líquido presente. Segundo o mesmo autor, Pressler foi o primeiro a defender a definição da rotação pelo critério do máximo valor esperado da terra, em detrimento do critério mais empregado na época, ou seja, a maior renda líquida anual independentemente do investimento.

PETRINI³⁷ estabelece uma segmentação do critério renda esperada do solo de acordo com as características peculiares do povoamento em análise:

- a) Valor Esperado - povoamentos jovens, sem dados concretos para o final da rotação;
- b) Valor Esperado Líquido - programa fixo de manejo para um povoamento existente e;
- c) Cálculo da rotação inteira - alternativa que considera a floresta em seu manejo desde o plantio até o corte final. Esta alternativa é a mais flexível para as diversas opções de exploração de um povoamento.

HILEY²⁴ aborda as diferenças entre renda esperada da terra e renda florestal à semelhança de DAVIS¹². O autor, ao comentar sobre o modelo de Faustmann, afirma que a fórmula permite a simultânea avaliação de três variáveis; rendimento financeiro do povoamento, renda esperada da terra e custo do crescimento das árvores.

OEDEKOVEN *et alii*³⁶ propõem o conceito de renda máxima florestal para se calcular a rotação.

KOPITKE²⁹ utilizou o método da receita anual uniforme para determinar a idade econômica de corte, considerando o custo do capital investido e comparando alternativas com prazos de maturação diferentes.

Para a definição da rotação, LEUSCHNER³⁰ relaciona os seguintes critérios: incremento médio anual, renda florestal, valor esperado da terra, valor presente líquido, taxa interna de retorno e maturidade financeira. Tais critérios são ainda reconhecidos nos trabalhos de CHAPMANN¹⁰, DUERR¹⁴ e FEDKIW *et alii*¹⁹.

Estes autores todos fornecem definições claras e objetivas para tais parâmetros de decisão. No entanto, WORRELL⁴⁸ definiu mais concretamente a escolha de um critério: a maximização do lucro de um investimento envolve o lucro máximo por unidade de qualquer fator de produção fixo ou limitado em quantidade (volume por ano, área, capital). Este autor estabelece ainda, a determinação da rotação de um povoamento, dados certa quantidade de terra e capital, passa pela maximização do valor presente de uma série periódica.

2.4 DETERMINAÇÃO DA REFORMA

Vários autores utilizaram os critérios maturidade financeira e renda do solo, para fins de reforma quando o fator fixo fosse a árvore ou a terra; BENTLEY *et alii*², JOHNSTON *et alii*²⁸, WORRELL⁴⁸, FAUSTMANN¹⁸, CHAPMANN¹⁰, CLUTTER *et alii*¹¹, entre outros.

WORRELL⁴⁸ estabelece a maturidade financeira de uma floresta da seguinte forma:

- a) determinação da taxa de retorno alternativa do povoamento para se investir o retorno à esta taxa;
- b) estabelecimento da taxa de crescimento em valor do povoamento durante certo período e;
- c) comparação das duas taxas anteriores. Se a taxa de crescimento em valor for a maior, o povoamento não estará financeiramente maduro.

Em um dos trabalhos mais extensos sobre critérios de decisão sobre povoamentos existentes, BENTLEY *et alii*² estimaram vários modelos de maturidade financeira:

- a) modelos que não consideram a taxa de juros (Renda Total Máxima, Renda Bruta Média Anual Máxima e Renda Líquida Média Anual Máxima, também denominada Renda Florestal);
- b) modelos do Valor Líquido Presente e;
- c) modelos da Taxa Interna de Retorno.

O trabalho destes autores parte do problema (manutenção ou não do povoamento) e da acessibilidade ao mercado de fatores para os "inputs" estabelecidos nos modelos para então, aplicar vários critérios e tomar uma decisão final.

DUERR¹⁴ identificou os custos marginais da manutenção do estoque e as receitas marginais (crescimento marginal do povoamento) como fatores que afetam a manutenção de uma floresta. Adicionalmente, DAVIS¹² enumerou as variáveis que afetam estes fatores: taxa de crescimento, valor comercial da madeira; custos de crescimento da floresta e; taxa de juros.

JOHNSTON *et alii*²⁸ relatam que, em povoamentos não desbastados, a comparação dos custos e receitas de manutenção do povoamento determinam a maturidade financeira; o corte se daria quando estas duas variáveis se igualassem.

No tocante à povoamentos desbastados, a decisão envolveria a análise do povoamento existente e do sucessor; custos de manutenção, exploração, implantação, projeção do volume e valor líquido presente descontado para o primeiro ano de existência do futuro povoamento. A questão seria determinar-se qual o valor desta análise que justificaria a imediata reforma da floresta em existência. Tal raciocínio encontra-se também nos trabalhos de CLUTTER *et alii*¹¹ e CHANG⁹.

BENTLEY *et alii*² identificaram situações onde deveria ser tomada a decisão pela reforma. Basicamente, situações nas quais a taxa de crescimento do povoamento fosse menor do que a taxa alternativa de retorno.

FAUSTMANN¹⁸ já detectava o problema da avaliação de povoamentos florestais existentes e subestocados, razão pela qual desenvolveu uma metodologia para avaliar economicamente o capital do estoque em crescimento e, conseqüentemente, seu manejo florestal.

Na teoria da renda do solo, baseou-se CHAPMANN¹⁰ para a tomada de decisão de alternativas várias (dentre as quais a

reforma), calculando o valor presente dos acréscimos em valor presente dos acréscimos em valor líquido na permanência ou crescimento de povoamentos com cortes retardados.

RIDEOUT⁴², estudando sistemas silviculturais alternativos ao corte raso, associou o valor da terra florestal do regime ótimo de manejo (valor da floresta manejada) ao fluxo de caixa do povoamento original. Metodologia esta semelhante às de JOHNSTON *et alii*²⁸ e CLUTTER *et alii*¹¹.

Desta mesma forma, CHANG⁹ determinou a estratégia ótima para o estoque da floresta e sua rotação a partir do volume inicial do povoamento, procurando maximizar o valor presente das receitas recebidas das explorações florestais atual e futuras. Associou o valor do povoamento inicial ao valor esperado da terra calculando, assim, o valor florestal (valor da terra mais o valor das árvores).

Concluiu, ainda, que o valor esperado do solo é o modelo mais correto para o manejo de florestas tanto homogêneas, quanto heterogêneas.

MEDENA *et alii*³³, considerando uma função de crescimento específica para espécies de rebrota, determinaram a idade de rotação ótima e o número ótimo de talhadas para a maximização do retorno financeiro do empreendimento antes de sua reforma.

2.5 TEORIA DA SUBSTITUIÇÃO - UMA OUTRA ABORDAGEM

Metodologias como a de CHANG⁹, baseiam-se na teoria microeconômica da análise marginal dos custos de produção florestal e da receita de madeira. Tal raciocínio vai de encontro à teoria da substituição de máquinas e equipamentos

encontrada na Engenharia da Produção, onde diversos autores retratam o problema da substituição com uma abordagem semelhante ao problema florestal.

MAYNARD³² cita como algumas vantagens da substituição: redução do custo de manutenção; menor custo de produção e; diminuição de perdas. Ainda segundo o autor, haveria três tipos básicos de estudos de substituição; custo anual, valor atual dos gastos e taxas de retorno, todos envolvendo o objetivo do retorno do investimento inicial.

RIGGS⁴³ conceitua que um estudo de reposição compara as despesas operacionais e custos de capital do equipamento atual com os custos do equipamento de reposição, em valores monetários correntes, procurando ainda, conforme CARSON⁶, alcançar a alternativa de melhor economicidade.

MEREDITH³⁴ enfatiza que a análise para determinação da vida ótima de um bem é uma forma de se estipular o ciclo de reposição do mesmo bem pelo mínimo custo médio anual pois, ao longo do tempo de duração o bem perde seu valor e tem aumentado seus custos de produção. Como método de avaliação da substituição de equipamentos o autor enumera: custo do ciclo de vida (life cycle costing); período de retorno do capital e; valor líquido presente. Por outro lado, REIS⁴⁰, propõe apenas o método do custo anual equivalente para a resolução do problema de substituição.

CASAROTTO FILHO *et alii*⁷ avaliaram a teoria da substituição de equipamentos como uma técnica que abrangeria desde a seleção de ativos similares e novos para substituição dos existentes, até a avaliação de ativos de atuação diferente

numa mesma função. Classificam os tipos de substituição como:

- a) baixa sem reposição;
- b) substituição idêntica e;
- c) substituição não idêntica, sendo este último tipo aplicável a reforma de povoamentos. Este tipo permite ainda duas variações:
 - c.1) substituição por obsolescência e;
 - c.2) substituição por tecnologia mais desenvolvida.

DE FRANCISCO¹³ aborda dentro da temática, o problema da capitalização e do desconto contínuos, ou seja, quando o número de capitalização/descontos tende para o infinito, denominando a taxa de juro assim empregada de taxa instantânea. Relatando os métodos de análise de investimento, relaciona como principais; Valor Presente, Custo Anual e Taxa de Retorno. Ao tratar do problema da substituição de equipamentos dá preferência aos dois últimos métodos (em especial ao método do custo anual, embora existam restrições de equivalência de capitais e vida útil entre as alternativas).

2.6 ESTUDOS SOBRE REFORMA FLORESTAL

Diversos autores têm, ainda, abordado a reforma de *Eucalyptus* spp: RODRIGUEZ *et alii*⁴⁵; TAUBE NETTO⁴⁷; BERGER *et alii*³ e REZENDE *et alii*⁴¹.

A metodologia de comparação do custo unitário da condução das brotações com o custo da reforma do povoamento foi utilizada por BERGER *et alii*³. Concluíram os autores que se o custo de condução for maior, a reforma deve ser realizada, a despeito de variações na taxa de juros.

REZENDE *et alii*⁴¹ procuraram determinar o ponto ótimo de substituição de reflorestamentos de *Eucalyptus* spp. A definição dos custos de produção, níveis de produtividade, produção mínima esperada e metodologia básica de análise foram possíveis através dos fluxos de custos e receitas tanto para o povoamento existente quanto para o novo povoamento.

Utilizaram-se ainda dos critérios Valor líquido presente, taxa interna de retorno, renda anual equivalente e custo total médio, por compatibilizarem os objetivos econômicos da empresa (por exemplo, lucro), às necessidades de consideração da variação do capital ao longo do tempo.

Suas principais conclusões através de um estudo de caso foram que, as variáveis decisórias seriam; produtividade, custo unitário de produção e renda líquida periódica. Concluíram ainda, que a decisão final depende do critério econômico utilizado e da taxa de desconto empregada.

BAKER¹, avaliando a literatura econômica na agricultura, constatou que poucos trabalhos abordavam o problema da substituição. Em função disto, propôs uma metodologia para análise econômica da substituição de equipamentos considerando, inclusive o processo inflacionário.

A técnica da programação linear também tem sido empregada. RODRIGUEZ *et alii*⁴⁵ basearam-se em dois modelos distintos; minimização dos custos de reforma e maximização do desenvolvimento futuro da floresta.

Já TAUBE NETTO⁴⁷, no planejamento ótimo de florestas, avaliou decisões de manejo florestal dentre as quais a reforma. Condicionou tais decisões à restrição de um suprimento anual fixo, objetivando a maximização do lucro total da empresa no tempo.

O tema reforma, pode ainda, ser inserido dentro da teoria de simulação para regimes de manejo. Dentro deste tópico, RITTERS *et alii*⁴⁴ fizeram uso da programação linear de modo a flexibilizar a aplicação dos resultados, checar a otimização da análise e comparar resultados de diferentes simulações. Maximizaram três critérios; renda esperada do solo, renda florestal e incremento médio anual.

HOGANSON *et alii*²⁵ utilizaram a simulação em detrimento da programação linear por considerarem aquela uma técnica mais correta na abordagem de regimes de manejo florestal. Aplicaram o critério renda do solo para a maximização do valor líquido presente de uma série infinita de rotações. Semelhante desenvolvimento metodológico encontra-se igualmente no trabalho de CAWRSE *et alii*⁸.

A programação dinâmica foi aplicada por BRODIE *et alii*⁵ para avaliação dos impactos econômicos de diversas variáveis dentre elas, a idade da rotação e nível de estoque inicial, possibilitando-se a otimização do valor líquido presente, da renda esperada da terra, da renda floresta ou do volume físico máximo.

HAIGHT *et alii*²² se valeram desta mesma técnica para definir regimes de manejo ótimo. Concluíram que o controle do estoque em crescimento pode maximizar o valor líquido presente da floresta, como também a resistência ao ataque de insetos. A simulação das curvas de crescimento e produção do povoamento, dentro de algoritmos de programação dinâmica na análise de florestas heterogêneas, permitiu que este tipo de programação estipulasse simultaneamente a intensidade, o número ótimo de desbaste e a rotação.

Pode-se concluir que a reforma econômica pode ser tratada sob diversos enfoques:

- a) espécies florestais (*Pinus* sp, *Eucalyptus* sp);
- b) padrões de florestas (homogêneas, heterogêneas) e;
- c) sistemas silviculturais (cortê raso, seletivo, de regeneração).

Ainda, a grande maioria dos trabalhos têm abordado este tema mais do lado teórico do que prático e, dentro deste último aspecto, a reforma enquadra-se no contexto maior da simulação de regime de manejo e do planejamento florestal como um todo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado a partir de condições específicas de determinados povoamentos florestais existentes na PISA - Papel de Imprensa S.A.

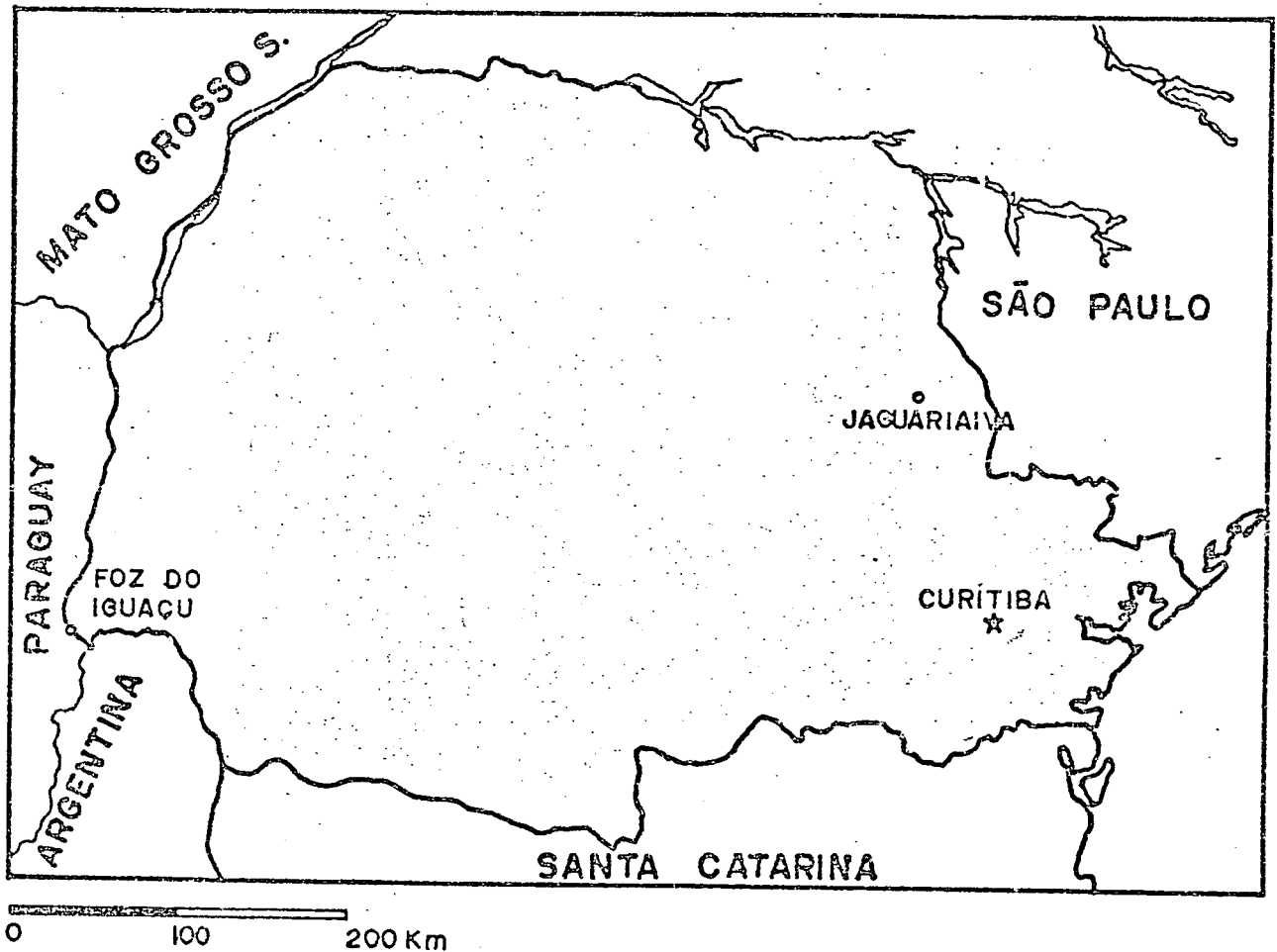
A referida empresa prestou uma colaboração expressiva no apoio logístico, fornecendo informações imprescindíveis ao desenvolvimento deste trabalho.

3.1 LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

A PISA - Papel de Imprensa S.A. localiza-se no município paranaense de Jaguariaíva (Figura 1), no nordeste do estado. Região compreendida entre os meridianos 30° e 50° a Oeste de Greenwich e entre os paralelos 24° e 30° ao Sul do Equador. Mais especificamente situa-se na Rodovia PR-151, km 232.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, IBDF²⁶, dentro da divisão do estado do Paraná em microrregiões administrativas e macrorregiões de trabalho, o referido município é representado pela microrregião 274.

FIGURA 1. ESTADO DO PARANÁ



Fonte: Enciclopédia Mirador

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

3.2.1 Área de Estudo

O presente trabalho relaciona-se a povoamentos florestais da espécie *Pinus taeda* na região dos estados do Paraná e São Paulo abrangida pelos municípios paranaenses de Jaguariaíva, Sengês, Arapoti, Tibagi e Curiúva, bem como pelos municípios paulistas de Itapeva, Itararé e Apiaí, conforme mostra a Figura 2.

3.2.2 Características Bioclimáticas da Região do Estudo

3.2.2.1 Paraná - A área de estudo localiza-se, em relação ao estado do Paraná, entre as regiões bioclimáticas números 1 e 2, de acordo com EMBRAPA¹⁵.

A caracterização bioclimática destas regiões pode ser melhor verificada na Tabela 1.

Restrições edáficas nas regiões bioclimáticas:

. Região 1

Região de grande diversidade geológica e topográfica, encontrando-se conseqüentemente, diversos tipos de solo, desde os derivados de basalto, hidromórficos, passando por solos litólicos até afloramentos rochosos. Constituindo-se restrições quanto à implantação de algumas espécies do gênero *Pinus*, principalmente *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. taeda*, em função da drenagem do solo e profundidade. Sendo que o *Pinus taeda* é muito exigente em relação a este último fator restritivo.

FIGURA 2. LOCALIZAÇÃO DAS FAZENDAS DA PISA FLORESTAL E CIA. PARANAPRINT



Fonte: PISA

TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO BIOCLIMÁTICA DO PARANÁ

	Regiões	
	1	2
Localização	Centro-Sul do Paraná	Zona de transição das regiões 1-3 e 1-4
Altura predominante (m)	650 - 1.100	550 - 900
Tipo de vegetação	Floresta ombrófila ¹	Campo ombrófilo com/sem pinheiros ² e campos
Tipo de clima ⁴	Submontano ³ úmido e muito úmido	Submontano úmido
Temperaturas °C		
Média anual	15 a 19	17,5 a 21
Mínima absoluta	-5 a -10	-3 a -6
Geadas por ano (amplitude)	1 a 40	0 a 28
Precipitação anual média (mm)	1.250 - 2.500	1.200 - 2.000
Distribuição	uniforme ou intermediária	intermediária ou periódica
Déficit hídrico ⁵	Nulo	Nulo

¹mista de *Araucaria angustifolia*

²*Araucaria angustifolia*

³Sistema Holdridge

⁴Tipo temperado quente

⁵Segundo Thornthwaite & Mather (1955) para 300 mm de capacidade de retenção de água pelo solo.

. Região 2

Existência de solos originários de basalto (solos litólicos, latossolo roxo e terra roxa estruturada), solos litólicos de siltito e folhelho, latossolos podzólicos, cambissolos e areias quartzosas.

As espécies do gênero *Pinus*; *Pinus elliottii* e *P. taeda* se adaptam bem à estas condições destes solos e à silvicultura que neles se pratica.

Desta forma, as espécies florestais recomendadas para plantios comerciais nestas regiões bioclimáticas do Paraná, números 1 e 2, área de interesse do presente estudo, seriam *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus patula*.

3.2.2.2 São Paulo - O Instituto Florestal do Estado de São Paulo²⁷ elaborou um zoneamento econômico para a determinação das áreas destinadas ao reflorestamento. Mais especificamente, quanto à rentabilidade potencial do gênero *Pinus*, com uma rotação de 20 anos e transporte, pode-se observar alguns pontos:

Excetuando-se as áreas de proteção, a região abrangida pelo estudo em questão, apresenta uma excelente rentabilidade (maior que 14%) para os reflorestamentos homogêneos baseados naquele gênero.

Com relação ao aspecto de transporte, para as mesmas condições, *Pinus* spp e rotação de 20 anos, novamente excluindo-se áreas de proteção, a região possui uma transportabilidade compreendida por uma distância máxima de 101-200 km.

3.3 LOCALIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO FLORESTAL NA REGIÃO DE ESTUDO

Uma vez caracterizada de modo geral a região, um detalhamento a nível mais específico pode ser identificado novamente pela Figura 2. Nesta figura, situam-se os povoamentos florestais alocados em função das fazendas administradas pela PISA - Papel de Imprensa S.A.

O referido patrimônio tem três origens básicas: Plan-tar Ltda.; PISA Florestal Ltda. e; Cia. Paranaprint de Empreendimentos Florestais.

Por serem os primeiros povoamentos implantados na região, quase todos decorrentes da lei dos incentivos fiscais para reflorestamentos (Lei 5.106 de 02/09/1966 e Decreto-lei nº 1.340 de 11/11/1970), a tecnologia de implantação, a silvicultura e o manejo florestal eram pouco desenvolvidos.

Desta situação decorreram alguns povoamentos de qualidade e quantidade que deixam a desejar em relação aos objetivos econômicos da PISA.

Por esta razão, uma avaliação da tomada de decisão sobre o destino final de tais povoamentos, obedecendo-se critérios econômicos para a escolha da melhor alternativa, se faz imprescindível.

3.4 ASPECTOS LEGAIS E JURÍDICOS DA REFORMA

Este trabalho pressupõe que a área em estudo esteja de acordo com os critérios estabelecidos pelo IBDF, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, para elaboração de um projeto de reforma.

3.4.1 Projeto de Reforma e Adensamento

É permitida através da Portaria Normativa IBDF/502/83-DR de 21/12/83 a reforma de florestas implantadas sob a égide da Lei 5.106 e pela PN 290/84 de 27/06/84 sob a modalidade 1.134/70, desde que satisfeitas as condições abaixo relacionadas:

I. Haja solicitação expressa e que a pessoa jurídica, requerente da exploração final, seja a única detentora de todas as quotas do projeto original;

II. O projeto esteja totalmente vinculado a uma indústria consumidora;

III. O projeto original já tenha sofrido pelo menos um corte e/ou desbaste comercial, oficializado de acordo com os trâmites normais do IBDF;

IV. O projeto original esteja localizado num raio considerado economicamente viável;

V. O remanescente do projeto original seja julgado antieconômico, pela sua baixa produtividade, mediante levantamento circunstanciado; feito pelo IBDF; com emissão de laudo técnico.

VI. A empresa titular do projeto original, deverá submeter ao IBDF, quando da solicitação da exploração final, capacidade técnica comprovada, de ser ela detentora dos meios necessários para promover os incrementos de produtividade, de modo a tornar economicamente viável o projeto.

A implantação do novo projeto de reflorestamento incentivado, em área que tenha sido autorizada a exploração final, somente poderá ser feita se a administradora aplicar recursos de 50% ou mais dentro do projeto.

O novo projeto a ser apresentado, deverá obedecer aos ditames do Decreto Lei 1.134.

O ano "zero" do novo projeto será o da data do seu protocolo, desconsiderando assim o período de tempo já decorrido do projeto original.

A área a ser aprovada por empresa para essa modalidade de projeto, deverá estar englobada no programa anual, deferido em carta consulta.

Não será permitida a reforma de projetos danificados por incêndios, geadas, ou outro fator edáfico-climático. A área mínima para se proceder a reforma de povoamentos é de 50 hectares.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DA FONTE DO ESTUDO

3.5.1 Complexo Industrial-Florestal

A PISA - Papel de Imprensa S.A., destaca-se como o maior complexo industrial do Brasil e da América Latina em função da sua capacidade produtiva e modernização, abastecendo os mercados brasileiro e latino-americano com papel imprensa.

Durante o ano de 1989, sua produção deve ficar na marca de 150 mil toneladas, com um aumento de 20% sobre o ano de 1986 (PISA³⁹).

O consumo brasileiro de papel de imprensa em 1989 deve alcançar a marca das 416 mil toneladas/ano, sendo que a PISA responderá junto ao mercado brasileiro com cerca de 117 mil toneladas/ano de papel imprensa, ou seja, 28% do

consumo nacional. Sendo o restante suprido pelos demais fabricantes nacionais e internacionais.

Aproximadamente três mil toneladas de papel imprensa foram vendidas pela PISA junto a novos mercados: Uruguai, Suriname e República dos Camarões. Dez mil toneladas de outros papéis foram vendidos internamente, tratando-se de produtos destinados a mercados específicos (listas telefônicas, livros, impressos comerciais).

3.5.2 Produção de Papel Imprensa

A fabricação de papel imprensa é obtida pela mistura de água com a matéria produzida a partir de entrelaçamento de fibras vegetais. Tal matéria-prima é oriunda das Pastas Mecânicas ou Termomecânicas.

3.5.3 Pasta Mecânica (PM)

Material mais apropriado para a fabricação de papel de imprensa por suas propriedades como opacidade, absorvência e baixo custo. Além disso, a printabilidade do papel (capacidade de aceitar impressão) é melhor, proporcionando uma rápida absorção de tinta, de modo não excessivo, requisito básico das rotativas modernas com altas velocidades. As árvores de espécies coníferas, principalmente *Pinus taeda* formam a matéria-prima da PM, uma vez que além da produtividade, possuem uma melhor qualidade (menor teor de resinas que causam o empastamento da superfície de rebolos e problemas no tratamento da PM, já na fabricação do papel).

3.5.4 Pasta Termomecânica (PTM)

Provém de uma diferente utilização da matéria-prima. A madeira é picada, pré-aquecida, triturada e transformada em pasta. A PTM possui maior percentual de fibras longas, resistência úmida superior à 50% e maior resistência ao rasgo. Já a PM possui menor consumo específico de energia, custo operacional e de manutenção menores.

3.5.5 Abastecimento Industrial

Para fazer frente a todo este processo de modo uniforme e contínuo, o abastecimento industrial de matéria-prima é efetuado com as espécies florestais de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. As unidades industriais da PISA; fábrica, serra-ria e energia consomem mensalmente um volume total de 63 mil estéreos com casca (st cc) de madeiras.

Tal matéria-prima é extraída dos povoamentos florestais próprios e de terceiros localizados ao redor da localização da PISA.

3.5.6 Patrimônio Florestal

Desde que o complexo PISA iniciou sua produção em março de 1985, toda a sua atividade florestal desenvolve-se sobre povoamentos heterogêneos de espécies, desuniformes em produtividade e qualidade e em condições de exploração e transporte as mais variadas possíveis.

Como a produção de papel imprensa deve primar pela qualidade, além do nível de produção necessitar ser atendido

do modo regular e econômico, os povoamentos devem ser de primeira qualidade.

Esforços devem ser dispendidos de modo que tais exigências possam ser satisfeitas, por conseguinte, a espécie florestal *Pinus taeda*, é a que melhor se enquadra dentro do presente contexto.

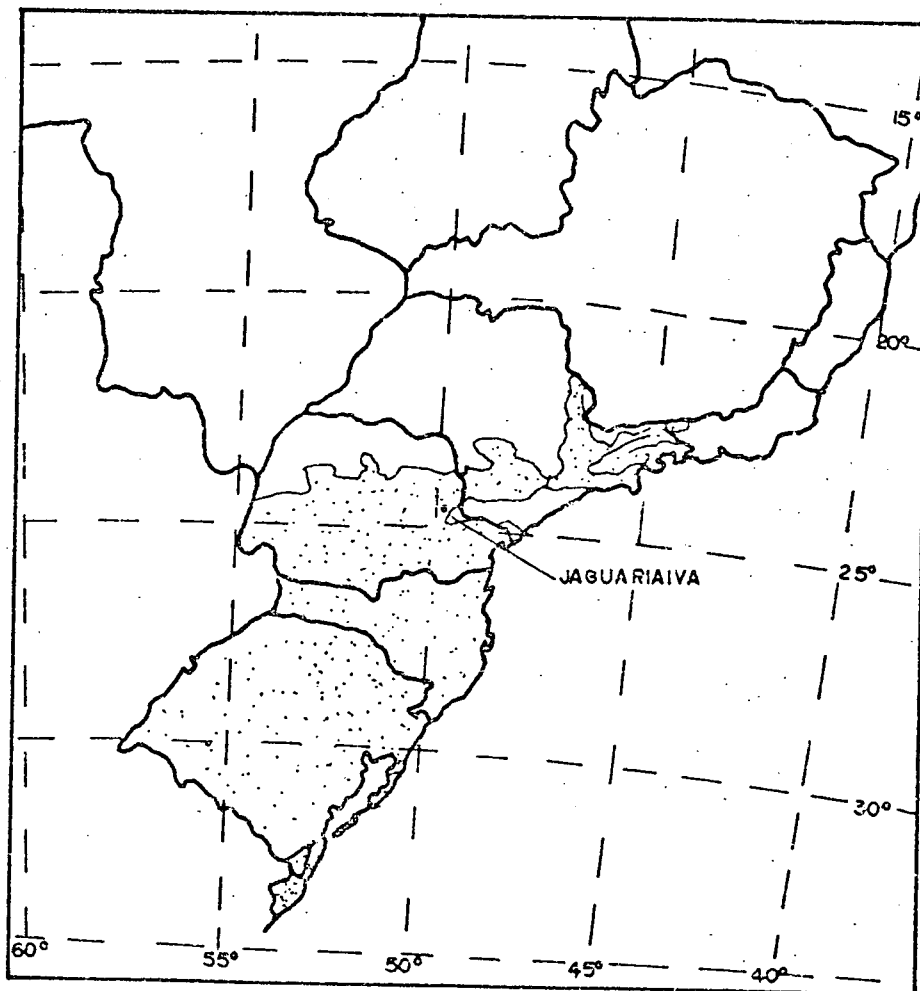
3.6 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

3.6.1 Caracterização do *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* no sul do Brasil

A espécie *Pinus taeda* tem encontrado no planalto sul do Brasil (Figura 3), condições ecológicas ideais, sendo suas exigências de clima e solo muito semelhante às do *Pinus elliottii*. Com relação ao clima, parece necessitar de invernos mais rigorosos e por isto seu incremento apresenta-se inferior nas planícies costeiras; enquanto supera o *Pinus elliottii* no Planalto do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Com relação às condições edáficas, o *Pinus taeda* adapta-se tanto quanto o *Pinus elliottii* a solos hidromórficos, suportando inundações temporárias; resiste também à falta de umidade, que pode ocorrer no verão em solos pouco profundos. Por seu crescimento superior ao *Pinus elliottii* e pelo menor conteúdo de resina na sua madeira, tem-se constituído na espécie preferida pelas empresas para a produção de polpa.

Tanto *Pinus taeda* quanto *Pinus elliottii*, são recomendados sem restrições climáticas, para plantios em parte do estado de São Paulo e na grande maioria da região sul brasileira.

FIGURA 3. REGIÕES APTAS PARA CULTIVO DO *Pinus taeda* E *Pinus elliottii* no BRASIL (SEGUNDO GOLFARI, 1975)



Fonte: PISA - Papel de Imprensa S.A.

3.7 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

CLUTTER *et alii*¹¹ apregoam que investimentos são realizados visando-se alcançar a maximização do consumo no tempo.

A relação consumo presente/futuro é avaliada mediante a aferição da maior ou menor utilidade do investimento no tempo. Sendo tal aferição baseada nos mais diversos critérios econômicos obedecendo, ainda, metas primordiais de um determinado agente econômico.

Tais critérios, subordinados a objetivos específicos, encontram-se amplamente debatidos na literatura econômica.

Os próprios autores, dentre outros, relacionam a taxa interna de retorno, a relação benefício/custo, o valor líquido presente e o tempo de recuperação do capital investido, como parâmetros para a definição de investimentos.

As restrições básicas da maioria dos critérios referem-se à necessidade de períodos iguais para as alternativas de análise em questão, além da equivalência de capitais dispendidos (CASAROTTO FILHO *et alii*⁷, DE FRANCISCO¹³).

Para contornar tais restrições, desenvolveram-se critérios tais como a taxa de retorno composta e o custo anual equivalente, os quais permitem uma melhor avaliação das alternativas de investimentos.

O tema reforma econômica de povoamentos florestais, ainda segundo CLUTTER *et alii*¹¹, refere-se a um instrumento de manejo florestal que visa a maximização do valor presente dos futuros fluxos de caixa produzidos por determinado povoamento florestal.

Fluxo de caixa, de acordo com DE FRANCISCO¹³, é um esquema simplificado das entradas (receitas) e saídas (despesas) que um determinado investimento envolve.

Em se tratando de investimentos florestais (envolvendo processo biológico), receitas e despesas devem ser definidas de maneira muito particular, procurando incorporar os aspectos do desenvolvimento florestal no tempo. No presente estudo estes dois aspectos foram homogeneizados em termos de dólar americano (US\$), cuja conversão foi feita em valores de cruzados de julho de 1987.

3.8 DESPESAS FLORESTAIS

De acordo com BUARQUE⁴, no processo de produção existem dois tipos básicos de custos; aqueles que correspondem à instalação da unidade de produção e aqueles que correspondem ao processo de produção por si. Os primeiros referem-se aos recursos monetários mobilizados antes da existência do processo produtivo, enquanto os demais custos correspondem ao processo normal de produção. Tais despesas denominam-se custo de investimento (custo de capital) e custos de operação (custos de produção), respectivamente.

No âmbito da análise florestal em questão, serão importantes apenas as definições dos custos: implantação e manutenção florestal; de administração; do fator produtivo terra e; de oportunidade do capital.

3.8.1 Custos de Implantação/Manutenção Florestal

No tocante à implantação, os custos referem-se às atividades de aceiramento, queima, mudas, plantio, replantio e combate às formigas. Conforme definição de BUARQUE⁴, tais despesas representam custos de investimento florestal.

Ja a fase de manutenção florestal corresponde aos primeiros três primeiros anos do plantio da floresta. Período no qual são desenvolvidas operações que visam favorecer o desenvolvimento biológico da floresta (remoção das plantas daninhas, por exemplo).

3.8.2 Custos de Administração Florestal

Representados pelas despesas de vigilância, aceiramento e seguros florestais.

Para efeito da análise econômica, ROTH⁴⁶ admite que os custos administrativos e de proteção devem ser considerados conjuntamente. Constatou ainda, através de estudos estatísticos, que os custos administrativos representavam seis por cento, respondendo os custos de proteção florestal, portanto, pela maior proporção, ou seja, noventa e quatro por cento do custo total de administração florestal.

Os impostos e taxas incidentes direta ou indiretamente no processo produtivo florestal não foram incluídos no presente estudo. Os demais custos administrativos tais como, salários diretos, indiretos, etc, também não foram considerados, uma vez que, de acordo com os princípios da Teoria da Substituição de Equipamentos (NEVES³⁵), custos passados podem ser considerados irrelevantes, concentrando-se assim a análise nas

diferenças entre alternativas. Pretende-se, ainda, evitar a complicação desnecessária do trabalho, visto de tais custos devem ser repartidos para todo o patrimônio florestal e não apenas para o povoamento objeto de análise.

3.8.3 Custo da Terra

Tal fator de produção reveste-se da maior importância na análise econômica florestal. Sua importância é tamanha que sua inclusão ou não em uma análise caracteriza até mesmo alguns critérios econômicos de avaliação florestal. ROTH⁴⁶ já identificava que a terra poderia ser mensurada baseando-se em seu valor de custo, venda ou renda (valor esperado).

O presente estudo basear-se-á no valor de mercado da terra que, segundo o mesmo autor, é determinado via comercialização da terra em determinada região pela oferta e demanda (preço de mercado). Ainda segundo o autor, os principais fatores que afetam o valor de mercado da terra seriam; condições da propriedade, solo, topografia, disponibilidade de água, drenagem e melhoria dos imóveis. Como fatores externos haveria ainda; clima; mão-de-obra regional, facilidades de transporte, impostos regionais, infra-estrutura regional etc.

3.8.4 Custo de Oportunidade do Capital

Representada numa avaliação econômica pela incorporação da taxa de juros no cálculo. DE FRANCISCO¹³ define tal custo como a taxa de atratividade de um investimento, ou seja, a taxa mínima de juros a qual convém ao investidor optar em determinado projeto de investimento. Corresponde, ainda,

à taxa oferecida pelo mercado para uma aplicação de capital, de modo a que se um investimento propiciar uma rentabilidade abaixo do rendimento de alguma forma de aplicação no mercado financeiro, tal investimento não será considerado atrativo sob a ótica do investidor.

A consideração do custo de oportunidade do capital pode ser dado sob duas formas; real e "ponderada".

A consideração real é a deflacionada; a que não incorpora os riscos e incerteza. Entretanto, quando tanto a inflação quanto os riscos/incertezas necessitam ser incorporados à análise, tem-se a forma ponderada. Diversos autores têm procurado formas de se determinar tais parâmetros.

CLUTTER *et alii*¹¹ procuram avaliar investimentos florestais considerando riscos e incertezas. Já BAKER¹, procura abordar a expectativa inflacionária dentro da análise econômica.

Por outro lado, autores como REZENDE *et alii*⁴¹, confirmaram o custo de capital no decorrer do tempo como parâmetro importante quando da consideração da reforma. Sugerem ainda que, uma análise de sensibilidade permitiria uma melhor avaliação do processo de inflação e seu efeito geral.

3.9 RECEITAS FLORESTAIS

Receitas são definidas por BUARQUE⁴ como fluxo de recursos financeiros (monetários) que um determinado investimento gera, direta ou indiretamente, durante sua vida útil em função da sua operação. O cálculo das receitas consiste basicamente em multiplicar-se a quantidade esperada de venda de cada ano, de cada produto, pelo preço correspondente.

3.9.1 Determinação das quantidades volumétricas

Para efeito da presente análise, procurou-se determinar estas quantidades esperadas de venda para o povoamento corrente e futuro de acordo com PISA³⁸.

Partiu-se inicialmente de um inventário florestal por espécie florestal (*Pinus taeda* e *P. elliottii*), em povoamentos de diferentes idade, sítio e densidade. Em seguida, buscou-se a determinação das equações de volume para as espécies florestais dos sítios de produtividade, bem como a determinação da prognose do volume como função da idade, sítio e densidade, além da identificação das classes de sortimento.

Uma vez efetuada esta fase, realizou-se a simulação da Produção Florestal através dos modelos de sítio, densidade, produção e sortimento ajustados.

Analisou-se o crescimento e a produção florestal para duas situações distintas; povoamentos correntes e povoamentos futuros. Sendo esta, portanto, a base da determinação do volume para os povoamentos em questão.

3.9.2 Determinação dos Preços de Madeira

A determinação dos preços das quantidades produzidas (volume em m³/ha) foi efetuada de maneira diferente (de acordo com a situação do povoamento ; se corrente ou se futuro), baseando-se no critério do valor da madeira em pé.

3.10 VALOR DA MADEIRA EM PÉ (V.M.P.)

3.10.1 Povoamento Atual

Segundo ROTH⁴⁶, a madeira pode ser comprada/vendida na floresta e usualmente na transação incorpora-se a terra. Desta forma tanto a terra quanto o estoque em crescimento são alienados na venda de uma floresta.

No caso de se envolver apenas a madeira como mercadoria transacionável, o autor identifica três formas de valor da madeira em pé; Custo, Venda e Valor Esperado.

Considerando-se o povoamento atual, a análise foi restrita ao valor de venda da madeira em pé, determinado pelo preço de mercado regional.

3.10.2 Povoamento Futuro

Já na consideração do povoamento futuro, haveria condições de proceder a um controle dos custos e portanto poder-se-ia praticar o valor da madeira em pé pelo seu custo de produção. Mesmo porque, nesta fase, a indústria florestal poderia praticar preços economicamente viáveis sem subsidiar os custos da parte industrial da empresa, admitindo-se o caso de uma indústria integrada e verticalizada.

3.11 O CUSTO DE PRODUÇÃO DA MADEIRA

Para o cálculo do V.M.P. pelo custo de produção para o povoamento futuro, CLUTTER *et alii*¹¹, consideram a conjunção do valor presente de todos os custos envolvidos no crescimento

da madeira (VPC_1) com o valor presente do V.M.P. praticado no mercado regional que gerariam o mesmo fluxo de madeira (VPC_2).

Baseando-se em uma série contínua de plantações sem desbastes intermediários (no presente trabalho contornado pela capitalização da produção até o corte final), deduz-se que:

$$VPC_1 = T + \frac{C(1+j)^N}{(1+j)^N - 1} + \frac{A}{j} \quad (1)$$

onde:

VPC_1 = Valor presente de todos os custos envolvidos no crescimento de uma série de plantações (unidade monetária/unidade de área);

T = Valor da terra (unidade monetária/unidade de área);

C = Custo Florestal a ser capitalizado até a idade N ;

j = taxa de juros (%);

N = idade do corte final;

A = custos administrativos anuais.

Tal fluxo de madeira seria produzido por um determinado regime, explorando-se o volume V_N a cada N anos, com o primeiro corte daqui há N anos.

Se este mesmo fluxo de madeira fosse obtido pela compra do Volume V_N em termos de V.M.P. (preço de mercado) cada N anos, ao custo de C (unidade monetária/unidade de volume), o valor presente destas aquisições seria:

$$VPC_2 = \frac{C \cdot V_N}{(1+j)^N - 1} \quad (2)$$

Se VPC_1 e VPC_2 forem igualados e resolvendo-se para C , resultará a seguinte fórmula:

$$C = \frac{|(1 + j)^N - 1| \left(T + \frac{A}{j}\right) + R(1 + j)^N}{V_N} \quad (3)$$

onde:

R = Custos de Implantação e Manutenção (unidade monetária/unidade de área).

Sendo C interpretado como o V.M.P. pelo custo de produção da madeira para o povoamento futuro. Tal valor significa, ainda, o V.M.P. ao qual o proprietário florestal seria indiferente entre usar sua floresta, ou adquirir a madeira no mercado regional, em função disto, C deverá ser o custo de produção da madeira (unidade monetária/unidade de volume).

3.12 MÉTODO DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE DA ESTRATÉGIA DE REFORMA (VPR_N) - MÉTODO DE CLUTTER *et alii*¹¹

Uma vez definidas despesas e receitas florestais, a parte de avaliação econômica pode ser efetuada, dado que sem tais parâmetros, nenhuma estratégia econômica ótima pode ser selecionada.

Tais receitas e despesas foram convencionadas conforme o procedimento corrente da empresa que forneceu as informações. Desta forma, a padronização das unidades de volume, área e monetária ficou sendo, metro cúbico (m^3), hectare (ha) e dólar americano (US\$).

Considerando-se um povoamento plantado e cortado ao final de N anos, cujo preço da madeira em pé seja constante

(independentemente da idade do povoamento) e, desconsiderando-se impostos e taxas, a mensuração econômica deste plantio dar-se-ia da seguinte forma:

$$R_N = S \cdot V_N - C(1 + j)^N - A \left[\frac{(1 + j)^N - 1}{j} \right] \quad (4)$$

onde:

R_N = receita líquida da exploração florestal por hectare no ano N (US\$/ha);

S = valor da madeira em pé (US\$/m³) igual a C (eq. 3);

N = período de rotação;

C = custos de implantação/manutenção florestal (US\$/ha), valor idêntico a R na equação 3 (US\$/ha);

j = taxa de juros;

A = custos administrativos anuais (US\$/ha);

V_N = volume de madeira ao final da rotação (m³/ha).

Com o cálculo de R_N variando N ano a ano até o final da rotação (corte final), pode-se perfeitamente distinguir-se o ano N de maior R_N , ou seja, a idade econômica ótima do povoamento em questão.

3.12.1 Renda Esperada do Solo (Res)

Uma vez determinada a R_N ótima do povoamento, este valor pode facilmente ser utilizado para se calcular a Renda Esperada do Solo mediante seu desconto para o momento zero e sua transformação em série contínua de rotações.

A Res nada mais é do que o valor monetário da terra associado com uma dada idade de rotação, sendo ainda, o valor presente dos retornos líquidos de todas as rotações numa série contínua.

Tal critério baseia-se no pressuposto de que o proprietário almeja a maximização do valor líquido presente da terra. De acordo com LEUSCHNER³⁰, entretanto, não considera o custo da terra e conseqüentemente, não considera o custo de oportunidade deste valor de produção, embora deva se admitir que o proprietário interessado unicamente no processo produtivo florestal não necessite comparar sua atividade com outras alternativas de investimentos.

3.12.2 Cálculo da Renda Esperada do Solo (Res)

Uma vez definida da idade ótima de rotação N , o cálculo da Res para o ano N seria definido como:

$$\text{Res}_N = \frac{S.V_N - R(1+j)^N}{(1+j)^N - 1} - \frac{A}{j} \quad (5)$$

Pressupõe-se que os custos iniciais de regeneração do povoamento em questão ocorram no mesmo ano em que o mesmo é cortado. Caso contrário, a idade de rotação N será de um ano a mais se, por exemplo, o plantio ocorrer no ano seguinte ao corte final.

3.13 ANÁLISE DO POVOAMENTO CORRENTE

A reforma econômica de um povoamento florestal deve ser entendida como uma decisão, baseada em termos econômicos, que traduza a sua inviabilidade financeira, requerendo sua eliminação e a implantação de um novo povoamento. Povoamento este certamente com um conjunto de novas tecnologias (espaça-

mento, adubação, espécie, manejo, etc) que proporcionará uma maior rentabilidade.

Que um determinado povoamento florestal necessite ser reformado parece ser mais ou menos lógico. O problema básico seria, então definir o momento no qual tal intervenção deveria ser efetuada objetivando-se a implantação de um novo povoamento florestal.

3.14 A DECISÃO PELA REFORMA

A Res para o ano N, conforme demonstrado, pode ser empregada para avaliar o povoamento futuro a ser implantado.

Seu valor paramétrico será conjugado com a avaliação econômica do comportamento temporal do povoamento corrente ano a ano, visando-se definir o momento exato de intervenção florestal. De acordo com a fórmula geral do valor líquido presente da estratégia envolvendo a reforma do povoamento daqui há N anos (metodologia de CLUTTER *et alii*¹¹):

$$VPR_N = \frac{S_R \cdot V_{RN}}{(1 + j)^N} + \frac{Res_N}{(1 + j)^N} - \frac{A_{RN} [(1 + j)^N - 1]}{j(1 + j)^N} \quad (6)$$

onde:

VPR_N = Valor Líquido Presente da estratégia de reforma do povoamento corrente daqui há N anos (US\$/ha);

S_R = Valor da Madeira em pé do povoamento corrente (US\$/m³);

V_{RN} = Volume de Madeira do povoamento corrente no ano N (m³/ha);

A_{RN} = Custos Administrativos anuais da manutenção do povoamento corrente (US\$/ha);

RES_N = Renda Esperada do Solo para a rotação de N anos.

3.15 COMPOSIÇÃO DO CRITÉRIO DA ESTRATÉGIA DE REFORMA

Conforme se pode perceber, a decisão da estratégia de reforma, representada pelo parâmetro VPR_N fundamenta-se em três análises básicas, referentes aos três termos da equação do VPR_N .

O primeiro termo representa o valor presente das rendas percebidas da exploração em corte raso do povoamento corrente. O segundo termo contém o valor presente de todos os fluxos de caixa gerados pela série contínua das futuras rotações do povoamento a ser implantado, pressupondo-se que, o povoamento futuro seja repetido infinitamente nas rotações posteriores. Já o terceiro membro da equação do VPR_N traduz o valor presente dos custos administrativos acumulativos até o ano de corte raso do povoamento corrente.

3.16 DEFINIÇÃO DO MOMENTO DA REFORMA

O parâmetro básico de análise, que objetiva a determinação do instante de reforma, é o povoamento atual. De seu momento presente até a idade final de rotação, varia-se N ano a ano, calculando-se os respectivos VPR_N para o ano N.

Desta forma, define-se a estratégia ótima de reforma no ano N o qual possui o maior VPR_N , definindo-se assim, um critério econômico de reforma de povoamentos florestais visando a maximização do VPR_N .

O VPR_N caracteriza-se como uma metodologia para a avaliação de povoamentos florestais, no que concerne ao seu manejo florestal, de forma a se avaliar economicamente o capital do estoque florestal em crescimento.

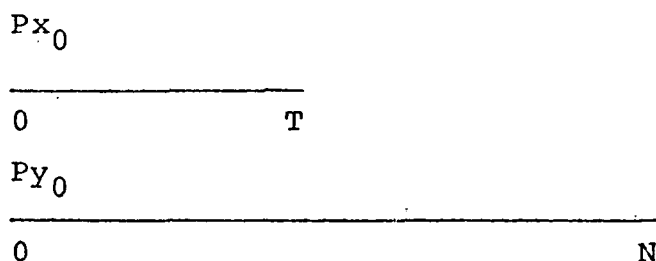
3.17 MÉTODO DA ANUIDADE EQUIVALENTE GEOMÉTRICA (METODOLOGIA DE BAKER)

BAKER¹ em seu trabalho sobre investimento de reposição considerando a inflação, analisa a situação de tal forma que pode ser adaptada ao caso florestal.

Considerando-se o povoamento atual, que poderá ser conduzido por mais T anos adicionais até o seu corte final e, um novo povoamento, que terá a rotação de N anos, com $N > T$, pode-se avaliar o problema da reforma.

Admitindo-se Px_0 como o valor presente do fluxo de caixa associado ao povoamento corrente e Py_0 o valor presente associado ao povoamento futuro conforme Figura 4.

FIGURA 4. INVESTIMENTO CORRENTE x FUTURO



onde:

Px_0 = Valor Presente do fluxo de caixa associado ao povoamento florestal em existência;

Py_0 = Valor Presente do fluxo de caixa associado ao povoamento a ser implantado.

A comparação destes dois investimentos de vidas diferentes se daria através da conversão de Px_0 e Py_0 em anuidades equivalentes a um dado custo de oportunidade do capital, denominadas Ax_0 e Ay_0 , respectivamente. Ainda, de acordo com KOPPITKE²⁹, considera-se que renovados os investimentos seus fluxos de caixa serão mantidos iguais, se tal condição se efetivar, as anuidades equivalentes de ambos os investimentos serão iguais através do tempo.

Assim se $Ay_0 > Ax_0$, a reposição imediata seria preferível. Caso contrário, o povoamento corrente deveria ser mantido. Entretanto, segundo BAKER¹, tal situação se daria apenas se o processo inflacionário fosse desconsiderado na análise.

O problema, ainda de acordo com este autor, poderia ser abordado de uma forma mais abrangente, ou seja, mediante duas sequências alternativas básicas:

- a) deixar-se terminar a rotação do povoamento atual e implantar-se então o povoamento futuro (sequência A) ou;
- b) reformar-se imediatamente o povoamento corrente (sequência B), de acordo com a representação da Figura 5.

FIGURA 5. SEQUÊNCIAS DOS INVESTIMENTOS ALTERNATIVOS

Px_0	Pz_0	Pz_1	Pz_2	Pz_3	...	Tempo
0	T	T+N	T+2N	T+3N		
Py_0	Py_1	Py_2	Py_3		...	Tempo
0	N	2N	3N			

As alternativas mutuamente excludentes, seqüência A e seqüência B, podem ser comparadas mediante seus respectivos valores presentes sob um horizonte de tempo comum (infinito, no presente caso).

3.17.1 Valor Presente das Seqüências de Reposição

Segundo BAKER¹, deve-se assumir que o investimento de reposição (povoamento futuro) possui o mesmo fluxo de caixa em ambas as seqüências. Desta forma, Py_j 's e Pz_j 's podem ser expressos como simples função de Py_0 , apenas que inflacionados por um determinado fator (de forma com que o problema inflacionário seja considerado).

O primeiro investimento na seqüência A, Pz_0 , é o Py_0 inflacionado pelo fator $(1 + i)^T$, onde i é a taxa de inflação e T é o ano de reposição (reinvestimento).

O segundo reinvestimento, será N anos após ou $N + T$, $N + 2T$ etc de acordo com o momento considerado. Assim, a equação para Pz_j será:

$$Pz_j = Py_0 (1 + i)^{T + jN} \quad (7)$$

Similarmente, Py_j 's em função de Py_0 :

$$Py_j = Py_0 (1 + i)^{jN} \quad (8)$$

Sendo o objetivo básico a maximização do valor presente líquido, a comparação dos valores presentes das seqüências de investimentos A e B, proporcionaria a diferença D , objeto de análise.

$$D = \sum_{j=0}^{\infty} |Py_j (1 + r)^{-jN}| - (Px_0) - \sum_{j=0}^{\infty} |Pz_j (1 + r)^{-(T+jN)}| \quad (9)$$

onde:

r = custo de oportunidade do capital.

Se o valor líquido presente D , for positivo, então a seqüência B , reforma imediata, será preferível. Se D for negativo; seqüência A é preferível, e se D for nulo, haverá indiferença entre as seqüências A e B .

Utilizando-se as equações (7) e (8) para a substituição de P_{y_j} e P_{z_j} e fazendo-se $P_z = \left[\frac{(1+r)}{(1+i)} \right]^{-N}$, ter-se-ia uma equação mais simplificada:

$$D = Py_0 \left[\frac{1}{1 - (1+r^*)^{-N}} \right] - (1+r^*)^{-T} \cdot Py_0 \left[\frac{1}{1 - (1+r^*)^{-N}} \right]^{-Px_0} \quad (10)$$

onde $(1+r^*) = \frac{1+r}{1+i}$ = taxa real de desconto

A diferença D seria então composta de três termos: o primeiro termo interpretado como o valor líquido presente do investimento do tipo Py_0 cada N anos, descontado para uma taxa de desconto real (custo de oportunidade deflacionado); o segundo termo é a mesma soma infinita do primeiro termo descontada T períodos, porque o primeiro investimento começa após o processo atual (Px_0) ter se completado e; o terceiro termo é o próprio valor Px_0 , representado pelo investimento corrente.

3.17.2 Equivalência Geométrica

Visando uma simplificação metodológica a equação (10) pode ser reescrita da seguinte forma:

$$D = Py_0 \left[\frac{1}{1 - (1+r^*)^{-N}} \right] [1 - (1+r^*)^{-T}] - Px_0 \quad (11)$$

Equação esta composta de dois termos, o primeiro termo configurado como o valor presente líquido do ano 1 até T sob a seqüência de reposição B (reposição imediata). Este termo é comparado com o valor presente do processo corrente Px_0 (segundo termo).

Utilizando-se do conceito de equivalência geométrica, multiplica-se a equação (11) por uma constante K, procurando-se desta forma uma equação mais simplificada:

$$KD = Py_0 \cdot \frac{1}{1 - (1+r^*)^{-N}} \{1 - (1+r^*)^{-T}\} \cdot K - Px_0 \cdot K \quad (12)$$

com $0 < K < \infty$

Deve-se estipular K como o valor que converte D em um fluxo de caixa equivalente do ano 1 até T, fluxo este que incrementa-se anualmente, de forma geométrica, pela taxa de inflação. Tal valor descontado ao custo de oportunidade do capital fornecerá o valor presente D. Portanto, ter-se-ia a equivalência geométrica (G) da seguinte forma:

$$G = K \cdot D \quad (13)$$

$$G = \left[\frac{r^*}{1 - (1 + r^*)^{-T}} \right] \cdot D \quad (14)$$

Sendo a equação (14) a fórmula de recuperação do capital usando a taxa real de desconto r^* . Transformando-se Py_0 e Px_0 em equivalentes geométricos sobre a vida do investimento de reposição (N anos), teríamos a seguinte equação, seme-

lhante à equação (9):

$$GD = Py_0 \frac{r^*}{1 - (1+r^*)^{-N}} - Px_0 \frac{r^*}{1 - (1+r^*)^{-T}} \quad (15)$$

$$GD = Gy_0 - Gx_0 \quad (16)$$

Como regra geral; reposição imediata, seqüência B, é preferível se a diferença nas equivalências geométricas (GD) dos valores líquidos presentes dos investimentos de reposição e corrente for positiva de acordo com a Tabela 2.

TABELA 2. DECISÃO DA REFORMA

GD	Política de Reforma
> 0	Imediata
< 0	Protelada
= 0	Indiferente

Das equações gerais de uso para análise da reforma, equações (10) e (16), pode-se concluir que a diferença D refere-se à análise dos Valores Líquidos Presentes dos investimentos em questão (povoamento atual e futuro). Já a diferença GD refere-se às anuidades equivalentes geométricas de tais investimentos para T anos, considerando-se r e i.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

Uma vez determinadas as áreas de interesse em se reformar, procurou-se identificar com o provável comportamento produtivo que estas mesmas áreas teriam a partir da implantação de uma série de povoamentos melhor estruturados (técnicas de plantio, espaçamento, qualidade genética, etc).

Para tais regiões, nas quais ocorriam tanto a espécie *Pinus taeda* quanto *Pinus elliottii*, com produtividade insatisfatória, foram estimadas as simulações do crescimento e de produção florestal para a espécie *Pinus taeda* e por classe de sítio, com suas respectivas projeções de produção.

Desta forma, para *Pinus taeda* obteve-se a produção volumétrica estimada para cinco classes de sítio, para três tipos de manejo, conforme a Tabela 22 (Apêndice).

4.2 PROJEÇÃO DOS POVOAMENTOS FUTUROS

Para as áreas mais específicas utilizadas no presente estudo (classe IV), estimou-se a produção volumétrica para *Pinus taeda*, procurando-se caracterizar as variáveis: ano e idade do plantio; número de árvores por hectare (N); área basal por hectare (G); volume por idade (m^3/ha); volume da árvore média (m^3); incremento corrente anual em percentagem

(ICA%) e; classe de destinação da madeira para serraria (Ser) ou processamento natural (proc) em m³/ha.

Tal produção volumétrica baseou-se em dois sistemas básicos de manejo; corte raso e manejo com cortes intermediários, Tabelas 23 e 24 do Apêndice, respectivamente.

4.3 PROJEÇÃO DAS PRODUÇÕES FUTURAS

Nas Tabelas 25, 26 e 27 inseridas no Apêndice encontram-se determinadas as informações básicas para cada sistema de manejo, tais como; idade, ano e tipo de intervenções (cortes), além de dados sobre o número de árvores por hectares antes (pre), no momento do corte e após o corte (pos), sendo aqui considerados como árvores remanescentes. O volume total (m³/ha) e por classe de destinação (serraria à processo) também é estipulado. Finalmente, como informação adicional, tem-se o volume da árvore média por ocasião de uma determinada intervenção.

Deve-se observar que, nestas considerações de produção volumétrica, observou-se cinco por cento de perdas quando por ocasião do cálculo do volume.

4.4 MATERIAL DE ESTUDO

Os povoamentos florestais correntes, ou seja, aqueles já implantados e com desenvolvimento produtivo insatisfatório e por esta razão, objetos de reforma, são caracterizados como sendo os projetos A/01/21 e A/01/33 (Tabela 28 do Apêndice).

O primeiro baseia-se na espécie *Pinus elliottii*, implantado num sítio de classe IV, necessitando sofrer um segundo desbaste e o corte final.

Já o segundo projeto é de *Pinus taeda*, classe de sítio IV, com um terceiro desbaste e o corte final a serem ainda realizados.

4.5 PROJEÇÃO DOS POVOAMENTOS CORRENTES

A prognose da produção dos povoamentos atuais pode ser verificada nas Tabelas 29 e 30 do Apêndice onde são encontrados parâmetros volumétricos definidos anteriormente, somente que agora aplicados à estimativa do comportamento biológico dos referidos projetos até o final de suas rotações.

4.6 PROJEÇÃO DAS PRODUÇÕES CORRENTES

Nas Tabelas 30 e 31, igualmente no Apêndice, se encontram as produções volumétricas esperadas dos projetos em questão, por ocasião de sofrerem intervenções de manejo. As mesmas contêm informações tais como; ano e idade de intervenção, tipo de corte (final ou intermediário), número de árvores por hectare, volume retirado, destinação da madeira etc. De forma semelhante foram feitas as projeções das produções futuras (Tabelas 25, 26, 27 do Apêndice).

4.7 DETERMINAÇÃO DAS RECEITAS

Uma vez estipulados os volumes para os povoamentos correntes a serem implantados, necessita-se identificar os preços relativos às duas situações (corrente e futura), visando-se a determinação de suas respectivas receitas.

4.8 PREÇOS RELACIONADOS AO POVOAMENTO CORRENTE

A identificação dos preços praticados em relação aos povoamentos atuais envolve uma série de argumentações ligadas à peculiaridades regionais, a momentos históricos e à própria estrutura inicial da empresa.

Os povoamentos implantados na região abrangida por este estudo, inicialmente se valeram de subsídios governamentais (incentivos fiscais para serem implantados). Encontravam-se, ainda, pulverizados por um sem número de pessoas físicas e jurídicas, a maioria externas ao setor florestal. Durante a fase de seu desenvolvimento, tais plantios foram sendo incorporados por firmas mais tradicionais, entre elas a PISA. Estes povoamentos eram em sua maioria mais velhos do que a própria empresa, criada em 1985. À parte destes argumentos todos, situa-se o fenômeno de prática regional de preços da madeira em pé, onde o mercado local determina, através da oferta e procura, o preço de equilíbrio regional.

Desta forma, os povoamentos correntes estão inseridos dentro de um contexto no qual procurou-se trabalhar com os preços de venda baseados no valor da madeira em pé (V.M.P.), conforme Tabela 33 do Apêndice.

Embora se tratando de V.M.P., determinado pelo mercado, pode-se observar que a comercialização não considera fatores como idade do povoamento, densidade básica da madeira, qualidade da madeira, entre outros fatores, para se fixar um valor monetário naquela região. Sendo a madeira dependente unicamente de sua destinação final (processo ou serraria).

4.9 PREÇOS RELACIONADOS AOS POVOAMENTOS FUTUROS

Com relação aos povoamentos que a empresa pretende implantar, a possibilidade do controle de informações é bem maior. Mesmo porque a própria implantação será da firma, o que já não aconteceu com os povoamentos atualmente existentes. Assim, para a firma em questão, o seu custo marginal de produção é igual ao preço de mercado.

Nesta metodologia empregada, o preço da madeira, leva em conta unicamente a expectativa dos custos de produção da madeira, além do custo de oportunidade do capital investido na condução de tais povoamentos.

4.10 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO FLORESTAL

A fixação do valor final da madeira a ser produzida pelo povoamento futuro, passa pela consideração inicial dos custos relacionados com a implantação do povoamento bem como sua manutenção, de modo que o mesmo não venha a ser prejudicado por condições adversas em seus primeiros anos.

Informações relativas a tais custos, discriminadas por operação (implantação ou manutenção) e natureza de operação (manual ou mecanizada), estão identificadas no Apêndice (Tabelas 34 e 35).

As operações básicas de implantação seriam; aceiramento, queima, aquisição de mudas, plantio, replantio e combate às formigas. Tais atividades são discriminadas ainda em função do tipo (manual ou mecanizada) e dos custos. O mesmo se aplica às fases de manutenção da floresta.

Os custos subsequentes à implantação e à manutenção referem-se aos custos administrativos anuais, que são considerados como vigilância, aceiros e seguros florestais.

4.11 VALOR DA TERRA

Analogamente à característica do V.M.P. do povoamento corrente, o fator de produção terra teve sua avaliação baseada nas condições regionais de oferta e procura e, em se tratando da área do estudo em questão, de acordo com suas características (índice de sítio IV), o valor da terra foi avaliado em US\$ 200/ha.

4.12 PADRONIZAÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO EM ANÁLISE

Para uma melhor análise dos resultados conseguidos no estudo da reforma, fez-se necessário a indexação dos regimes de manejo em consideração. Desta forma, os parâmetros indexados que se seguiram no transcorrer do trabalho estão vinculados aos seus respectivos regime de manejo, conforme demonstração da Tabela 3.

TABELA 3. PADRONIZAÇÃO DOS MANEJOS EM ESTUDO

Tipo do Povoamento	Discriminação	Regime de Manejo		Padronização
		Idade	Corte	
Corrente	Proj. A/01/33	21	3φ D	P ₂
		27	CF	
	Proj. A/01/21	18	2φ D	P ₁
		24	CF	
Futuro	<i>Pinus taeda</i>	20	CF	R ₃
		10	1φ D	R ₂
	<i>Pinus taeda</i>	14	2φ D	
		20	CF	
	<i>Pinus taeda</i>	9	1φ D	R ₁
		13	2φ D	
		20	CF	

D = Desbaste: CF = Corte final

4.13 ESTRATÉGIA ECONÔMICA ÓTIMA DE REFORMA

Uma vez estipuladas as receitas e despesas que condicionaram o cálculo dos fluxos de caixa referentes a cada um dos regimes de manejo (P_1 , P_2 , R_1 , R_2 e R_3), uma estratégia ótima de reforma foi identificada.

Tal estratégia definiu o momento econômico ótimo de reforma, ou seja, a época de intervenção de um povoamento insatisfatório visando um novo plantio almejando-se, com isso, o máximo retorno econômico. Baseando-se, ainda, no critério de maximização do lucro da equação (6).

4.14 RENDA ESPERADA DO SOLO (Res)

A primeira das variáveis, a ser definida para os regimes de manejo (R_1 , R_2 e R_3), os quais caracterizam-se como sendo os povoamentos futuros, foi a renda esperada do solo (Res), de acordo com a equação (5).

4.14.1 Determinação do Custo de Crescimento (S)

Uma outra variável, o custo de crescimento (S) foi baseada para sua avaliação econômica, no V.M.P. (custo de produção), de acordo com a equação (3).

4.14.2 Produção Volumétrica Total (V_N)

Como a metodologia original baseia-se num volume de corte final e único no momento do término do ciclo de rotação, utilizou-se o artifício de se capitalizar as produções intermediárias, quando existirem (R_1 e R_2), até o último ano

da rotação (20º ano). Tal capitalização ocorreu à 8% de juros anuais, conforme demonstrado na Tabela 4.

TABELA 4. CÁLCULO DE V_N PARA OS REGIMES DE MANEJO R_1 , R_2 E R_3

Regime de Manejo (povoamento futuro)	Volume Final Capitalizado - V_N (m ³ /ha)
R_1	363,0
R_2	368,2
R_3	318,6

Deve-se ressaltar que, obedeceu à restrição de 5% de perda de produção volumétrica (mortalidade, resíduos, etc).

4.14.3 Custos de Implantação/Manutenção (R)

Considerados igualmente como válidos para qualquer povoamento futuro, independente do regime de manejo (R_1 , R_2 ou R_3).

Semelhantemente à V_N , também foram capitalizados à 8% a.a. até o ano final de rotação (20º ano), tal como expresso na Tabela 5.

TABELA 5. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO CAPITALIZADOS (R)

Povoamento Futuro	Custos R (US\$/ha)
R_1 , R_2 e R_3	1,080.0

4.14.4 Custos Administrativos e da Terra

Novamente considerados independentes ao regime de manejo do povoamento florestal a ser implantado. Tais custos estão relacionados na Tabela 6.

TABELA 6. DEMAIS CUSTOS PRODUTIVOS

Regime de Manejo	Custos	
	Tipo	US\$/ha
R ₁ , R ₂ , R ₃	Administrativos	15
	Terra	200

4.15 CUSTO DE PRODUÇÃO DO POVOAMENTO FUTURO

Uma vez determinadas as variáveis que compõem o cálculo do custo de produção de madeira, de acordo com o regime de manejo a ser conduzido no povoamento futuro, obteve-se a Tabela 7.

TABELA 7. CUSTO UNITÁRIO DE PRODUÇÃO DO POVOAMENTO FUTURO POR REGIME DE MANEJO

Tipo	Custo da Produção (US\$/m ³)
R ₁	6,88
R ₂	6,78
R ₃	7,84

Pode-se observar que os regimes submetidos à desbastes intermediários possuem pouca diferença entre si, sendo, na média, 13% inferiores ao custo de produção do regime de manejo de corte único ao final da rotação (R_3).

4.16 CUSTOS RELATIVOS DE PRODUÇÃO

Estes custos referem-se ao custo de produção total, desconsiderando-se as participações relativas da produção da madeira para fabricação de polpa para papel (processo), bem como para serraria.

O custo total de produção foi rateado pelas classes de destinação da madeira, utilizando-se das participações relativas (processo e serraria) constantes nas Tabelas 25, 26 e 27 do Apêndice. Sabendo-se que, suas participações proporcionais capitalizadas serão iguais à produção volumétrica total (V_N), para cada regime de manejo. Assim, conhecendo-se a relação VMP de serraria/VMP de processo da Tabela 33 (Apêndice), determinaram-se os custos relativos de produção das madeiras de processo e serraria, conforme LUNDGRAN³¹.

Tais custos relativos de produção, segundo a metodologia utilizada neste trabalho, são determinados para o instante de corte final (ano final da rotação), necessitando, quando necessário, serem corrigidos no tempo através do desconto (8% a.a.).

A Tabela 8 resume os custos relativos de produção por destino da madeira, por regime de manejo por época de intervenção, fornecendo ainda, o custo médio total (não-ponderado).

TABELA 8. CUSTOS RELATIVOS DE PRODUÇÃO PARA POVOAMENTOS A SEREM IMPLANTADOS (8% a.a.)

Tipo	Regime de Manejo						
	R ₁		R ₂		R ₃		
	VMP _e		VMP _e		VMP _e		
	9	13	20	10	14	20	20
Serraria	3,77	5,12	8,78	3,98	5,42	8,60	10,70
Processo	2,67	3,66	6,27	2,86	3,89	6,17	7,64
Médio	2,95	4,01	6,88	3,14	4,27	6,78	7,84

VMP_e - Valor estimado da madeira em pé (US\$/m³)

Pode-se observar que a participação relativa dos custos de produção da madeira para serraria é maior do que a madeira para processo e mesmo do que o custo médio total da produção, devido, principalmente, ao fato do preço de venda da madeira serrada ser 40% superior ao preço da madeira de processamento. Isto à despeito da participação quantitativa do volume de processo ser maior do que a do volume de serraria. Observa-se que a proporção de preços é mais expressiva do que a proporção de quantidade na determinação dos custos relativos de produção de madeira serrada para processo e para serraria.

4.17 CÁLCULO DA RENDA ESPERADA DO SOLO DOS POVOAMENTOS A SEREM IMPLANTADOS

Uma vez definidas as variáveis V_N , R , A , j , N e S , que compõem o cálculo da renda esperada do solo, pôde-se determinar a rentabilidade do povoamento futuro em função de seu regime de manejo (Tabela 9).

TABELA 9. RENDA ESPERADA DO SOLO PARA POVOAMENTO A SER IM-
PLANTADO

Regime de Manejo	Renda Esperada do solo (US\$/ha)
R_1, R_2 e R_3	164,0

Observa-se que a renda esperada do solo mostrou-se a mesma, independentemente do regime de manejo. Sendo R, j, N e A constantes para os três regimes de manejo, o mesmo valor de Res se dá porque os parâmetros V_N e S , respectivamente produção de volume e Valor da Madeira em pé, comportam-se de forma semelhante, ou seja, contrabalançando-se, o que conduz a um mesmo resultado final. Assim, se R_1 tem V_{N1} menor do que V_{N2} de R_2 ; S_1 por sua vez será maior que S_2 , contrabalançando os resultados, conforme constatação da Tabela 10.

TABELA 10. VARIÁVEIS PRINCIPAIS DA RENDA ESPERADA DO SOLO -
Res

Regime de Manejo (R)	Produção Volumétrica V_N m ³ /ha	Valor da Madeira em pé US\$ S/ha
R_1	363,0	6,88
R_2	358,2	6,78
R_3	318,6	7,84

Isto faz sentido porque o critério utilizado procura recuperar os custos de produção dispendidos e remunerá-los à determinada taxa de juros. Se a produção for menor, o custo

será maior e vice-versa. Se o povoamento for remunerado ao seu custo de produção, *ceteris paribus*, a renda esperada do solo será igual para os três regimes de manejo.

4.18 DESENVOLVIMENTO ANALÍTICO DA REFORMA

Considerando-se que o preço mínimo de remuneração seja o valor que remunera os custos de produção e, se não houver influência da destinação da madeira (processo e serraria), deve-se optar, para os povoamentos futuros, pelo regime de manejo com menores custos de produção.

Da Tabela 10 observa-se que R_1 e R_2 apresentam custos de produção menores do que R_3 devendo, portanto, escolher-se entre R_1 e R_2 . Entretanto, como suas diferenças quantitativas são mínimas, da ordem de 1,5%, o que praticamente é insignificante, optou-se por R_2 , pressupondo-se resultados idênticos para R_1 e, excluindo-se R_3 por apresentar custo de produção superior.

4.19 DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA DE REFORMA (METODOLOGIA DE CLUTTER *et alii*¹¹)

Retornando à fórmula do Valor Líquido Presente da estratégia de reforma (VPR_N) tem-se que:

$$VPR_N = \frac{S_R \cdot V_{RN}}{(1+j)^N} + \frac{Res_N}{(1+j)^N} - \frac{AR_N [(1+j)^N - 1]}{j (1+j)^N}$$

$$= a + b - c \quad (17)$$

Onde "a" representa a receita bruta do povoamento corrente no ano N descontado para o momento atual. O termo "b" é o valor presente de todos os fluxos de caixa gerados

pela série contínua das plantações subseqüentes R_2 (por ter o menor custo de produção) e, finalmente, o termo "c" traduz o valor presente dos custos administrativos do povoamento corrente até o momento da reforma.

4.19.1 Estratégia de Reforma para o projeto P_1

O projeto florestal A/01/21, *Pinus elliottii*, sítio IV, dito P_1 , em função de suas expectativas de custo e receitas teria o seguinte comportamento analítico:

$$VN_{P_1} = \frac{3,5 X_1 + 2,5 X_2}{(1 + j)^N} + \frac{163,75}{(1 + j)^N} - \frac{15 [(1+j)^N - 1]}{0,0j (1+j)^N} \quad (18)$$

onde:

X_1 = quantidade de madeira produzida no ano N para serraria (m^3/ha);

X_2 = quantidade de madeira produzida no ano N para processo (m^3/ha).

O resultado final do desenvolvimento analítico desta estratégia está expresso na Tabela 11 onde se considera $j = 8\%$ a.a.

Pode-se perceber que P_1 , no tocante ao ano estratégico de reforma, apresentou melhores resultados econômicos, em termos de maximização do valor presente da reforma, quando esta reforma se efetuar em 1989, cujo valor foi de US\$ 685,05/ha, como alternativa pôde-se optar pelo ano de 1991, que apresentou US\$ 659,51/ha como resultado final.

TABELA 11. ESTRATÉGIA ÓTIMA DE REFORMA PARA O PROJETO P₁ (8% a.a.)

Período da reforma	Volumes Parciais (m ³ /ha)		Valor Presente da Exploração	V.P.Série Contínua	V.P.Custos Administrativos	Valor Presente Total
	Ser ¹	Pro ²	(US\$/ha) (a)	(US\$/ha) (b)	(US\$/ha) (c)	(US\$/ha)
1989 0	3,3	203,9	521,30	163,75	-	685,05
1990 1	3,5	216,0	511,34	151,62	13,89	649,07
1991 2	43,1	82,3	545,87	140,39	26,75	659,51
1992 3	49,1	82,4	540,09	130,00	38,66	631,43
1993 4	55,1	82,3	533,12	120,36	49,68	603,80
1994 5	61,1	81,9	525,03	111,45	59,89	576,59
1995 6	67,1	81,3	516,22	103,19	69,34	550,07
1996 7	73,0	80,5	506,65	95,55	78,10	524,10

Obs.: No período 1991/1996 incorporou-se o desbaste intermediário de US\$ 240,14/ha

¹ Madeira para serraria

² Madeira para processamento de polpa

4.19.2 Análise de sensibilidade para o projeto P_1

Se entretanto, para o cálculo de VN_{P_1} utilizar-se 4% a.a. para "j", a estratégia se comportará conforme mostra a Tabela 12.

Esta variação da taxa de juros permite uma visualização mais clara do 29 ano de existência do povoamento corrente (1991) como ano estratégico ótimo de reforma de P_1 .

Embora quantitativamente pareça não haver diferenças significativas entre os anos de existência do referido projeto, qualitativamente é bastante evidente que o valor presente da estratégia de reforma tende a crescer, atingir um máximo e decrescer a seguir continuamente até a idade final de rotação do plantio, após uma expressiva inversão de tendência inicial de decréscimo, o que pode ser mais claramente visualizado na Figura 6.

4.19.3 Estratégia de Reforma para o projeto P_2

P_2 , ou seja, o projeto florestal A/01/33, *Pinus taeda*, classe de sítio IV, possui o mesmo desenvolvimento analítico que P_1 (equação 18).

Isto pode ser observado na Tabela 13, com $j = 8\%$ a.a., onde a estratégia de reforma é comparada ano a ano da vigência do projeto. Observa-se a mesma tendência de P_1 , com os melhores anos de reforma sendo 1989 e 1991, com valores de US\$ 754,90 e US\$ 695,23/ha, respectivamente.

TABELA 12. REFORMA DO PROJETO P₁ À 4% a.a.

Período de reforma	Volumes Parciais (m ³ /ha)		Valor Presente da Exploração	V.P.Série Contínua	V.P.Custos Ad. Anuais	Valor Presente Total
	Ser ¹	Pro ²	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)	(US\$/ha)
1889 0	3,3	203,9	521,30	163,75	-	685,05
1990 1	3,5	216,0	531,01	157,45	14,42	674,04
1991 2	43,1	82,3	579,08	151,40	28,29	702,19
1992 3	49,1	82,4	585,29	145,57	41,63	689,23
1993 4	55,1	82,3	590,10	139,97	54,45	675,62
1994 5	61,1	81,9	593,44	134,59	66,78	661,25
1995 6	67,1	81,3	595,62	129,41	78,63	646,40
1996 7	73,0	80,5	595,47	124,44	90,03	630,88

Obs.: No período 1991/1996 incorporou-se o desbaste intermediário de US\$ 249,38/ha

¹Serraria

²Processo

FIGURA 6. COMPORTAMENTO DA TENDÊNCIA DA REFORMA EM FUNÇÃO DA IDADE. P_1 ($j = 4\% \text{ a.a.}$)

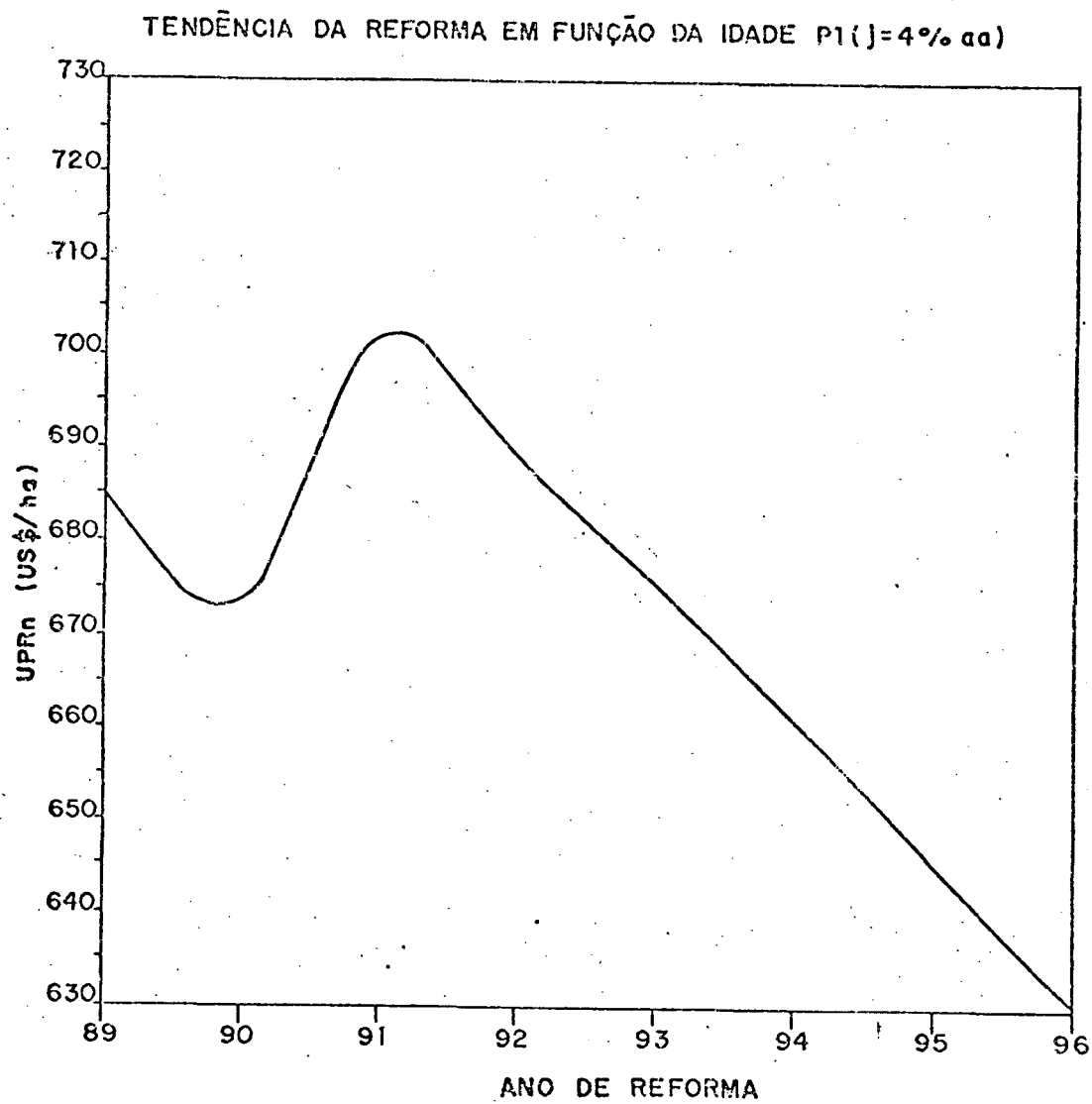


TABELA 13. REFORMA DO PROJETO P₂ À 8% a.a.

Período de reforma		Volumes Parciais (m ³ /ha)		Valor Presente da Exploração (US\$/ha)	V.P. Série Contínua (US\$/ha)	V.P.Custos Adm.Anuais (US\$/ha)	V.Presente Total (US\$/ha)
		Ser ¹	Pro ²				
1989	0	48,4	165,1	582,15	163,75	-	745,90
1990	1	52,5	166,5	555,56	151,62	13,89	693,29
1991	2	75,3	76,5	581,59	140,39	26,75	695,23
1992	3	79,2	75,8	562,15	130,00	38,66	653,49
1993	4	83,0	75,0	543,01	120,36	49,68	613,69
1994	5	86,6	74,3	524,37	111,45	59,89	575,93
1995	6	90,0	73,6	506,12	103,19	69,34	539,97
1996	7	93,2	72,8	488,20	95,55	78,10	505,65

Obs.: No período 91/96 foi incorporada a receita intermediária de US\$ 191.67/ha

¹Serraria

²Processo

4.19.4 Análise de Sensibilidade para o Projeto P₂

Considerando-se uma expectativa de remuneração do capital menor (4% a.a.), em função do desempenho produtivo mais reduzido que é esperado de P₂, tem-se a Tabela 14. Pode-se observar a mesma tendência de P₁, conforme mais claramente demonstrado na Figura 7.

FIGURA 7. COMPORTAMENTO DA TENDÊNCIA DA REFORMA EM FUNÇÃO DA IDADE. P₂ (j = 4% a.a.).

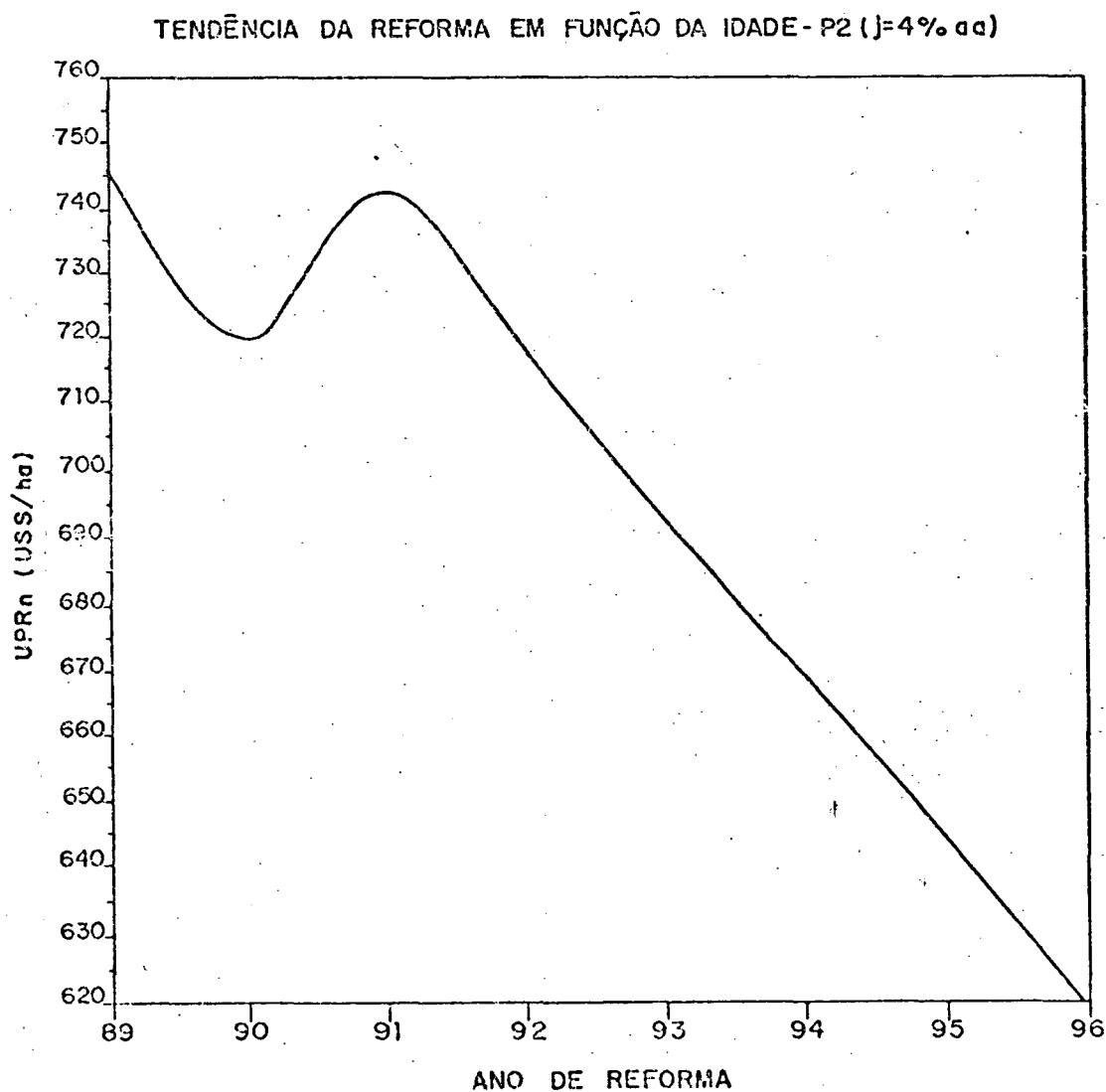


TABELA 14. REFORMA DO PROJETO P₂ À 4% a.a.

Período da reforma	Valores Parciais (m ³ /ha)		Valor Presente da Exploração (US\$/ha)	V.P.Série Contínua (US\$/ha)	V.P.Custos Administrativos (US\$/ha)	V.Presente Total (US\$/ha)
	Ser ¹	Pro ²				
1989 0	48,4	165,1	582,15	163,75	-	745,90
1990 1	52,5	166,5	576,92	157,45	14,42	719,95
1991 2	75,3	76,5	619,53	151,40	28,29	742,64
1992 3	79,2	75,8	613,93	145,57	41,63	717,87
1993 4	83,0	75,0	607,64	139,97	54,45	693,16
1994 5	86,6	74,3	600,84	134,59	66,78	668,65
1995 6	90,0	73,6	593,41	129,41	78,63	644,19
1996 7	93,2	72,6	584,85	124,44	90,03	619,26

Obs.: De 1991 à 1996 foi incorporada a receita intermediária de US\$ 199,04/ha

¹Serraria

²Processo

A diferença básica em P_2 e P_1 é que o primeiro projeto apresenta uma maior rentabilidade total mas, entretanto, não apresenta significativos ganhos econômicos de um ano a outro ao contrário de P_1 . De forma que o incremento das receitas de P_2 não consegue mais que compensar os custos advindos do retardamento da reforma. Esta situação é oposta em P_1 , onde até o ano de reforma apresenta-se como perfeitamente viável a incorporação de receitas pelo retardamento da reforma de um ano para outro.

4.20 EFEITO DO PROCESSO INFLACIONÁRIO VIA AUMENTO DA TAXA DE JUROS

O cenário econômico estudado até o presente momento pressupõe a ausência da inflação, ou seja, a taxa de juros considerada é dita "real".

Para que um determinado processo inflacionário seja considerado dentro da variável taxa de juros, no sentido de se avaliar seu efeito final na análise da reforma, deve-se utilizar, de acordo com CLUTTER *et alii*¹¹, a seguinte equação:

$$(1 + p) = (1 + r) (1 + i) \quad (19)$$

onde:

p = taxa de juros ponderada (nominal) em %;

r = taxa de juros real em %;

i = expectativa inflacionária em %.

De acordo com a Tabela 15 percebe-se que, se a taxa de juros nominal passar de 8% a.a. (sem inflação), para 12% a.a., neste caso pressupondo-se uma taxa de juros real r de 8% a.a.

TABELA 15. ESTRATÉGIA ÓTIMA DE REFORMA (12% a.a.)

Período da reforma		Valor Presente Total (US\$/ha)	
		P ₁	P ₂
1989	0	685,1	745,9
1990	1	625,9	668,5
1991	2	389,5	467,8
1992	3	349,6	466,6
1993	4	311,8	362,3
1994	5	276,4	316,3
1995	6	243,3	274,1
1996	7	212,2	235,5

e uma expectativa de inflação, pré-estabelecida, ao redor de 3,7% a.a., os resultados finais dos povoamentos correntes P_1 e P_2 sugerem a reforma imediata dos projetos florestais.

Isto pressupondo-se que se pretende manter a taxa de juros real "r" da análise da reforma em 8% a.a. e incorporar-se a taxa inflacionária que se calcula para o horizonte de tempo da análise.

Quando, por outro lado, parte-se de uma taxa real de 8% a.a. e, detecta-se um ambiente inflacionário inesperado durante o processo, a consequência imediata seria a redução final da taxa de juros real.

Assim, como poderia ser observado para o projeto P_1 , na Tabela 12, a taxa de juros de 4% a.a. poderia ser também resultado de uma expectativa inicial de uma taxa de juros real de 8% a.a., bem como de um processo inflacionário não esperado da ordem de 3,85% a.a.

Tal raciocínio baseia-se, de acordo com BAKER¹, na seguinte equação:

$$1 + r^* = \frac{(1 + r)}{(1 + i)} \quad (20)$$

onde:

r^* = taxa real de desconto;

r = taxa de juros nominal;

i = taxa inflacionária determinada.

Desta forma, trabalhando-se com uma taxa de juros original e um processo inflacionário inicialmente não considerado, o resultado seria uma redução da taxa de juros real. Esta taxa reduz-se de 8% a.a. para 4%, quando do surgimento de um

processo inflacionário de 3,85% tanto para P_1 (Tabela 12) quanto para P_2 (Tabela 14).

A apropriação das taxas inflacionárias nas equações 19 e 20 se deu de forma a resultarem taxas de juros finais em valores inteiros e de fácil interpretação. A qualquer valor de i , o resultado qualitativo ou decisório será o mesmo, ou seja, se a reforma deve ser efetuada ou não.

4.21 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O COMPORTAMENTO DA ESTRATÉGIA DE REFORMA

A análise dos resultados obtidos pelo método de CLUTTER *et alii*¹¹ sugere que a reforma seja efetivada um ano após o povoamento corrente sofrer o desbaste intermediário planejado conforme Tabelas 31 e 32 do Apêndice.

Entretanto, alguns pontos devem ser considerados: problemas de ordem prática de exploração e transporte florestal; disponibilidade de mão-de-obra; necessidade de suprimento de matéria-prima florestal; área a ser reformada não muito expressiva e; a não flexibilidade da administração financeira entre a parte florestal e a parte industrial de uma empresa. A consideração destes itens pode induzir ao fato de que a reforma seja realizada exatamente quando do momento da intervenção florestal (desbaste programado).

Se, no entanto, tais considerações não conduzirem a este raciocínio, pode ser que a diferença existente de um ano entre o desbaste planejado e o momento de reforma do povoamento seja significativa.

Outro ponto a ser destacado é o de que as estruturas da prognose volumétrica e da distribuição diamétrica das flo-

restas em estudo podem estar forçando uma tendência geral dos dados em direção ao ano subsequente ao corte intermediário, principalmente porque neste mesmo período há a expressiva alteração da proporção dos volumes de madeira para serra-ria e para processo, o que juntamente com os preços praticados, pode influenciar os resultados finais da reforma.

Como consideração final, tem-se que a reforma pode ser sugerida para o momento da intervenção florestal, embora, dependendo de outras características relacionadas ao posicionamento da floresta frente a indústria (parte integrante da mesma empresa) e ao tipo de manejo florestal prognosticado, a reforma possa ser protelada para o ano seguinte ao próximo desbaste programado.

Por outro lado, se o investidor florestal almejar uma taxa maior para a remuneração do capital investido nestes povoamentos, ou se suas expectativas inflacionárias recrudescerem durante o período de existência final destas florestas, a reforma deverá ser efetuada imediatamente, conforme demonstrado na Tabela 15, quando tal processo inflacionário for incorporado à análise.

Já se a inflação reduzir a taxa de juros real, dependendo do nível considerado desta mesma taxa real, pode ser que, embora reduzindo a remuneração do investimento, a reforma possa ser recomendada durante o transcorrer da rotação corrente (conforme Tabelas 12 e 14).

A interação inflação/taxa real de juros será, portanto, decisiva para a recomendação ou não da reforma dos povoamentos correntes.

Como resultado final, a metodologia de CLUTTER *et alii*¹¹ para a determinação da reforma econômica de povoamentos florestais, estará condicionada à estrutura de custos, receitas, fluxo de caixa e período de rotação considerado, tanto para os povoamentos correntes quanto futuros.

Ainda, o conhecimento inicial ou não de uma determinada inflação, sua intensidade, seu efeito final na taxa de juros, bem como o nível desta mesma taxa de juros a ser considerado numa análise de reforma, também terão efeitos diretos na decisão final de reformar-se ou não determinado povoamento florestal.

4.22. A INCORPORAÇÃO DO PROCESSO INFLACIONÁRIO NA ANÁLISE DA REFORMA (METODOLOGIA DE BAKER¹)

Antes de se tentar analisar a problemática inflacionária numa estratégia de reforma, de acordo com NEVES³⁶, da teoria da substituição de equipamentos, alguns princípios devem ser obedecidos:

- a) o que interessa nas análises são as diferenças entre as alternativas, sendo seus custos passados irrelevantes;
- b) um equipamento deve ser substituído se o valor atual de seus custos for superior ao valor atual das receitas geradas;
- c) o equipamento deve ser substituído por outro similar após atingir sua vida econômica, sendo esta definida como o período de menor custo anual;
- d) o equipamento deve ser substituído por outro de diferente tipo se o seu custo anual, na melhor

hipótese de operação, for superior ao custo anual mínimo do equipamento "desafiante";

e) a decisão de substituir ou não um equipamento só é válida no instante de referência-

4.22.1 Representação Esquemática dos Povoamentos Florestais

Uma vez postulados tais princípios, procedeu-se à esquematização dos povoamentos florestais correntes e futuros para uma correta visualização analítica do problema, sob o enfoque inflacionário, conforme a Figura 4.

4.22.2 Projeto A/01/21 Cálculo de PX_{N1}

O cálculo do valor presente do povoamento atual no ano N (momento de consideração) envolve a consideração das receitas e custos (fluxo de caixa) do final da rotação descontado até o ano N de referência:

$$\begin{aligned}
 PX_{N1} &= \frac{73,0 \times 3,5 + 80,5 \times 2,5}{(1+j)^N} + \frac{1,6 \times 3,5 + 101,5 \times 2,5}{(1+j)^N} - \frac{31,0(1+j)^N - 1}{0,0j(1+j)^N} \\
 &= d + e + f
 \end{aligned}
 \tag{21}$$

Onde "d" significa as receitas do corte final descontados à N (momento de decisão), "e" significa as receitas do desbaste intermediário descontado à N, embora só seja considerado para N = 7 (de acordo com princípios "a" e "e") e o termo "f" representa o custo administrativo (US\$ 15/ha) mais o custo de oportunidade da terra à 8% a.a. (US\$ 200 x 1,08).

Da equação (19) para PX_{N1} , obteve-se a Tabela 16 a qual mostra o valor presente do fluxo de caixa P_1 num dado instante de referência.

TABELA 16. VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA DO PROJETO P₁
(P_{X_{N1}}) (j = 8% a.a.)

Instante de referência		Valor Presente de P ₁ (P _{X_{N1}})	
Intervalo	Período	Referência	US\$/ha
1996-1989	7	PX ₀	345,0
1996-1990	6	PX ₁	404,0
1996-1991	5	PX ₂	187,0
1996-1992	4	PX ₃	233,0
1996-1993	3	PX ₄	282,0
1996-1994	2	PX ₅	336,3
1996-1995	1	PX ₆	392,0
1996	0	PX ₇	457,0

Obs.: A tabela mostra o valor presente do povoamento corrente quando considerado de um dado ano N de referência até o seu período de corte final (1996). De acordo, ainda, com os princípios da teoria da substituição de equipamentos (NEVES³⁶).

4.22.3 Projeto A/01/33 Cálculo de P_{X_{N2}}

Procedendo-se de maneira análoga ao Projeto P₁ para P₂, teríamos o seguinte valor presente do fluxo de caixa descontado até o ano N em consideração:

$$\begin{aligned}
 P_{X_{N2}} &= \frac{93,2 \times 3,5 + 72,8 \times 2,5}{(1 + j)^N} + \frac{30,0 \times 3,5 + 40,8 \times 2,5}{(1 + j)^N} - \\
 &\quad - \frac{31,0(1 + j)^N - 1}{0,0j(1 + j)^N} \qquad (22) \\
 &= g + h + i
 \end{aligned}$$

Com os termos "g", "h" e "i" tendo o mesmo significado que "d", "e" e "f", respectivamente, somente que para os dados de custos e receitas relativos à P_2 . Da equação (20) relativa à PX_{N2} tem-se a Tabela 17.

TABELA 17. VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA DO PROJETO P_2
(PX_{N2}) (j = 8% a.a.)

Instante de referência		Valor Presente de P_2 (PX_{N2})	
Intervalo	Período	Referência	US\$/ha
1996-1989	7	PX'_0	327,0
1996-1990	6	PX'_1	384,0
1996-1991	5	PX'_2	222,1
1996-1992	4	PX'_3	271,0
1996-1993	3	PX'_4	324,0
1996-1994	2	PX'_5	380,4
1996-1995	1	PX'_6	439,0
1996	0	PX'_7	508,2

Os valores das Tabelas 16 e 17 significam a rentabilidade econômica dos povoamentos P_1 e P_2 , em termos de Valor líquido presente, para o período de existência final considerado ou seja, do ano N de referência até o ano de corte final, 1996.

4.22.4 Cálculo dos Povoamentos Futuros (Py_0)

O Valor Presente dos fluxos de caixa para os regimes de manejo R_1 , R_2 e R_3 dos povoamentos a serem implantados seria calculado à semelhança de P_1 e P_2 com custos iguais, mas

receitas particulares à cada regime de manejo. Desta forma, considerando-se $j = 8\%$ a.a. tem-se os seguintes resultados da Tabela 18.

TABELA 18. VALOR PRESENTE DO FLUXO DE CAIXA PARA O POVOAMENTO FUTURO

Regime de Manejo	Valor Presente do Povoamento	
	Referência	US\$/ha)
R ₁	Py ₀₁	78,0
R ₂	Py ₀₂	89,0
R ₃	Py ₀₃	232,0

Em relação aos povoamentos futuros, o comportamento de R₃, em termos de Valor líquido presente, é excepcional. Sendo ainda, 2,6 vezes superior à R₂ e 3,0 vezes superior à R₁. Tal comportamento justifica-se pelo fato da madeira produzida naquele regime de manejo. R₃, corte raso ao 20º ano, ser remunerada pelo seu custo de produção (R₃ apresentou o maior V.M.P.).

4.23 A CONSIDERAÇÃO INFLACIONÁRIA PELO MÉTODO DE BAKER¹

Os resultados finais das Tabelas 16, 17 e 18, permitiram que fossem obtidas parte das informações necessárias para a avaliação dos povoamentos pelo método de Baker, ou seja, considerando-se explicitamente o processo inflacionário para fins de reforma.

BAKER¹ estipula que o valor presente do fluxo de caixa de um povoamento florestal pode ter incorporado uma conside-

ração inflacionária através do princípio da equivalência geométrica (G).

Assim para o povoamento atual ter-se-ia:

$$G_x = PX_0 \cdot \frac{r^*}{1 - (1 + r^*)^{-N}} \quad (23)$$

onde:

G_x = Equivalente geométrico de PX_0 ;

$$1 + r^* = \frac{1 + r}{1 + i} ;$$

N = vida útil do povoamento corrente;

r = taxa de juros considerada;

i = taxa inflacionária.

Analogamente para o povoamento futuro:

$$G_y = Py_0 \cdot \frac{r^*}{1 - (1 + r^*)^{-T}} \quad (24)$$

onde:

G_y = Equivalente geométrico de Py_0 ;

T = vida útil do povoamento a ser implantado.

4.23.1 Cálculo dos Equivalentes Geométricos

Uma vez determinada a maneira de se calcular os equivalentes geométricos (anuidades que incrementam à taxa de inflação num determinado período N sendo, ainda, iguais ao valor presente de um dado capital), elaborou-se a Tabela 19.

TABELA 19. EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS EM CONSIDERAÇÃO, EM US\$/ha

Instante de referência Intervalo período		Povoamentos Florestais				
		Correntes*		Futuros**		
		P ₁ GX ₁	P ₂ GX ₂	R ₁ Gy ₁	R ₂ Gy ₂	R ₃ Gy ₃
1996-1989	7	60	56			
1996-1990	6	80	76			
1996-1991	5	43	51			
1996-1992	4	66	76	6	7	19
1996-1993	3	104	119			
1996-1994	2	181	205			
1996-1995	1	412	462			
1996	0	--	-			

Obs.: Reúnem-se, nesta tabela, os mesmos dados referentes às Tabelas 16 e 18, apenas incorporando-se o processo inflacionário, ou seja, os valores líquidos presentes dos povoamentos correntes e futuros expressos em anuidades equivalentes geométricas.

* Equivalentes geométricos dos povoamentos correntes para o período restante de rotação.

** Equivalentes geométricos dos povoamentos futuros para o período de rotação de 20 anos.

Na determinação de GX e Gy, considerou-se o custo de oportunidade do capital investido de 8% a.a. e, uma taxa de inflação de 3% a.a.

Isto porque os dados econômicos da empresa do estudo em questão vinculam-se ao dólar americano como padrão monetário. Assim, para efeito de uma simulação inflacionária, utilizou-se de uma taxa de inflação de 3% a.a., a qual pode ser considerada uma taxa normal nas economias capitalistas estáveis.

Observando a Tabela 19, constata-se que os povoamentos correntes possuem equivalentes geométricos em muito superiores aos povoamentos futuros, basicamente porque os povoamentos atuais possuem período de equivalência em anos de, no máximo, 7 anos, o que resulta em valores maiores. Além de possuírem mais expressivo valor líquido presente a ser analisado, quando comparados com os povoamentos futuros.

Já estes povoamentos, possuem um período de equivalência de 20 anos (rotação completa) e o valor líquido presente é reduzido substancialmente pelos custos aqui representados como custos administrativos e custo de oportunidade da terra, resultando no final em um equivalente geométrico de valor bem mais reduzido (processo de anualização de uma rotação maior).

4.24 ESTRATÉGIA DE REFORMA CONSIDERANDO O PROCESSO INFLACIONÁRIO

Uma vez sendo o processo inflacionário incorporado na análise via equivalência geométrica, a avaliação da estraté-

gia de reforma baseia-se no seguinte processo analítico:

$$D = Gy_0 - GX_0 \quad (25)$$

onde:

D = diferença das anuidades geométricas equivalentes entre os povoamentos futuros e corrente, Gy_0 e GX_0 , respectivamente, para T anos (vida útil do povoamento corrente), considerando-se a taxa de juros r e a taxa de inflação i .

Isto posto, se $GD > 0$, a reforma será imediata; $GD < 0$, a reforma será protelada e; $GD = 0$ a reforma ou não do povoamento será economicamente indiferente.

Da Tabela 19, em função da expressiva diferença de gradientes entre as anuidades geométricas GX_1 e GX_2 (povoamentos atuais) em relação à Gy_1 , Gy_2 e Gy_3 (povoamentos futuros), percebe-se que esta metodologia de incorporação do processo inflacionário não recomenda a efetivação da reforma em nenhum instante do povoamento corrente. Entretanto, observa-se que os resultados têm a mesma tendência da metodologia de CLUTTER *et alii*¹¹, pois o período em que GX_1 e GX_2 mais se aproxima de Gy_1 , Gy_2 e Gy_3 foi exatamente o ano de 1991, período no qual o valor D mais se aproxima de zero.

4.24.1 Análise de sensibilidade do processo inflacionário

Sensibilizando-se a taxa inflacionária em função dos gradientes ascendente e descendente, Tabelas 20 e 21, respectivamente, pôde-se avaliar o efeito inflacionário dentro da metodologia de Baker.

TABELA 20. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA INFLAÇÃO SOBRE OS EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS ($i = 6\%$ a.a.)

Instante de referência		Povoamentos Florestais				
Intervalo	período	Correntes *		Futuros.**		
		P ₁	P ₂	R ₁	R ₂	R ₃
		GX ₁	GX ₂	GY ₁	GY ₂	Gy ₃
1996-1989	7	53,1	50,3			
1996-1990	6	71,8	68,3			
1996-1991	5	39,5	47,0			
1996-1992	4	61,0	71,0	4,7	5,4	14,0
1996-1993	3	97,6	112,1			
1996-1994	2	172,9	195,6			
1996-1995	1	399,4	447,3			
1996	0	-	-			

* Equivalentes geométricos dos povoamentos correntes para o período restante de rotação.

** Equivalentes geométricos dos povoamentos futuros para o período de rotação de 20 anos.

TABELA 21. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA INFLAÇÃO SOBRE OS EQUIVALENTES GEOMÉTRICOS DOS POVOAMENTOS (i = 1,5% a.a.)

Instante de referência		Povoamentos Florestais				
Intervalo	período	Correntes*		Futuros**		
		P ₁ GX ₁	P ₂ GX ₂	R ₁ Gy ₁	R ₂ Gy ₂	R ₃ Gy ₃
1996-1989	7	62,7	59,4			
1996-1990	6	83,2	79,1			
1996-1991	5	44,9	53,3			
1996-1992	4	67,9	78,9	7,0	8,0	20,1
1996-1993	3	106,3	122,1			
1996-1994	2	185,5	208,7			
1996-1995	1	417,1	467,1			
1996	0	-	-			

* Equivalentes geométricos dos povoamentos correntes para o período restante de rotação.

** Equivalentes geométricos dos povoamentos futuros para o período de rotação de 20 anos.

Nestas tabelas, percebe-se claramente que a variação da taxa de inflação não alterou a natureza qualitativa dos resultados, assim, a reforma continua sendo não recomendada, quando do emprego do princípio das anuidades equivalentes geométricas.

Em termos quantitativos, no entanto, se a taxa inflacionária elevar-se em 100%, passando de 3% a.a. para 6% a.a. e portanto, dobrar, o efeito final será o decréscimo da rentabilidade dos povoamentos. Redução esta para os povoamentos futuros da ordem de 22%. Com relação aos povoamentos atuais, redução de 10%, no caso da rotação final de 7 anos, pois a medida que o povoamento atual se aproxima da sua rotação final, o efeito inflacionário se anula. Em qualquer das situações, atual ou futura, o decréscimo será menos que proporcional ao aumento inflacionário.

A diminuição das expectativas inflacionárias pela metade, ou seja, de 3% a.a. para 1,5% a.a., reduzindo-se 50%, provoca um aumento da rentabilidade dos povoamentos também menos do que proporcional.

Para R_1 , R_2 e R_3 , os acréscimos seriam de 16%, 14% e 5%, respectivamente. Os povoamentos correntes teriam um acréscimo de 5%, em média, para a rotação mais longa (7 anos), tendendo este valor a se anular com a proximidade do povoamento ao seu corte final.

O efeito final da inflação, quer ascendente, quer descendente, será maior nos povoamentos futuros e menos expressivo nos povoamentos atuais. O período de rotação maior daqueles povoamentos, bem como sua estrutura de fluxo de caixa mais longa, parecem sugerir tais conclusões.

4.25 COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS DE CLUTTER *et alii*¹¹ E BAKER¹

Dada as peculiaridades da atividade florestal a qual envolve crescimento biológico da floresta, estrutura toda particularizada do fluxo de caixa das receitas e despesas, um manejo florestal complexo, um longo período de rotação e outras características mais, o resultado final da interação destes fatores sobre as metodologias de estudo aqui empregado possuiu em cada uma destas um efeito diferente.

O método de CLUTTER *et alii*¹¹ está embasado em uma série de critérios econômicos de aplicabilidade florestal. A essência de seu desenvolvimento já estava presente em trabalhos de FAUSTMANN¹⁸, por exemplo, além de que tal metodologia foi direcionada para ser aplicada diretamente em trabalhos florestais.

Há que se salientar que, mesmo neste período, a consideração inflacionária pode se dar mediante o emprego de taxas de juros nominais ou reais (neste caso subtraídas da taxa inflacionária), considerando-se assim, via análise de sensibilidade, um determinado processo inflacionário pré-determinado ou não.

O método BAKER¹, pressupondo basicamente que a taxa de juros real diminui quando aumenta a inflação, indica um adiamento da reforma. A diferença significativa entre os povoamentos atuais (rotação máxima de 7 anos) e os povoamentos futuros (20 anos), mais toda a estrutura de custos e receitas florestais e, principalmente, a conceituação da taxa de desconto real, refletiram os resultados obtidos por este método.

Neste método, ainda, a simulação do processo inflacionário em seus níveis ascendente e descendente não conseguiu alterar o resultado final, o qual indicou o adiamento da reforma (Tabelas 20 e 21).

Finalmente, a consideração da inflação nas duas metodologias estudadas se dá de forma diferente. No método de CLUTTER *et alii*¹¹, a inflação, quando pré-determinada, se incorpora dentro da taxa de juros nominal p (ponderada), resultando um valor final maior do que a taxa de juros real r inicialmente considerada.

Já BAKER¹ pressupõe que, com a consideração da inflação durante o processo de análise, a taxa de juros real empregada será menor, justamente por diminuir da taxa de juros inicial, uma parte subtraída pelo processo inflacionário.

Desta forma, a inflação antecipa a reforma pelo método de CLUTTER *et alii*¹¹, quando se considera uma taxa inflacionária pré-estabelecida, mas não influencia o resultado final (adiamento) da reforma pela metodologia de BAKER¹.

O mesmo raciocínio deste último método, quanto ao tratamento da inflação, dentro do método de CLUTTER *et alii*¹¹ (redução final da taxa de juros real), resultou na confirmação do ano do próximo desbaste planejado como ano de reforma dos povoamentos correntes.

Ainda, os resultados do presente estudo podem ser extrapolados por outras áreas de *Pinus* sp que apresentam o mesmo problema relativo à reforma. Ambas metodologias, adicionalmente, devem ser experimentadas em outras espécies florestais, notadamente, *Eucalyptus* spp.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos permitiram que se identificassem as seguintes conclusões principais:

- 1) O método de CLUTTER *et alii*¹¹ (que prevê a definição da melhor estratégia econômica de reforma pela maximização do critério do Valor líquido presente), necessita da definição de um maior número de variáveis para o seu cálculo. Apesar disto, apresentou-se como uma metodologia mais clara e objetiva para a decisão sobre reforma do que o método de BAKER¹.
- 2) Pelo método de CLUTTER *et alii*¹¹, a reforma do povoamento pode ser sugerida para o momento exato da próxima intervenção florestal planejada. No entanto, se a estrutura final do fluxo de caixa se der diferentemente da forma considerada, a reforma deve ser protelada para o ano subsequente ao ano do desbaste programado.
- 3) O método de BAKER¹ requer uma teoria mais sofisticada, fazendo uso, inclusive, de princípios da Teoria da Substituição de Equipamentos e do conceito de anuidades equivalentes geométricas. Tal modelo, aplicado neste estudo florestal, contra-indicou a efetuação da reforma sob determinado regime inflacionário. A simulação da inflação através da equivalência geométrica,

possibilitou concluir-se, adicionalmente, que o efeito final da inflação foi maior nos povoamentos futuros do que nos povoamentos atuais. A inflação ascendente/descendente reduziu/aumentou a rentabilidade destes povoamentos, embora menos que proporcionalmente.

4) A conclusão final da estratégia de reforma de ambas as metodologias não se alterou quando consideradas as espécies florestais *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, em função da estrutura de seus fluxos de caixa serem semelhantes.

Embora fazendo parte de povoamentos correntes distintos, as espécies florestais sugeriram o mesmo procedimento de análise, de acordo com cada metodologia.

5) A consideração da variável regime de manejo, dentro da temática da reforma, se deu implicitamente. Como a madeira a ser produzida foi avaliada de acordo com o critério valor da madeira em pé pelo seu custo de produção, optou-se pelo regime de manejo com desbastes intermediários, pois este apresentou custos de produção menores em comparação ao sistema de corte raso. Desta forma, por terem custos de produção inferiores, os regimes de cortes intermediários apresentariam uma melhor estratégia econômica de reforma.

6) Toda a estrutura de previsão das produções volumétricas dos povoamentos atuais e futuros (volume por idade, distribuição diamétrica, destinação final da madeira, preços relativos e sistema de desbastes), bem como as despesas florestais consideradas, constituíram-se variáveis importantes das

análises. Percebeu-se que, o resultado final, em função disto, possuiu participação direta destas variáveis na decisão do momento de se reformar ou não determinado povoamento.

7) A incorporação do processo inflacionário dentro das duas metodologias sugeriu interpretações diferentes quanto ao aspecto da reforma. O método de CLUTTER *et alii*¹¹ indicou a consideração inicial ou não da inflação, bem como o nível da taxa de juros real, para a determinação da reforma em cenário inflacionário, ao contrário da metodologia de BAKER¹, que protelou a reforma até o corte final dos povoamentos correntes. Esta interpretação diferenciada se dá em função do tratamento distinto da inflação dentro da análise de cada método.

RECOMENDAÇÕES

1) No caso do Brasil, conforme muitos autores não se cansam de repetir, qualquer tentativa de se prognosticar o processo inflacionário é puro exercício de futurologia, portanto, destituída de qualquer argumentação científica, mínima que seja. Apesar disto, estudos que tratem da análise de ambientes inflacionários são importantes, visto que auxiliam numa avaliação entre cenários inflacionários e não inflacionários.

Na verdade, o prognóstico do nível absoluto da inflação não é o fator fundamental dentro do estudo, mas sim o nível de ascendência/descendência relativa do mesmo, objetivando-se, desta forma, a tomada de decisão em panoramas econômicos diferentes. A percepção da empresa quanto ao comportamento da taxa de juros em ambiente inflacionário poderá influenciar na escolha do método de análise, principalmente se as características de custos, receitas e rotação dos investimentos corrente e futuro forem semelhantes.

2) Embora o objetivo principal tenha sido avaliar metodologias para a definição de estratégias de reforma, sugere-se que próximos estudos contemplem um tratamento mais diferenciado e detalhado com relação aos custos e receitas envolvidos na decisão da reforma. A consideração desta recomendação viria a desencadear um sem-número de alternativas de avaliação envolvendo características relevantes tais como regime de manejo, destinação da madeira, classes de sítio, espécies florestais etc.

3) Como a estrutura dos dados utilizados no estudo refere-se ao ano de 1987. Recomenda-se que futuras análises sejam freqüentemente reelaboradas, dada a natureza dos preços relativos que eventualmente possam ocorrer em anos subseqüentes.

SUMMARY

This study intended to find a forest economic renewal strategy through the use of two methodologies, as conceptualized by CLUTTER *et alii*¹¹ and BAKER¹. Plantations data from *Pinus* sp stands of the Jaguariaiva city on Paraná state, with a bad quality and low yield, were analysed from the point of view of the best economic moment of the renewal of these forest for other *Pinus taeda* plantations, with a better development (quality and quantity). The economical criteria was based on profit maximization in the replacement process are included the explicit consideration of inflation for a time length of seven years. The main goal was to define the forest renewal investment decision criteria, but also it included additional goals like participation of the major "inputs"; costs, revenues, forest management, soil productivity and different situations of evaluations for two forest sites. The economic outcomes of the management scenarios weren't different in their costs and incomes values. However, there were differences between the intermediate thinnings and the clear cut regimes; this last management situation had the highest costs. For the conditions of this study, the profit maximization criteria indicated the renewal investment after had been done the next planned thinning. On the other hand, consideration of the inflation into the analysis suggested different interpretations according the methodology used. Finally, it was found that specific situations about costs, revenues and inflation will condition the way how the final decision will be reached (the best economic moment of forest replacement or renewal).

APÊNDICE

TABELA 22. SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

Espécie Florestal	Classes de Sítio	Regimes de Manejo		
		1º D	2º D	CF
<i>Pinus taeda</i>	I, II, III, IV e V	-	-	20
		10	14	20
		9	13	20

D - Desbaste Intermediário; CF - Corte Final

Fonte: PISA

TABELA 23. SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL - REGIME DE CORTE RASO

Idade	N	G	VOL	IMA	V ar.med.	ICA%	SER	PROC
1	1.584	0,0	0,0	0,0	0,000	-100,0	0,0	0,0
2	1.577	0,0	0,0	0,0	0,000	-98,5	0,0	0,0
3	1.570	1,0	3,0	1,0	0,002	2.836,1	0,0	0,0
4	1.563	6,0	21,6	5,4	0,014	601,2	0,3	13,6
5	1.556	12,8	51,9	10,4	0,033	139,2	0,6	89,6
6	1.548	19,0	85,2	14,2	0,055	63,7	1,0	232,3
7	1.541	24,2	117,2	16,7	0,076	37,4	1,4	424,5
8	1.534	28,4	146,6	18,3	0,096	25,0	1,8	646,7
9	1.527	31,8	173,1	19,2	0,113	18,0	2,1	162,3
10	1.520	34,7	196,8	19,7	0,129	13,7	2,4	184,6
11	1.513	37,0	218,0	19,8	0,144	10,7	2,6	204,5
12	1.506	38,9	237,0	19,8	0,157	8,7	2,8	222,4
13	1.499	40,6	254,1	19,5	0,169	7,1	3,0	238,3
14	1.492	42,0	269,4	19,2	0,181	6,0	3,2	252,7
15	1.485	43,2	283,2	18,9	0,191	5,1	3,4	265,7
16	1.478	44,2	295,8	18,5	0,200	4,4	7,4	273,6
17	1.471	45,1	307,1	18,1	0,209	3,8	10,7	281,0
18	1.464	45,9	317,4	17,6	0,217	3,3	14,1	287,4
19	1.457	46,6	326,8	17,2	0,224	2,9	17,5	292,9
20	1.450	47,2	335,4	16,8	0,231	2,6	20,9	297,7

Fonte: PISA

TABELA 24. SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO FLORESTAL - REGIME COM DES-
BASTE INTERMEDIÁRIOS

Idade	N	G	VOL	IMA	V ar.med.	ICA%	SER	PROC
1	1.584	0,0	0,0	0,0	0,000	-100,0	0,0	0,0
2	1.574	0,0	0,0	0,0	0,000	-98,5	0,0	0,0
3	1.565	1,0	3,0	1,0	0,002	2.831,9	0,0	0,0
4	1.556	6,0	21,6	5,4	0,014	600,7	0,3	13,6
5	1.546	12,7	51,8	10,4	0,033	139,1	0,6	89,3
6	1.537	18,9	84,8	14,1	0,055	63,5	1,0	232,2
7	1.528	24,1	116,6	16,7	0,076	37,3	1,4	424,3
8	1.519	28,2	145,8	18,2	0,096	24,9	1,7	646,2
9	1.509	31,6	172,0	19,1	0,114	17,9	2,1	161,4
10	1.500	34,4	195,5	19,5	0,130	13,6	2,3	183,4
11	700	25,1	148,1	13,5	0,212	11,0	5,7	135,0
12	700	26,5	161,4	13,4	0,231	8,9	9,9	143,4
13	700	27,7	173,4	13,3	0,428	7,4	14,4	150,3
14	700	28,7	184,3	13,2	0,263	6,2	19,1	156,0
15	300	19,4	126,9	8,5	0,423	5,3	41,3	79,3
16	300	19,9	132,9	8,3	0,443	4,6	46,9	79,4
17	300	20,4	138,0	8,1	0,461	4,0	52,2	79,2
18	300	20,8	143,3	8,0	0,478	3,5	57,3	78,9
19	300	21,1	147,9	7,8	0,493	3,1	62,1	78,4
20	300	21,5	152,1	7,6	0,507	2,8	66,7	77,8

Fonte: PISA

TABELA 25. PRODUÇÃO FLORESTAL EM CORTE RASO

Idade	Corte	Número de árvores/ha			Volume m ³ /ha			Volume árvore média
		Pre	Corte	Pos	Total	Ser	Proc	
20	corte raso	1.450	1.450	0	335,4	20,9	297,7	0,231

Fonte: PISA

TABELA 26. PRODUÇÃO FLORESTAL COM DESBASTES INTERMEDIÁRIOS

Idade	Corte	Número de árvores/ha			Volume m ³ /ha			Volume árvore média
		Pre	Corte	Pos	Total	Ser	Proc	
10	1º desbaste	1.500	800	700	62,1	10,7	58,3	0,078
14	2º desbaste	700	400	300	63,8	14,1	46,6	0,160
20	corte raso	300	300	0	152,1	66,7	77,8	0,507

Fonte: PISA

TABELA 27. PRODUÇÃO FLORESTAL COM DESBASTES INTERMEDIÁRIOS ALTERNATIVOS

Ano	Idade	Corte	Número de árvores/ha			Volume m ³ /ha			Volume árvore média
			Pre	Corte	Pos	Total	Ser	Proc	
2007	9	1ª desb.	1.500	800	700	54,5	0,7	51,1	0,068
2011	13	2ª desb.	700	400	300	60,0	11,5	45,5	0,150
2018	20	corte raso	300	300	0	152,1	66,7	77,8	0,507

Fonte: PISA

TABELA 28. POVOAMENTOS FLORESTAIS A REFORMAR

Projeto florestal	Espécie	Classe de Sítio	Classe de Manejo	
			idade	corte
A/01/21	<i>Pinus elliottii</i>	IV	18	2ª D
			24	CF
A/01/33	<i>Pinus taeda</i>	IV	21	3ª D
			27	CF

TABELA 29. PRODUÇÃO FLORESTAL DO PROJETO A/01/21

Ano	Idade	N	G	VOL	IMA	V.ar.med	ICA%	SER	PROC
1989	17	819	29,3	217,9	12,8	0,266	6,6	3,3	203,9
1990	18	819	30,1	230,8	12,8	0,282	5,9	3,5	216,0
1991	19	300	16,6	128,9	6,8	0,430	5,3	43,1	82,3
1992	20	300	17,0	135,2	6,8	0,451	4,8	49,1	82,4
1993	21	300	17,4	141,2	6,7	0,471	4,4	55,1	82,3
1994	22	300	17,7	147,0	6,7	0,490	4,0	61,1	81,9
1995	23	300	18,1	152,5	6,6	0,508	3,7	67,1	81,3
1996	24	300	18,4	157,8	6,6	0,526	3,4	73,0	80,5

Fonte: PISA

TABELA 30. PRODUÇÃO FLORESTAL DO PROJETO A/01/33

Ano	Idade	N	G	VOL	IMA	V ar.med	ICA%	SER	PROC
1989	20	653	31,7	224,8	11,2	0,344	2,8	48,4	165,1
1990	21	653	32,1	230,6	11,0	0,353	2,5	52,5	166,5
1991	22	300	22,0	159,7	7,3	0,532	2,3	75,3	76,5
1992	23	300	22,3	163,2	7,1	0,544	2,1	79,2	75,8
1993	24	300	22,5	166,3	6,9	0,554	1,9	83,0	75,0
1994	25	300	22,7	169,3	6,8	0,564	1,7	86,6	74,3
1995	26	300	22,9	172,1	6,6	0,574	1,6	90,0	73,6
1996	27	300	23,1	174,8	6,5	0,583	1,5	93,2	72,8

Fonte: PISA

TABELA 31. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO CORRENTE - PROJETO A/01/21

Ano	Idade	Corte	Número de árvores/ha			Volume m ³ /ha			Volume árvore média
			Pre	Corte	Pos	Total	Ser	Proc	
1990	18	2º desb.	819	519	300	108,5	1,6	101,5	0,209
1996	24	corte raso	300	300	0	157,8	73,8	80,5	0,526

Fonte: PISA

TABELA 32. PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO CORRENTE - PROJETO A/01/33

Ano	Idade	Corte	Número de árvores/ha			Volume m ³ /ha			Volume árvore média
			Pre	Corte	Pos	Total	Ser	Proc	
1990	21	3º desb.	653	353	300	74,5	30,0	40,8	0,211
1996	27	corte raso	300	300	0	174,8	93,2	72,8	0,583

Fonte: PISA

TABELA 33. VALOR DA MADEIRA EM PÉ - REGIÃO DE JAGUARIAÍVA, PR

Destinação da madeira	US\$/m ³
Serraria	3,5
Processo	2,5

Fonte: PISA

TABELA 34. DISCRIMINAÇÃO DAS OPERAÇÕES* DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL

Implantação			Manutenção do Povoamento Instalado										
			Primeira			Segunda			Terceira			Subsequentes	
Operação	Tipo	US\$/ha	Operação	Tipo	US\$/ha	Operação	Tipo	US\$/ha	Operação	Tipo	US\$/ha	Operação	US\$/ha
Aceiramento	Mec	15	Coroamento	Man	44	Coroamento	Man	22	Limpeza	Man	14	Vigilância	
Queima	Man	01	Limpeza entre linhas	Man	14	Limpeza na linha do plantio	Man	21	Combate à formiga	Man	08	Aceiramento	15
Mudas	-	35											
Plantio	Man	29	Combate à formiga	Man	08	Combate à formiga	Man	08	Aceiramento	Mec	04	Seguros florestais	
Replantio	Man	09											
Combate à formiga	Man	10	Aceiramento	Mec	04	Aceiramento	Mec	04					

*Operações realizadas em terrenos que sofreram corte raso

N = último ano de rotação

Fonte: PISA

TABELA 35.. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO/MANUTENÇÃO FLORESTAL

Operação	Ano	Custo total (US\$/ha)
Implantação	0	99
Manutenção:		
Primeira	1	70
Segunda	2	55
Terceira	3	26
Subseqüentes	4 à N	15

Fonte: PISA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAKER, T.G. Replacement investment under inflation. Revised Draft. s.l., Purdue University. Department of Agricultural Economics, 1979. 22 p. Unpublish paper.
2. BENTLEY, W.A. & TEEGUARDEN, D.E. Financial maturity. A theoretical review. Forest Science, 11: 76-87, 1985.
3. BERGER, R.; SIMÕES, J.W. & LEITE, N.B. Método para avaliar economicamente a reforma de povoamentos de *Eucalyptus* spp. Revista IPEF, (8): 55-62, 1974.
4. BUARQUE, D. Avaliação econômica de projetos. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1984. 266 p.
5. BRODIE, J.D.; ADAMS, D.M. & KAO, C. Analysis for economic impacts on thinning and rotation for Douglas-fir, using dynamic programming. Forest Science, 24(4): 513-22, 1978.
6. CARSON, G.B. Production handbook. 2.ed. New York, Ronald Press, 1958.
7. CASAROTTO FILHO, N. & KOPPITKE, B.H. Análise de investimentos. 2.ed. Florianópolis, UFSC, 1985. 284 p.
8. CAWRSE, D.C.; BETTERS, D.R. & KENT, B.M. A variational solution technique for determining optimal thinning and rotational schedules. Forest Science, 30(3): 793-802, 1984.
9. CHANG, S.J. Determination of the optimal growing stock and cutting cycle for an uneven-aged stand. Forest Science, 27(4): 739-44, 1981.

10. CHAPMAN, H.H. Forest valuation. s.l., MacGraw-Hill, 1947. 521 p.
11. CLUTTER, J.L. *et alii*. Timber management: a quantitative approach. New York, J. Wiley, 1983. 334 p.
12. DAVIS, K.P. American forest management. London, MacGraw-Hill, 1954. 482 p.
13. DE FRANCISCO, W. Matemática financeira. 5.ed. São Paulo, Atlas, 1985. 319 p.
14. DUERR, W.A. Fundamentals of forest economics. New York, MacGraw-Hill, 1960. 579 p.
15. _____. & BOND, W.E. Optimum stocking of a selection forest. Journal of Forestry, 12-16, Jan., 1952.
16. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1986. 89 p.
17. ENCICLOPÉDIA Mirador Internacional. São Paulo, Encyclopaedia Britannica do Brasil, 1975. v. 16.
18. FAUSTMANN, M. Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry. Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford, 1968. p. 27-55 (Institute Paper, n. 42).
19. FEDKIW, J. & YOHO, J.G. Financial maturity - What's it good for? Journal of Forestry, 54(9): 587-590, 1956.
20. GANE, M. Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford, 1968. 55 p. (Institute Paper, n. 42).
21. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico para o Brasil. Brasília, IBDF, 1975.

22. HAIGHT, R.G.; BRODIE, J.D. & DAHMS, W.G. A dynamic programming algorithm for optimization of Lodgepole pine management. Forest Science, 31(2): 321-330, 1985.
23. HEIBERG, S.O. & HADDOCK, P.G. A method of thinning and forecast of yield in Douglas-fir. Journal of Forestry, 10-18, Jan. 1985.
24. HILEY, W.E. Economics of plantations. London, Faber and Faber, 1956. 216 p.
25. HOGANSON, M.M. & ROSE, D.W. A simulation approach for optimal timber management scheduling. Forest Science, 30(1): 220-232, 1984.
26. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Inventário Florestal Nacional. Reflorestamento Paraná-Santa Catarina. Brasília, 1984. 283 p.
27. INSTITUTO FLORESTAL DE SÃO PAULO. Coordenadoria de Pesquisa de Recursos Naturais. Atlas do zoneamento ecológico florestal do Estado de São Paulo. Boletim Técnico IF, n. 17.
28. JOHNSTON, D.R.; GRAYSON, A.J. & BRADLEY, R.T. Forest planning. London, Faber and Faber, 1976. 541 p.
29. KOPITTKE, B.H. Idade econômica de rotação em reflorestamentos com fins volumétricos. Floresta: 46-48.
30. LEUSCHNER, W.A. Introduction to forest resource management. New York, John Wiley, 1984. 298 p.
31. LUNDGRAN, A.L. Estimating investments returns from growing Red Pine. U.S. For. Serv. Res. Paper NC-2, 1966.
32. MAYNARD, J. Manual de engenharia de produção. Instalações industriais. Seção 8. São Paulo, EDUSP, 1970. 211 p.
33. MEDENA, E.L. & LYON, G.W. The determination of financial rotation ages for coppicing tree species. Forest Science, 31(2): 398-404, 1985.

34. MEREDITH, J.R. The management of operations. 2.ed. New York, John Wiley, s.d. 679 p.
35. NEVES, C. das. Análise de investimentos - Projetos industriais e engenharia econômica. Rio de Janeiro, Zahar, 1982. 223 p.
36. OEDEKOVEN, K.H. & SCHWAB, L. Ordenamento florestal. Curitiba, FAO, 1968. 114 p.
37. PETRINI, S. Elements of forest economics. London, Oliver and Boyd, 1953. 210 p.
38. PISA - Papel de Imprensa S.A. Análise de crescimento e produção florestal para *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* pertencentes ao grupo PISA. Jaguariáiva, 1988. 35 p.
39. _____. Informativo PISA, 1(8), Jaguariáiva, 1987.
40. REIS, D.A. dos. Administração da produção. São Paulo, Atlas, 1978. 326 p.
41. REZENDE, J.L.P. de; JÚNIOR, G.G. & ASSUNÇÃO, G. Técnicas de análise econômica nas tomadas de decisões referentes à reforma de eucaliptos. In: SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA REFORMA DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS, Belo Horizonte, 1987. Belo Horizonte, SIF, 1987. 28 p.
42. RIDEOUT, D. Managerial finance for silvicultural systems. Canadian Journal Forest Resource, 15: 163-166, 1985.
43. RIGGS, J.L. Administração da produção. São Paulo, Atlas, 1976. 2 v.
44. RITTERS, K. & BRODIE, J.D. Implementing optimal thinning strategies. Forest Sciences, 30(1): 82-85, 1984.
45. RODRIGUEZ, L.C.E. & LIMA, A.B.N.P. de. A utilização da programação linear na determinação de uma estratégia ótima de reforma de um talhão florestal. Revista IPEF, (31): 47-53, 1985.

46. ROTH, F. Forest valuation. 2.ed. Michigan. Michigan University Press, 1926. v. 2.
47. TAUBE NETTO, M. Um modelo de programação linear para planejamento de florestas de eucalipto. Revista Pesquisa Operacional, 4(1): 19-38, 1984.
48. WORRELL, A.C. A discussion of financial maturity. Financial maturity: a questionable concept in forest management. Journal of Forestry: 711-714, 1953.