

RICARDO BERGER

# **Aplicação de Critérios Econômicos para Determinação da Maturidade Financeira de Povoamentos de Eucaliptos**

Tese apresentada para o Concurso Público para preenchimento do cargo de Professor Titular do Departamento de Economia e Extensão do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA  
1985

Aos meus filhos  
Duda, Kiko e Ciza  
e aqueles que comigo  
estiveram na realização  
deste trabalho.

DEDICO.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

RICARDO BERGER, filho de Manoel Berger e Alcina Agner Berger nasceu em Ponta Grossa, Paraná, a 28 de janeiro de 1949.

Realizou seus estudos no Colégio Estadual Regente Feijó em Ponta Grossa e no Colégio Estadual do Paraná - Curitiba.

Em 1970 concluiu o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná.

Em 1975 obteve o título de Mestre em Ciências Rurais pela Universidade de São Paulo. Obteve em 1978 o título de Master of Science na área de Economia Florestal pela Michigan State University e em 1979 o título de Doctor of Philosophy pela mesma Universidade.

Trabalhou junto ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, São Paulo, entre 1971 e 1972.

Ingressou na Universidade de São Paulo em 1972 como professor, onde permaneceu até 1980.

De 1981 a 1982 foi Chefe da Divisão de Planejamento da Copene Energética S.A., Salvador, Bahia.

Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

# SUMÁRIO

	<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u> .....	vii
	<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	ix
	<u>RESUMO</u> .....	xii
1	<u>INTRODUÇÃO</u> .....	01
1.1	IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DO SETOR FLORESTAL..	01
1.2	EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL .....	05
1.3	O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA .....	07
1.4	OBJETIVOS .....	08
2	<u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	09
2.1	ABORDAGEM HISTÓRICA .....	09
2.2	PESQUISAS EMPÍRICAS .....	12
3	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	16
3.1	MATERIAL .....	16
3.1.1	Dados Físicos da Produção Florestal .....	16
3.1.1.1	Localização do Experimento .....	17
3.1.1.2	Solo .....	17
3.1.1.3	Relevo .....	17
3.1.1.4	Clima .....	17
3.1.1.5	Preparo do solo e plantio .....	18
3.1.1.6	Dados dendrométricos .....	18
3.1.1.7	Funções de crescimento .....	18
3.1.2	Custos e Preços .....	20

3.1.2.1	Custos de implantação e manutenção florestal	20
3.1.2.2	Preço da madeira .....	22
3.1.2.3	Preço da terra .....	22
3.2	MÉTODO .....	23
3.2.1	Modelos com Taxa de Juro Zero .....	24
3.2.1.1	Receita total máxima .....	25
3.2.1.2	Receita total média máxima .....	25
3.2.1.3	Receita líquida média máxima (Forest Rent)..	26
3.2.2	Modelos que Maximizam o Valor Líquido Presente	26
3.2.2.1	Valor Líquido Presente .....	27
3.2.2.2	Valor Líquido Presente Geral .....	28
3.2.2.3	Renda do solo .....	29
3.2.3	Modelos que Maximizam a Taxa de Retorno .....	30
3.2.3.1	Taxa Interna de Retorno (Boulding) .....	30
3.2.3.2	Taxa Interna de Retorno Geral .....	31
3.2.3.3	Fórmula de Duerr .....	31
3.2.4	Pressuposições dos modelos teóricos .....	32
4	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	34
4.1	PRODUÇÕES FÍSICAS .....	34
4.2	RECEITAS TOTAIS ANUAIS, CUSTOS ANUAIS, RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS E O EFEITO DA TAXA DE JUROS .....	38
4.2.1	Receitas Totais e Custos Anuais .....	38
4.2.2	O Efeito das Taxas de Juro e as Receitas Líqui- das Anuais .....	40
4.3	CRITÉRIOS ECONÔMICOS .....	47
4.3.1	Modelos com Taxas de Juro Zero .....	47
4.3.1.1	Receita Total Máxima .....	47
4.3.1.2	Receita Total Média Máxima .....	48

4.3.1.3	Receita Líquida Média Máxima (Forest Rent) ..	50
4.3.2	Modelos que Maximizam o Valor Líquido Presente.	52
4.3.2.1	Valor Líquido Presente .....	52
4.3.2.2	Valor Líquido Presente Geral .....	58
4.3.2.3	Renda do solo .....	60
4.3.3	Modelos que Maximizam a Taxa de Retorno .....	65
4.3.3.1	Taxa Interna de Retorno .....	65
4.3.3.2	Taxa Interna de Retorno Geral .....	67
4.3.3.3	Fórmula de Duerr .....	67
4.3.4	Resumo dos Resultados .....	71
5	<u>CONCLUSÕES</u> .....	74
	<u>SUMMARY</u> .....	76
	<u>ANEXOS</u> .....	77
	<u>ANEXO A</u> .....	78
	<u>ANEXO B</u> .....	81
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	83

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PRODUTO FÍSICO TOTAL PARA <i>Eucalyptus saligna</i> , COM ESPAÇAMENTO DE 3 x 2 m ...	36
2	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PRODUTO FÍSICO MÉDIO E O PRODUTO FÍSICO MARGINAL PARA <i>Eucalyptus saligna</i> , COM ESPAÇAMENTO DE 3 x 2 m .....	37
3	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL ACUMULADOS E CAPITALIZADOS ANUALMENTE, A DIFERENTES TAXAS DE JUROS SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	41
4	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL ACUMULADOS E CAPITALIZADOS ANUALMENTE A DIFERENTES TAXAS DE JUROS COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	42
5	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS FUNÇÕES DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS, SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA ..	45
6	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS FUNÇÕES DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS, COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA ..	46
7	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, COM E SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	49

8	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO DE RECEITA TOTAL MÉDIA .....	51
9	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS RECEITAS LÍQUIDAS MÉDIAS ANUAIS (FOREST RENT) .....	53
10	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	56
11	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	57
12	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS VALORES LÍQUIDOS PRESENTES GERAIS .....	61
13	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS VALORES DA RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE JUROS .....	63
14	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA INTERNA DE RETORNO..	66
15	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA INTERNA DE RETORNO GERAL .....	68
16	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CRESCIMENTO DO VALOR POVOAMENTO FLORESTAL (DUERR) .....	70

## LISTA DE TABELAS

1	PARTICIPAÇÃO DO PIB DO SETOR FLORESTAL NO PIB NACIONAL .....	01
2	BALANÇA COMERCIAL DOS PRODUTOS FLORESTAIS - BRASIL	02
3	PARTICIPAÇÃO DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS FLORESTAIS NAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS, 1977 A 1984 .....	03
4	EMPREGOS NO SETOR FLORESTAL POR QUALIFICAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA E POR TIPO DE ATIVIDADE -- 1970 .....	04
5	PRINCIPAIS RESULTADOS ESTATÍSTICOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA VOLUME CILÍNDRICO DE MADEIRA DE <i>Eucalyptus saligna</i> , COM ESPAÇAMENTOS 3 x 2 m .....	20
6	PRODUTO FÍSICO TOTAL, PRODUTO FÍSICO MÉDIO E PRODUTO FÍSICO MARGINAL .....	35
7	RECEITA TOTAL ANUAL E CUSTOS ANUAIS DE PRODUÇÃO FLORESTAL .....	39
8	ESTIMATIVAS DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS .....	44
9	RECEITAS TOTAIS MÉDIAS .....	48
10	RECEITA LÍQUIDA MÉDIA .....	50

11	VALORES LÍQUIDOS PRESENTES CALCULADOS A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO (JURO), COM E SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA .....	55
12	IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM OS VALORES LÍQUIDOS PRESENTES .....	58
13	VALORES LÍQUIDOS PRESENTES GERAIS A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO .....	59
14	IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM O VALOR LÍQUIDO PRESENTE GERAL .....	60
15	VALORES DE RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO .....	62
16	IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM OS VALORES DE RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO .....	64
17	TAXAS INTERNAS DE RETORNO CONSIDERANDO A INCLUSÃO OU NÃO DE VALOR DA TERRA .....	65
18	TAXA DE CRESCIMENTO DO VALOR DO POVOAMENTO FLORESTAL (DUERR) .....	69
19	RESUMO DAS IDADES ÓTIMAS DE CORTE SEGUNDO OS MODELOS DE MATURIDADE FINANCEIRA UTILIZADAS .....	72
A1	CUSTOS BÁSICOS DE PROJETOS DE REFLORESTAMENTO, CLASSE II, IBDF .....	79
A2	CUSTOS BÁSICOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL .....	80

B1	CUSTOS ANUAIS DE IMPLANTAÇÃO FLORESTAL CAPITALIZA-	
	DOS A DIFERENTES TAXAS .....	82

## RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o propósito de aplicar os diversos critérios econômicos, citados na literatura, para determinar a idade de corte ou a maturidade financeira de povoamentos florestais. A identificação da rotação ideal tem repercussão em qualquer plano de manejo florestal, pois a mesma influi no fluxo anual de produção de madeira e conseqüentemente na rentabilidade da atividade florestal. A espécie florestal foi o *Eucalyptus saligna*. A razão pela qual optou-se por esta espécie encontra fundamento, na elevada importância que a mesma possui no cenário florestal brasileiro. Embora seja uma essência exótica, o eucalipto hoje constitui-se na fonte de matéria-prima para as indústrias celulósico-papeleiras, chapas de fibras de madeira e na fabricação de carvão. Os dados de crescimento volumétrico, em função da idade do povoamento, foram obtidos a partir de uma equação de crescimento (Gompertz), ajustada por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>. A essência em questão, o *Eucalyptus saligna*, foi plantado em solos de cerrado no Estado de São Paulo, com espaçamento de 3 x 2 m e fazia parte de um experimento de 4 espécies, dois espaçamentos e 4 idades de corte. Os elementos referentes a custos de implantação e manutenção florestal provieram dos padrões do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, para aprovação de projetos de reflorestamento classe II. Os preços de madeira e terra, foram coletados durante o mês de outubro de 1985, junto a empresas e instituições governamentais que atuam na área florestal no Estado de São Paulo. As estimativas empregadas, foram as médias aritméticas dos preços praticados para compra de madeira de eucalipto em pé e preços de terra para reflorestamento no Estado de São Paulo. Os critérios econômicos empregados, foram classificados em três tipos, dependendo do enfoque que os mesmos tratam os custos de oportunidade do uso do capital vinculado a produção florestal. Assim sendo, convencionou-se agregar os critérios em modelos, chamando-os de modelos com taxa de juro zero, modelos que maximizam o valor líquido presente e os que maximizam a taxa de retorno. Dentro dos modelos com taxa de juro zero consideraram-se os critérios de receita total máxima, receita total média máxima e receita líquida média máxima, também conhecida na literatura como "Forest Rent". Os modelos de maximização do valor líquido presente incorporaram os critérios de valor líquido presente, valor líquido presente geral e renda do solo (Teoria de Faustmann). Finalmente, nos modelos de taxa de retorno incluíram-se os critérios de maximização da taxa interna de retorno, taxa interna de retorno geral e a teoria de Duerr. No desenvolvimento do estudo procurou-se apresentar e utilizar os critérios de forma algébrica

e ao mesmo tempo empregar o máximo possível a análise gráfica. Tal procedimento foi adotado para permitir maior acessibilidade aos não treinados na área matemática no entendimento dos critérios e resultados encontrados. As taxas de desconto (juro) empregadas foram estabelecidas aos níveis de 6, 8, 10 e 12 por cento ao ano. A aplicação dos diferentes critérios propiciou a obtenção de variadas idades de corte. O método da receita total média máxima foi o critério que proporcionou a menor idade (4,8 anos). Por outro lado, o critério da receita total máxima foi o que gerou a maior idade para a maturação financeira do povoamento. A idade obtida foi de 12 anos. Ficou bastante evidenciado no estudo, o efeito da taxa de juro sobre a rotação da floresta. Quanto maior é a taxa de desconto empregada tanto menor a idade de corte. Da mesma forma, a inclusão do custo de oportunidade pelo uso do fator terra provocou sensível redução na idade ideal de abate da floresta. Estas considerações ficaram bastante claras através gráfica apresentada no trabalho.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DO SETOR FLORESTAL

De um modo geral a participação do Setor florestal na composição do Produto Interno Bruto - PIB - vem declinando gradativamente (Tabela 1).

TABELA 1. PARTICIPAÇÃO DO PIB DO SETOR FLORESTAL NO PIB NACIONAL\*

Ano	Participação		Total do Setor
	Atividades agrícolas	Atividades não-agrícolas	
1949	1,66	5,50	7,16
1959	1,03	5,25	6,28
1970	1,17	5,07	6,24
1972	1,13	4,81	5,94
1973	1,06	4,75	5,81
1974	1,07	4,72	5,79
1984**	-	-	4,00

\* FONTE: FERREIRA<sup>14</sup>

\*\* FONTE: IBDF<sup>24</sup>

A participação do setor que era de 7,16% em 1949, declinou para algo em torno de 4% em 1984. Portanto, houve um decréscimo na participação de 3,16% em 35 anos; o que equivale a uma taxa média anual de mais de 1,2 ao ano.

Este declínio de contribuição se deve, principalmente ao fato de que a Economia Brasileira se expandiu rapidamente nas últimas décadas, especialmente em seus setores secundário e terciário. Ao mesmo tempo, o Setor Florestal não tem crescido à taxas tão altas quanto a economia como um todo (FERREIRA<sup>14</sup>).

Os dados da Tabela 1 permitem também observar que as atividades não agrícolas do setor florestal. são as que tem contribuído mais significativamente na formação do PIB Nacional.

Quanto à contribuição do Setor ao Comércio Exterior, os indicadores (Tabela 2) mostram que o Brasil conseguiu manter a balança comercial dos produtos florestais (toras, madeira serrada, laminados, aglomerados, celulose e papel) superavitário por um período de mais de dez anos.

TABELA 2. BALANÇA COMERCIAL DOS PRODUTOS FLORESTAIS - BRASIL

(US\$ 1000)			
Ano	Exportação (FOB)	Importação (CIF)	Balanço
1959	42.528	49.983	- 7.455
1964	60.153	23.581	36.572
1968	98.479	57.354	41.125
1969	115.934	48.842	67.092
1970	115.312	60.941	54.371
1971	127.990	82.676	45.314
1972	145.007	109.274	35.733
1973	237.375	142.005	95.370
1974	255.936	329.435	-73.499

FONTE: PRADO<sup>33</sup>

Evidentemente, estes resultados revelam a importância que tem o Setor na geração de divisas. Estatísticas mais recentes continuam a mostrar a significativa participação do Setor florestal na pauta das exportações brasileiras (Tabela 3).

TABELA 3. PARTICIPAÇÃO DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS FLORESTAIS NAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS, 1977 A 1984

Ano	Exportações brasileiras (FOB) A	Exportações de produtos e sub- produtos florestais B	Participação %	
			A/B	B/A
1977	12.120.175	276.074	2,28	
1978	12.658.944	386.011	3,05	
1979	15.244.377	648.455	4,25	
1980	20.132.405	985.634	4,90	
1981	23.293.087	1.043.538	4,48	
1982	20.175.071	815.919	4,04	
1983	21.899.000	898.908	4,10	
1984	26.520.000	1.063.000	3,37	

FONTE: CACEX - Elaboração IBDF/DC/DEM  
1984 - Dados estimativos

Durante o período de 1977 a 1984 a participação das exportações de produtos e subprodutos florestais no total das exportações nacionais mostra uma variação de no mínimo 2,28% e um máximo de 4,9%. O interessante porém, é que essa participação tem se mantido a níveis relativamente constantes; mostrando que o setor florestal tem acompanhado os demais setores exportadores na busca do mercado internacional.

Do total de 1,06 bilhão de dólares exportados em 1984, 66% ou aproximadamente 700 milhões de dólares, foram originados da venda de pasta de madeira e papel. Este indicador reflete o elevado grau de importância do parque industrial celulósico papelero dentro do setor florestal bem como, no contexto da economia nacional. Além disto, este setor possui expressiva participação no mercado internacional. Em 1983 o Brasil era o oitavo produtor mundial de celulose e o 11º em termos de papel (LIMEIRA<sup>28</sup>).

No que diz respeito ao emprego da força de trabalho nas atividades florestais, esta, situava-se em torno de 736 mil pessoas em 1970 (Tabela 4).

TABELA 4. EMPREGOS NO SETOR FLORESTAL POR QUALIFICAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA E POR TIPO DE ATIVIDADE - 1970

Qualificação da Mão-de-obra	Atividade		Total	Percentual %
	Agrícola florestal	Não agrícolas florestal		
1) Técnicos	5.540	13.630	19.170	2,6
2) Profissionais	725	2.110	2.835	0,4
3) Nível vocacional	33.140	79.030	112.170	15,2
4) Não qualificado	175.050	426.600	601.650	81,8
Total	214.455	521.370	735.825	
Percentual	29,1	70,9	-	100

FONTE: FERREIRA<sup>14</sup>

Deste total 29% estavam alocados em atividades agrícolas florestais e, o restante em atividades não agrícolas. Observa-se, na referida tabela que mais de 80% da mão-de-obra empregada no setor florestal era não qualificada. Em termos da

população economicamente ativa do Brasil, o setor florestal participava em 1970 com 2,5% do total. As atividades agrícolas florestais participavam, naquele ano, com 1,6% em relação ao setor agrícola nacional e 3,2% para as atividades não agrícolas florestais em relação ao setor não agrícola nacional (FERREIRA<sup>14</sup>).

## 1.2 EUCALIPTOCULTURA NO BRASIL

O eucalipto, planta originária da Austrália e pertencente a família das Mirtáceas foi introduzida no Brasil no princípio do século atual e plantada como árvore decorativa ou como quebra-vento, dado a seu rápido crescimento.

Face aos estudos de ANDRADE<sup>2</sup>, a Cia. Paulista de Estradas de Ferro começou a partir de 1909 a plantar o *Eucalyptus* em seus Hortos Florestais, visando o suprimento das ferrovias em lenha, carvão, mourões e dormentes.

Os excelentes resultados conseguidos pela Cia. Paulista fizeram com que o eucalipto despontasse como essência florestal de destaque em qualquer programa de reflorestamento.

Inicialmente, foram os agricultores paulistas que necessitando formar reservas florestais em suas propriedades vieram buscar nos ensinamentos de Navarro de Andrade, o suporte técnico necessário para orientar suas culturas.

Os trabalhos de fomento e distribuição de mudas e sementes pelo Serviço Florestal do Estado, também contribuíram, de maneira significativa, para ampla divulgação e estabelecimento de eucaliptais.

Com o aparecimento dos incentivos fiscais para o reflorestamento, através da Lei 5.106, e apoiado pela tradição e

pela técnica desenvolvida até então, os eucaliptos passaram a ser a espécie dominante neste programa.

As estatísticas disponíveis indicam que de um total de 5,572 milhões de hectares reflorestados via incentivos fiscais, aproximadamente 2,84 milhões o foram com eucalipto.

A madeira dessa essência florestal tem sido empregada como matéria prima para atender uma variedade enorme de situações de consumo.

Praticamente toda a celulose de fibra curta e a produção de chapas de fibra de madeira são provenientes da madeira de eucalipto (CIANFLONE<sup>9</sup>).

Há que se realçar ainda, que grande parte do carvão utilizado na Siderurgia nacional é oriundo do eucalipto. Somente para a produção do ferro gusa em 1980, foram empregados 17,4 milhões de metros cúbicos, dos quais estima-se que 2,77 milhões eram de madeira de eucalipto (IBDF<sup>24</sup>).

Sem menos importância tem sido a participação desta essência no processo de substituição energética do óleo combustível. Atualmente, encontram-se vários projetos instalados e alguns em instalação; cujo objetivo é a substituição de óleo combustível por madeira, sendo que grande parte desta, provém ou virá de florestas implantadas de eucalipto.

Em razão da sua adaptabilidade ecológica, do rápido crescimento e de suas amplas possibilidades de utilização industrial, pode-se afirmar que o eucalipto incorporou-se no cenário florestal nacional como uma das mais importantes essências florestais.

### 1.3 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

A silvicultura moderna tem como um dos seus objetivos, tornar a atividade produtiva florestal mais viável possível sob o ponto de vista econômico.

Várias técnicas vem sendo estudadas, analisadas e sugeridas aos produtores de madeira. As mesmas vão desde a escolha de espécies adequadas, espaçamentos, fertilização, época de plantio e outras mais, cujo objetivo básico é aumentar a produtividade da floresta.

Um dos aspectos que influi de maneira significativa na rentabilidade da atividade florestal é a época ou a idade em que se realiza o corte das árvores. Antecipando o abate da floresta, em relação a idade ideal, o produtor estará deixando de ganhar, pois, se não realizasse o corte da floresta, a ~~mesma~~ <sup>mesma</sup> propiciaria incrementos volumétricos e conseqüentemente ganhos financeiros que compensariam ter mantido o povoamento por mais um período de tempo. Da mesma forma, ao postergar a exploração, o proprietário florestal estará deixando de maximizar seus interesses, uma vez que o tempo e os recursos adicionais gastos, não serão cobertos pelo acréscimo da produção da floresta.

Além desta razão, a idade de corte ou a maturação financeira de povoamentos florestais exerce significativa influência no fluxo anual de produção de madeira, com reflexos bastante intensos na composição do capital da empresa. Desta forma, a própria rentabilidade da organização florestal é afetada pela idade de corte da floresta (FEDKIW & YOHO<sup>13</sup>).

A determinação da maturidade financeira de povoamentos de eucaliptos constitui-se hoje em dia, num dos mais relevan-

tes problemas para a economia florestal.

Em primeiro lugar, ressalte-se a importância que esta essência ocupa no panorama florestal brasileiro. Em segundo lugar, pela carência de estudos e pesquisas conduzidas com este propósito.

#### 1.4 OBJETIVOS

O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo central o de apresentar e aplicar os principais critérios econômicos para determinação da época ideal de corte ou a maturidade financeira de povoamentos florestais.

É parte integrante dos propósitos deste estudo a utilização dos critérios de forma algébrica e principalmente gráfica, de modo a tornar o trabalho acessível e prático, mesmo para os não treinados na área matemática e econômica.

Especificamente objetiva-se:

- a) descrever os principais critérios econômicos empregados para determinar a idade de corte ou a maturidade financeira de floresta;
- b) aplicar esses diferentes critérios para determinar a maturidade financeira de povoamentos de *Eucalyptus saligna*;
- c) analisar o efeito de diferentes taxas de juros (desconto) na época ideal de abate das florestas;
- d) analisar o efeito do custo da terra ou valor da terra sobre a idade economicamente ideal de corte;
- e) propiciar condições para o desenvolvimento de novas pesquisas na área.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ABORDAGEM HISTÓRICA

Na sociedade primitiva as relações do homem com o meio ambiente eram íntimas e diretas. A floresta era o cenário da sua evolução e foi inicialmente a sua única fonte de alimentação e local de refúgio.

A medida que a sociedade se desenvolveu, a atitude do homem mudou. A floresta constituiu-se num obstáculo ao desenvolvimento da agricultura e do urbanismo. Em consequência, o desenvolvimento econômico encontrou-se muitas vezes associado à destruição das florestas. Tratava-se de um processo necessário.

Hoje, a função produtiva da floresta, assume cada vez maior importância na sociedade moderna. As elevadas taxas de crescimento demográfico, estão a provocar contínuas expansões na demanda agregada de produtos de origem florestal, exigindo quantidades sempre crescentes de madeira.

A moderna silvicultura para fazer frente a estes reclamos da sociedade, procura desenvolver técnicas e procedimentos que maximizem a utilidade total dos recursos florestais, não somente no seu sentido físico mas também, em obter o maior rendimento do capital aplicado (JOHNSTON<sup>26</sup>).

Um dos instrumentos de significativa importância para o manejo adequado de florestas implantadas, é o conceito da maturidade financeira de povoamentos florestais.

Tal conceito não é novo dentro do cenário da Silvicultura mundial. Em 1913 ele foi claramente definido por W.W.

ASHE:

*"Árvores podem ser consideradas financeiramente maduras quando suas taxas anuais de incremento de valor tornam-se iguais as taxas de juro do dinheiro. Se e a madeira (árvore) não é cortada e sua taxa de crescimento em valor cai abaixo da taxa de juro do mercado, existe uma perda; uma vez que, se tivesse sido vendida, o resultado financeiro poderia ser investido à taxa do mercado" (ASHE<sup>3</sup>).*

A aplicabilidade e a determinação da maturidade financeira, isto é, a idade em que o povoamento florestal é dito maturo sob o ponto de vista financeiro, é feita através do emprego de critérios econômicos. Em última instância, maturidade financeira de povoamentos florestais nada mais é do que um problema envolvendo a teoria do capital (GREGORY<sup>17</sup>).

De a muitos anos, este conceito vem sendo utilizado em países que possuem uma silvicultura mais desenvolvida que a brasileira. Nos Estados Unidos, por exemplo, HEIBERG<sup>18</sup> utilizou-o na preparação de tabelas de incrementos econômicos para pinheiro branco. No Brasil, a aplicação do conceito de maturidade financeira em pesquisas e estudos tem sido ainda bastante restrita. Pode-se mesmo afirmar que esta é uma das pesquisas pioneiras, no sentido de utilizar os mais importantes e conhecidos critérios econômicos para determinar a idade ideal de corte de florestas implantadas.

A importância do estabelecimento da idade ideal de rotação é um problema que envolve decisões tanto a nível de organizações públicas quanto empresas particulares e esta razão, tem estimulado um grande número de estudos e trabalhos para classificar a adequabilidade do uso de critérios econômicos no estudo da maturidade financeira.

Uma das grandes contribuições ao problema em questão foi realizada por Martin Faustmann em 1849, ao solucionar qual deveria ser o valor das terras florestais para efeito de taxa-ção (LINNARD<sup>29</sup>).

Esta teoria, hoje incorporada na literatura como a renda esperada do solo, consiste em maximizar o valor presente de uma série periódica e infinita de pagamentos, sendo que estes, representam as receitas líquidas oriundas de uma rotação florestal. Ao se obter o valor que maximiza a renda do solo, obtém-se também a idade ótima de corte ou a maturidade financeira do povoamento.

GAFFNEY<sup>15</sup>, avaliou criticamente vários critérios de maturidade financeira e apresentou argumentos favorecendo a teoria de Faustmann ou da renda do solo. Mais recentemente, SAMUELSON<sup>34</sup> chegou a conclusões semelhantes de que efetivamente a renda do solo é o conceito mais adequado para a definição da idade ideal de abate de povoamentos florestais.

Quando examina-se a literatura de economia e floresta, observa-se a existência de defensores de vários critérios ou correntes filosóficas para o problema da maturidade financeira.

ALLEN<sup>1</sup>; IRVING<sup>25</sup> e LUTZ & LUTZ<sup>31</sup>; advogam que o critério ideal seria a maximização da receita líquida descontada ou o valor líquido presente da produção florestal.

Por outro lado, WORREL<sup>36</sup> e BOULDING<sup>8</sup> sugerem a taxa interna de retorno como o critério de maximização. Outros autores como BORGGREVE, MICKLITZ e OSTWALD, citados por GAFFNEY<sup>15</sup>, preferem a maximização da receita líquida média anual ou o "Forest Rent".

DUERR *et alii*<sup>11</sup> propuseram que a determinação da idade de corte fosse realizada com base na taxa de crescimento do valor do povoamento.

Além desses critérios, que envolvem parâmetros econômicos de custos, preços e taxas de juros, existem os modelos ou critérios baseados simplesmente no crescimento físico da produção florestal. O critério silvicultural por exemplo, objetiva o corte da floresta quando o incremento médio anual atinge o seu máximo. Assim procedendo, o silvicultor estaria maximizando o rendimento sustentado da floresta (LEVY<sup>27</sup>).

Todos esses conceitos ou critérios, produzem não necessariamente, a mesma resposta com referência a idade de corte ou maturidade financeira de florestas. A este respeito, excelente revisão sobre o assunto foi realizada por BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>. Os autores desenvolvem as relações existentes entre os vários modelos e sugerem que o melhor critério está na habilidade da firma em fazer variar seus recursos produtivos e da acessibilidade que a mesma possui para com o mercado de fatores e produção.

## 2.2 PESQUISAS EMPÍRICAS

Muitas pesquisas práticas têm sido realizadas versando sobre a maturidade financeira de florestas, bem como, sobre a aplicação de critérios econômicos para identificar a viabilidade ou não da produção florestal.

PETRINI<sup>32</sup> aplicou vários critérios físicos e econômicos para determinar a rotação de "Spruce Norwegian".

HUSCH<sup>23</sup>, desenvolveu tabelas de crescimento do valor financeiro de *Pinus elliottii* na Pennsylvania, enquanto HEIBERG & HADDOCK<sup>19</sup> criaram gráficos do valor incremental da produção de pinheiro branco em Washington.

LUNDGREN<sup>30</sup>, publicou estudo versando sobre retornos de investimentos em plantações de *Pinus* na região dos Grandes Lagos, Estados Unidos. Como critérios de avaliação da idade ideal usou a taxa interna de retorno e o valor líquido presente.

GREGORY<sup>17</sup>, utilizando-se de dados físicos da produção florestal de *Pinus Monterey* empregou vários critérios para determinar a rotação ideal desta espécie. Este trabalho demonstra de forma excelente os procedimentos de cálculo dos diferentes critérios bem como, permite ao leitor um perfeito entendimento das relações de custos e receitas florestais e do próprio conceito de maturidade financeira, via utilização de gráficos. Mais recentemente, LEVY<sup>27</sup> ao desenvolver estudo sobre alternativas econômicas para a política florestal dos Estados Unidos empregou o conceito de maturidade financeira e utilizou-se dos critérios de renda do solo e receita total média máxima. Conclui o autor que o estabelecimento de políticas para o ordenamento das florestas públicas daquele país, deveriam basear-se em critérios econômicos, notadamente no estabelecimento de rotações. Alertava o autor, que dentro deste enfoque econômico, o potencial de produção de madeira do Serviço Florestal Americano poderia ser aumentado significativamente.

No Brasil, poucos são os estudos realizados sobre maturidade financeira de povoamentos florestais.

HOFFMANN & THAME<sup>22</sup> estudaram a idade ótima para primeiro desbaste em povoamentos de *Pinus caribaea* a partir de ajustamento de funções (Logística e Gompertz). O critério de maximização empregado pelos citados autores foi o valor líquido presente. Estudo bastante semelhante foi realizado por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>, visando determinar a idade ideal de corte para povoamentos de eucaliptos. Embora trabalhando com 4 espécies e dois espaçamentos, os autores empregaram somente um critério - valor líquido presente - para identificar a maturidade financeira das alternativas de produção de madeira de eucalipto. Salientam os autores em suas conclusões, que não foi possível constatar uma influência sistemática do espaçamento sobre a idade de corte bem como, que esta diminui a medida que elevam-se as taxas de desconto.

BERGER & GARLIPP<sup>6</sup>, sugerem que a idade de corte pode ser obtida através da determinação do custo-preço da madeira. Tal processo é uma extensão do método do valor líquido presente. Em lugar de determinar o valor presente os autores optam em deixar o preço/custo como variável dependente. Esta metodologia foi aplicada para floresta de eucalipto e concluíram os autores que a idade ideal está ao redor de 7 anos.

A partir de idades de corte pré-estabelecidas, BERGER *et alii*<sup>5</sup>, aplicaram o conceito de renda do solo para obter o preço máximo de terras para a implantação de florestas de eucalipto. Os autores adotaram idades de corte aos 7; 14 e 21 anos, empregaram taxas de desconto de 6%, 8%, 10%, 12% e 14% além de considerarem 4 níveis de produtividade. Concluíram os autores que o preço máximo está intimamente ligado a produção esperada da floresta. A conclusão mais importante no entanto,

é que para uma mesma combinação de preço da madeira e taxa de desconto, o aumento que se verifica no valor da renda do solo é mais do que proporcional ao acréscimo da produtividade florestal. Este fato, torna-se de fundamental importância quando aplica-se o conceito de renda do solo para determinar a idade de corte. Em outras palavras, esta conclusão induz que em terras mais produtivas a idade de corte será menor, desde que mantidos as premissas de igualdade de espécie, espaçamento e técnicas silviculturais.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL

Os dados físicos da produção florestal de madeira de *Eucalyptus saligna* utilizados para a realização desta pesquisa, foram extraídos do estudo realizado por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>.

Através de entrevistas junto a empresas florestais e órgãos governamentais obtiveram-se estimativas relativas a custos de implantação e manutenção florestal, preço da terra e preço da madeira em pé.

O detalhamento das informações básicas utilizadas é a seguir apresentada.

##### 3.1.1 Dados Físicos da Produção Florestal

Os dados sobre o volume da madeira de *Eucalyptus saligna* foram determinados a partir de experimento instalado no Estado de São Paulo. O referido ensaio foi instalado segundo delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos (espécies, épocas de corte e espaçamento) em esquema fatorial 4 x 4 x 2. As espécies que se prestaram a este experimento foram o *E. saligna* Sm.; *E. grandis* Hill ex Maiden; *E. alba* Reinw e *E. propinqua* Deane & Maiden. O plano estabelecia que algumas parcelas seriam cortadas aos 5 anos de idade, outros aos 7, aos 9 e aos 11 anos. Os espaçamentos adotados foram de 3 x 1,5 m 3 x 2 m.

3.1.1.1 Localização do Experimento - A área utilizada para a instalação do experimento situava-se no município de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo, fazendo parte das terras do Horto Santa Terezinha de propriedade da Champion Papel e Celulose S.A.

O experimento ficava localizado a  $47^{\circ}07'$  de longitude Oeste de Greenwich e a  $21^{\circ}11'$  de latitude Sul, em altitude de 580 m.

3.1.1.2 Solo - O solo utilizado no experimento era um latosol vermelho-amarelo fase arenosa, profundo, bem drenado de classe textural barro-argilo-arenoso, ácido e de baixa fertilidade, originário do período carbonífero Superior, grupo Tubarão, e apresentando-se constituído por sedimentos arenosos glaciais, fortemente intemperizados (BRASIL<sup>7</sup>).

3.1.1.3 Relevo - O experimento foi instalado em uma área de terras de relevo normal, suavemente ondulado, com declividade inferior a 5%.

3.1.1.4 Clima - Pela carta climática do Estado de São Paulo, organizada por GODOY & ORTOLANI<sup>16</sup> com base no sistema de Köppen, o clima na região do experimento é do tipo Cwa. É um clima mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a  $18^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais quente ultrapassa  $22^{\circ}\text{C}$ . O total das chuvas do mês mais seco é inferior a 30 mm. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro, sendo julho o mês em que atinge máxima intensidade. O mês mais chuvoso oscila entre dezembro, janeiro e fevereiro. A precipitação média situa-se em torno de 1.300 mm de pluviosidade.

3.1.1.5 Preparo do solo e plantio - Para a instalação do experimento foi realizada a remoção da vegetação primitiva (cerado). Após o desmatamento o solo foi preparado através de duas gradagens cruzadas. As mudas foram produzidas em viveiros do próprio Horto Santa Terezinha, a partir de sementes do Serviço Florestal da Cia. Paulista de Estradas de Ferro. Transplantadas para torrões do tipo paulista as mudas foram plantadas em 31-01-1966 e apresentavam altura média de 20 a 25 cm.

Por ocasião do plantio cada planta recebeu 80 gramas de adubação NPK na relação 5:10:5.

3.1.1.6 Dados dendrométricos - O experimento foi acompanhado através de medições dendrométricas de diâmetros e alturas, realizadas em 1967, 1969, 1970, 1971, 1972 quando as plantas tinham, respectivamente, 1,75; 2,95; 3,97; 4,93; 6,02 e 6,89 anos de idade contada a partir do plantio.

As observações referentes a diâmetro foram tomadas usando-se a suta ou compasso, e as alturas foram obtidas com o uso do Blume-Leiss.

3.1.1.7 Funções de crescimento - Com os dados de diâmetro e altura foi calculado o volume cilíndrico por hectare, para o ajustamento das curvas de crescimento.

No estudo, HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup> admitiram que o volume de madeira (y) cresce de acordo com a função de Gompertz, e para proceder o ajustamento da referida equação aos dados dendrométricos aplicaram o método de STEVENS<sup>25</sup>.

O modelo estatístico da função Gompertz é expresso da seguinte forma:

$$y_i = a \cdot b^{c^{t_i}} \cdot \varepsilon_i$$

onde:

$y_i$  = volume de madeira em pé no ano  $i$ ;

$t_i$  = idade do povoamento no ano  $i$ ;

$a, b, c$  = parâmetros;

$\varepsilon_i$  = erro aleatório.

Segundo os autores citados, a curva de crescimento do volume de madeira de um povoamento florestal é sigmóide, isto é, a curva apresenta, inicialmente, declividade crescente até atingir um ponto de inflexão, a partir do qual o crescimento é cada vez mais lento, quando a curva se aproxima de uma assíntota paralela ao eixo das abcissas. Dentre as funções com tais propriedades os referidos autores destacam a Logística e a função de Gompertz, justificando com base em outros autores que a última delas, se presta mais a estudos de funções de crescimento florestal.

Para o desenvolvimento do presente trabalho de pesquisa e considerando que o objetivo maior do mesmo é mostrar a aplicabilidade de critérios econômicos para determinar a idade de corte de povoamentos, optou-se por utilizar a função de crescimento de eucalipto saligna, plantado a um espaçamento de 3 x 2 m. Os principais resultados da análise de regressão encontrados por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup> e utilizados neste estudo são mostrados na Tabela 5.

TABELA 5. PRINCIPAIS RESULTADOS ESTATÍSTICOS DA ANÁLISE DE REGRESSÃO PARA VOLUME CILÍNDRICO DE MADEIRA DE *Eucalyptus saligna*, COM ESPAÇAMENTO 3 x 2 m

Estatística	Valores
$\hat{A}$	6,13573
s(A)	0,14841
B	-3,87269
s(B)	0,42440
$\hat{C}$	0,64859
s(C)	0,05656
$\hat{a} = e^{\hat{A}}$	462,08
$\hat{b} = e^{\hat{B}}$	0,02080
Coeficiente de determinação	86,25
Abcissa do ponto de inflexão	3,13

FONTE: HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>

### 3.1.2 Custos e Preços

Adicional aos dados de crescimento anual do povoamento de *Eucalyptus saligna*, faz-se mister para a aplicação dos critérios econômicos, informações relativas a custos de implantação e manutenção florestal, aos preços da madeira em pé e ao preço da terra.

3.1.2.1 Custos de implantação e manutenção florestal - As estimativas de custos de implantação e manutenção florestal são, até certo ponto, um assunto bastante controvertido, em virtude da variabilidade das operações realizadas, tipos de solo,

e rendimentos operacionais de máquinas, equipamentos e mão-de-obra. As informações obtidas junto a diversas empresas do setor florestal, com referência aos custos de implantação e manutenção florestal guardavam grande disparidade entre si, que o simples uso da média aritmética, para obtenção de padrões únicos, tornou-se bastante temerário. Por esta razão, optou-se em usar as estimativas adotadas pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF para a aprovação de projetos de reflorestamento. Os padrões adotados pelo IBDF, levam em consideração a espécie florestal, o tipo de cobertura vegetal original e o Estado onde localiza-se o empreendimento, emprestando assim, certo grau de diferenciação aos custos florestais. Desta forma, o padrão básico utilizado foi o de classe II. (inclui desmatamento), espécie florestal eucalipto, para o Estado de São Paulo.

Os índices de custos do IBDF, referem-se somente, aos custos de implantação (primeiro ano) e custos totais durante a fase incentivada (quatro primeiros anos incluindo o ano de implantação). Além disto, face a sistemática de incentivos fiscais, nem todo o valor aprovado para o projeto é efetivamente liberado para ser aplicado na implantação e manutenção de florestas. Do valor total aprovado são deduzidas as taxas relativas a administração do Fundo de Investimentos Setoriais - Fiset (3%); ao IBDF, referentes a envolvimento e análise (3%) e a Pesquisa Florestal (1%).

No presente estudo, foram feitas correções nos dados básicos do IBDF, incluindo as deduções acima referidas.

Os custos de manutenção para o segundo, terceiro e quarto ano, foram obtidos através da divisão proporcional do

custo total para a fase incentivada, aplicando-se percentuais fornecidos pela Delegacia Estadual do IBDF - Paraná.

Os custos de manutenção pós fase incentivada foram adotados como sendo idênticos ao custo do quarto ano (último ano do incentivo). No anexo A, encontram-se as estimativas dos custos do IBDF, as deduções e os padrões adotados no estudo.

3.1.2.2 Preço da madeira - Uma vez que as funções de crescimento estimadas pressupunham o povoamento em pé, torna-se necessário que o preço da madeira seja também referido a madeira em pé.

Na época da pesquisa de campo, o preço do estéreo de madeira em pé no Estado de São Paulo estava variando entre Cr\$ 20.000/st a Cr\$ 29.000/st, dependendo da localização da floresta em relação aos centros de consumo, condições das estradas de acesso e padrão da floresta (volume por hectare).

No presente trabalho de pesquisa, adotou-se um preço médio de Cr\$ 24.000/st ou o equivalente a Cr\$ 19.200/m<sup>3</sup> de volume cilíndrico. Para a transformação de Cr\$/st para Cr\$/m<sup>3</sup> de volume cilíndrico adotou-se, tal qual HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>, que 1 m<sup>3</sup> sólido de madeira equivale a 1,6 estéreos ou a 2 m<sup>3</sup> de volume cilíndrico (o que corresponde a um fator de forma de 0,5). Desta forma, 1 m<sup>3</sup> de volume cilíndrico equivale a 0,8 estéreos.

3.1.2.3 Preço da terra - O preço da terra no Estado de São Paulo está altamente valorizado, em virtude de uma série de fatores. Investidores em geral consideram a terra como uma das formas de ativo que garante-os do processo corrosivo do

poder aquisitivo da moeda, face aos altos níveis inflacionários do país. Desta forma, gera-se uma demanda especulativa por terra, fator escasso e limitado, elevando o preço real das mesmas. Além disto, o desenvolvimento de atividades produtivas como a cana-de-açúcar e a produção de laranja, estavam, na época da pesquisa de campo, exercendo forte pressão no preço de terras no Estado de São Paulo.

A variabilidade de preços era bastante grande. Terras com razoável grau de fertilidade estavam cotadas a 16 milhões de cruzeiros o hectare. Por outro lado, terras de baixa fertilidade eram encontradas com o seu preço entre 2,5 milhões a 6 milhões o hectare.

Para efeito desta pesquisa, adotou-se o preço médio de 3,5 milhões o hectare para terras apropriadas à reflorestamentos.

### 3.2 MÉTODO

Os critérios econômicos selecionados para serem utilizados nesta pesquisa já estão consagrados na literatura florestal internacional.

Estes critérios ou modelos de maturidade financeira, como são comumente chamados, vem sendo estudados e debatidos a muitos anos. Suas formulações matemáticas foram apresentadas por vários autores podendo-se citar: BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>; FEDKIW<sup>12</sup>; GREGORY<sup>17</sup>; GAFFNEY<sup>15</sup>; HERFINDAHL & KNEESE<sup>20</sup>. De um modo geral, a diferença básica entre eles reside no objetivo a ser maximizado, em função das pressuposições implícitas ou explícitas com respeito a acessibilidade que o proprietário florestal possui em relação ao mercado de fatores e grau de fle-

xibilidade no uso dos mesmos (BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>).

Além deste aspecto, os citados autores citam que os modelos de maturidade financeira podem ser classificados genericamente em 3 tipos, dependendo do enfoque que os mesmos tratam os custos de oportunidade do uso do capital vinculado a produção florestal.

No primeiro grupo, aparecem os modelos que não incluem custos de oportunidade do capital; chamados modelos com taxa de juro zero. O segundo grupo é formado por modelos que objetivam maximizar o valor líquido presente do fluxo de caixa do investimento florestal e finalmente, os que maximizam a taxa interna de retorno.

Antes da apresentação matemática de cada modelo, é interessante ressaltar o seguinte aspecto. A aplicabilidade destes conceitos pressupõem a existência de funções de receita e de custos ao longo do tempo requerido para a produção florestal.

A função de receita total é derivada a partir das funções de crescimento ou produção, valorizando as mesmas através do preço da madeira. No presente estudo, tal procedimento foi adotado a partir dos dados do estudo realizado por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup> e do preço da madeira de *Eucalyptus saligna*.

No caso dos fatores de produção, o valor dos mesmos ou custos, foram obtidos através dos padrões adotados pelo IBDF.

### 3.2.1 Modelos com Taxa de Juro Zero

Esses modelos possuem a característica comum de não considerarem explicitamente, a taxa de juros sobre o capital investido, para determinação da idade ótima de corte. Esse

ponto, constitui-se na maior restrição ao emprego destes critérios, pois tal pressuposição só seria válida se a empresa florestal não tivesse alternativa de investir seus recursos em outras atividades além da produção florestal (BENTLEY ' TEEGUARDEN<sup>4</sup>)

Os modelos com taxa de juro zero são os seguintes:

3.2.1.1 Receita total máxima - Este modelo simplesmente define maturidade financeira, como sendo a idade quando a receita total máxima da produção florestal é atingida. Nesta idade, o valor adicional ou a receita marginal total obtida pela manutenção da floresta por mais um ano é igual a zero.

Neste caso, a expressão matemática a ser maximizada é a seguinte:

$$\text{Maximizar } R(t_n)$$

onde:

$$R(t_n) = \text{receita total da produção florestal no ano } t_n.$$

3.2.1.2 Receita total média máxima - De acordo com este modelo, a maturidade financeira é atingida quando a receita total dividida pela idade do povoamento é maximizada.

Este critério guarda estreita relação com a receita marginal da produção florestal. No ponto definido pelo modelo como a idade ótima de corte a receita marginal é igual a receita média total e esta encontra-se em seu máximo. Assumindo-se preço constante do produto, independente do tamanho das árvores ou idade do povoamento, a rotação estabelecida pelo modelo produz a mesma resposta que o critério silvicultural de maximização do incremento médio anual.

A expressão a ser maximizada quando da aplicação do modelo é a seguinte:

$$\text{Maximizar } \frac{R(t_n)}{t_n}$$

onde:

$t_n$  = idade do povoamento no enésimo ano.

3.2.1.3 Receita líquida média máxima (Forest Rent) - Este modelo objetiva a maximização da receita líquida média, a qual, é definida como a razão entre a receita total menos os custos (sem incluir os encargos dos juros) pela idade do povoamento.

A expressão matemática para o modelo em questão é dada por:

$$\text{RLM} = \frac{R(t_n) - \sum_{i=1}^n C_{t_i}}{t_n}$$

onde:

RLM = receita média líquida

$\sum_{i=1}^n C_{t_i}$  = somatória dos custos de implantação e manutenção florestal, do ano  $i=1$  até o enésimo ( $n$ ), sem a inclusão dos custos de juro.

### 3.2.2 Modelos que Maximizam o Valor Líquido Presente

Estes modelos de determinação de idade ótima de corte, consideram explicitamente a inclusão do custo de oportunidade pelo uso do capital. Desta forma, a rotação ideal da floresta estará em função não somente dos custos, da taxa de crescimento volumétrico da floresta, dos preços da madeira, mas também da taxa de juro desejada pelo proprietário para remunerar seu capital. A maior restrição ou dificuldade na aplicação des-

tes critérios está voltada para a escolha da taxa de desconto a ser aplicada. O uso de taxas elevadas tende a reduzir o valor líquido presente, inviabilizando a produção florestal, enquanto que o emprego de taxas reduzidas podem propiciar resultados não condizentes com a realidade econômica.

No presente estudo adotar-se-á 4 taxas de juros (desconto) quais sejam: 6% a.a., 8% a.a., 10% a.a. e 12% a.a.

A literatura relaciona basicamente três tipos de modelos que objetivam a maximização do Valor líquido presente. O primeiro deles é conhecido como modelo de Valor líquido presente e o segundo, mais completo e abrangente é citado como o modelo do valor líquido presente geral. A distinção básica entre eles, reside no fato de que o modelo geral inclui os custos de oportunidade pelo uso da terra, bem como, considera que a firma ou produtor florestal procura maximizar o valor presente de todos os futuros lucros da produção florestal e não somente de uma rotação. O terceiro modelo, citado na literatura como modelo da renda do solo ou modelo de Faustmann, objetiva a maximização do retorno do capital aplicado na terra.

3.2.2.1 Valor Líquido Presente - A formulação matemática do modelo do valor líquido presente é apresentada na literatura da seguinte forma:

$$VLP = \frac{R_{t_n} - \sum_{i=0}^n Ct_i \cdot (1+p)^{n-i}}{(1+p)^n}$$

onde:

VLP = valor líquido presente;

$Ct_i$  = custos ocorridos no ano  $t_i$ ;

$R_{t_n}$  = Receita Total do Produto Florestal no ano  $t_n$

$p$  = taxa de juro ou de desconto;  $l$

$n$  = idade do povoamento;  $l$

GREGORY<sup>17</sup> propõem 2 passos para o cálculo do Valor líquido presente. O primeiro, consiste na determinação das receitas líquidas ano a ano. Após, proceder-se o desconto destas receitas a taxa de juro pré-determinado, com o objetivo de identificar a idade na qual o valor líquido é maximizado.

3.2.2.2 Valor Líquido Presente Geral - Este modelo, mais sofisticado e completo do que o anteriormente descrito é construído de tal forma, a possibilitar a inclusão do custo da terra. Desta forma, a terra passa a ser considerada como uma variável, no sentido de que a mesma pode ser retida para ser usada na produção da floresta, vendida ou mesmo ser alocada para outros usos que podem ser a instalação de novo projeto florestal ou qualquer outra atividade produtiva (BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>).

É interessante ressaltar que no modelo o valor da terra entra somente na forma de custo de oportunidade pelo uso do fator. Em outras palavras, o que é efetivamente computado é o juro sobre o capital investido na terra, não o valor total da terra.

Além disto, o modelo maximiza o valor líquido presente de um conjunto infinito de rotações florestais. Em outras palavras, assume-se que a terra estará voltada para a produção florestal e o que se procura maximizar é o resultado líquido de todas estas rotações. O excedente econômico obtido é interpretado como sendo um resultado adicional para o administrador ou proprietário florestal, além do que ele desejaria para

remunerar seu salário e capital. De acordo com a teoria econômica, e sob condições de competição perfeita este excedente econômico seria igual a zero. No entanto, as condições de mercados imperfeitos fazem com que o excedente possa assumir valores positivos ou negativos.

O modelo é expresso matematicamente pela seguinte fórmula:

$$VPG = \frac{R_{t_n} - \sum_{i=0}^n C_{t_i} (1+p)^{n-i} - |L(1+p)^n - L|}{(1+p)^n - 1}$$

onde:

VPG = valor líquido presente geral;

L = preço da terra

3.2.2.3 Renda do solo - O conceito de renda do solo foi desenvolvido por Martin Faustmann em 1849, com o objetivo de avaliar terras florestais para efeito da taxaço.

Este modelo pressupõem que o fator de produção terra é fixo, e conseqüentemente, todo o excedente econômico da produção florestal deve ser alocado para a terra.

A derivação matemática deste critério pode ser feita, igualando-se o valor líquido presente geral a zero e resolvendo-se a equação para o valor da terra.

A expressão matemática do modelo é a seguinte:

$$Se = \frac{R_{t_n} - \sum_{i=0}^n C_{t_i} (1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$

onde:

Se = Renda do solo.

### 3.2.3 Modelos que Maximizam a Taxa de Retorno

Um outro grupo de critérios ou modelos para determinar a rotação de povoamentos florestais, é aquele que tem a taxa de retorno como objetivo a ser maximizado.

Da mesma forma que, para os modelos que maximizam o valor presente, estes critérios exigem que o proprietário florestal tenha em mente uma taxa de remuneração para o seu capital.

A diferença básica, relativa aos critérios de maximização do valor presente é a definição a priori a da taxa de juros a ser utilizada para determinação da idade ótima de corte, enquanto que os modelos de taxa interna, geram um conjunto de taxas e pela análise comparativa entre elas e as do empresário florestal, determina-se a rotação ideal.

Basicamente existem três enfoques.

3.2.3.1 Taxa Interna de Retorno (Boulding) - BOULDING<sup>8</sup> propõe como critério para determinar a maturidade de povoamentos florestais a maximização da taxa interna de retorno média.

Este modelo, assume implicitamente que toda a receita oriunda do corte da floresta pode ser reinvestida em um novo projeto florestal e que este irá propiciar retornos iguais ao projeto original. Este fato implica na existência de uma quantidade infinita de terras com a mesma produtividade (BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>).

Matematicamente, o modelo é expresso da forma abaixo:

$$TIR = \sqrt[t]{\frac{R_{t_n}}{\sum_{i=1}^n C_{t_i}}} - 1$$

onde:

TIR - Taxa interna de retorno.

3.2.3.2 Taxa Interna de Retorno Geral - Este modelo diferencia-se do proposto por BOULDING<sup>8</sup>, pelo fato do mesmo considerar a inclusão do preço da terra. Sua apresentação matemática é a seguinte:

$$TIG = \frac{R_{t_n} + L}{\sum_{i=1}^n C_{t_i} + L} - 1$$

onde:

TIG = taxa interna de retorno geral.

3.2.3.3 Fórmula de Duerr - O modelo desenvolvido por DUERR<sup>11</sup> em 1956, assume que a maturidade financeira dos povoamentos ocorre, quando a taxa marginal de crescimento do valor do povoamento iguala-se a taxa de remuneração do proprietário florestal.

Genericamente, este modelo é expresso matematicamente da seguinte forma:

$$FD = \frac{R_{t_n} - R_{t_{n-1}}}{R_{t_n}} \times 100$$

Uma vez calculado FD, a taxa obtida é então comparada com a taxa de remuneração desejada pelo proprietário florestal. O ano que propicia esta igualdade passa a ser a idade ótima de corte.

### 3.2.4 Pressuposições dos modelos teóricos

Os modelos teóricos apresentados, de um certo modo constituem-se em abstrações da realidade e portanto, trazem consigo determinadas pressuposições.

De um modo geral elas podem ser assim classificadas:

- a) a primeira delas é que em qualquer ano o proprietário ou o administrador pode cortar a floresta, vender sua produção e reinvestir o capital em uma nova floresta na mesma terra. Além disso, assume-se que a essa nova floresta irá produzir a mesma quantidade de madeira e conseqüentemente, os mesmos custos e receitas irão ocorrer, comparativamente a primeira floresta. Em última instância, assume-se também tecnologia constante;
- b) a segunda pressuposição assume que o problema em si da maturidade financeira é determinar quando a floresta deve ser cortada. Desta forma, os modelos não levam em consideração os problemas de regulação e manejo florestal, bem como, os aspectos biológicos da produção florestal;
- c) a terceira pressuposição assume que o proprietário florestal é relativamente pequeno no mercado onde opera. Desta forma, o mesmo não possui condições de alterar o preço do produto e dos fatores de produção.

De um modo geral, estas pressuposições não invalidam sobremaneira os resultados encontrados pela aplicação dos modelos propostos. É importante conhecer as limitações dos conceitos para que se possa compreender e avaliar os resultados.

Além das pressuposições acima, cabe mencionar duas restrições adicionais existentes com respeito aos resultados, face o material empregado. A primeira limitação está vinculada ao preço do produto ou da madeira. No presente estudo admitiu-se preço constante para a madeira de eucalipto, independente da idade da mesma. Na medida em que a árvore cresce a mesma passa a ter valor de mercado diferenciado em razão de suas múltiplas utilidades. No caso da madeira de eucalipto no Estado de São Paulo, a mesma está sendo utilizada basicamente para atender o setor industrial papeleiro e de chapas de fibra. O preço praticado por estas empresas não varia sensivelmente em função da idade da árvore ou da floresta, a não ser em casos extremos. Portanto, assumiu-se que dentro dos intervalos de idade de corte, determinados pelos modelos de maturidade financeira, o material lenhoso obtido não será suficientemente diferente para receber do mercado preços distintos.

A segunda limitação na aplicação dos modelos ao problema em questão está vinculada a espécie florestal - eucalipto - e ao sistema de manejo adotado. De um modo geral, as espécies produzem 2, 3 e até mesmo 4 cortes ou produções, a partir de um único plantio. Assim sendo, os resultados encontrados de idade ideal de corte, através da aplicação dos modelos teóricos, propiciam respostas para somente o primeiro ciclo de produção de madeira de eucalipto.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRODUÇÕES FÍSICAS

Com a função de crescimento estimada por HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>, foi possível projetar os volumes de madeira de *Eucalyptus saligna*, plantada em espaçamento de 3 x 2 m.

Além dos dados relativos ao produto total, obtiveram-se estimativas com respeito ao produto físico médio, que em linguagem silvicultural é o incremento médio anual, e produto físico marginal, conhecido entre os silvicultores como incremento corrente anual (Tabela 6).

Como era esperado, a produção total cresce, no início dos primeiros anos de vida da floresta, a taxas mais do que proporcionais à idade, depois menos do que proporcionais, tendendo atingir um máximo (Figura 1).

Esta tendência de estabilização é conhecida como a assíntota da curva e seu valor foi estimado em 462 m<sup>3</sup> de volume cilíndrico por hectare (HOFFMANN & BERGER<sup>21</sup>).

É interessante notar que o produto físico alcança seu máximo quando a idade do povoamento atinge aproximadamente 4,8 anos. Este aspecto se reveste de especial importância, pois este ponto representa o critério silvicultural para determinação da idade de corte da floresta. A rotação ideal para se obter o rendimento sustentado máximo segundo este critério ocorre quando o incremento corrente anual iguala-se ao incremento médio anual (LEVY<sup>27</sup>).

TABELA 6. PRODUTO FÍSICO TOTAL, PRODUTO FÍSICO MÉDIO E PRODUTO FÍSICO MARGINAL

(m<sup>3</sup> de vol. cilind./ha)

Idade (anos)	Produto físico total	Produto físico médio*	Produto físico marginal**
1	37,48	37,48	-
2	90,61	45,31	53,13
3	160,63	53,54	70,02
4	232,85	58,21	72,22
5	296,26	59,25	63,41
6	346,35	57,73	50,09
7	383,27	54,75	36,92
8	409,30	51,16	26,03
9	427,13	47,46	17,83
10	439,10	43,91	11,97
11	447,04	40,64	7,94
12	452,27	37,69	5,23

\* O produto médio é obtido pela divisão do produto total pela respectiva idade.

\*\* O produto marginal é o acréscimo no produto total decorrente do aumento de 1 ano na idade da floresta.

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PRODUTO FÍSICO TOTAL PARA *Eucalyptus saligna*, COM ESPAÇAMENTO DE 3 x 2 m

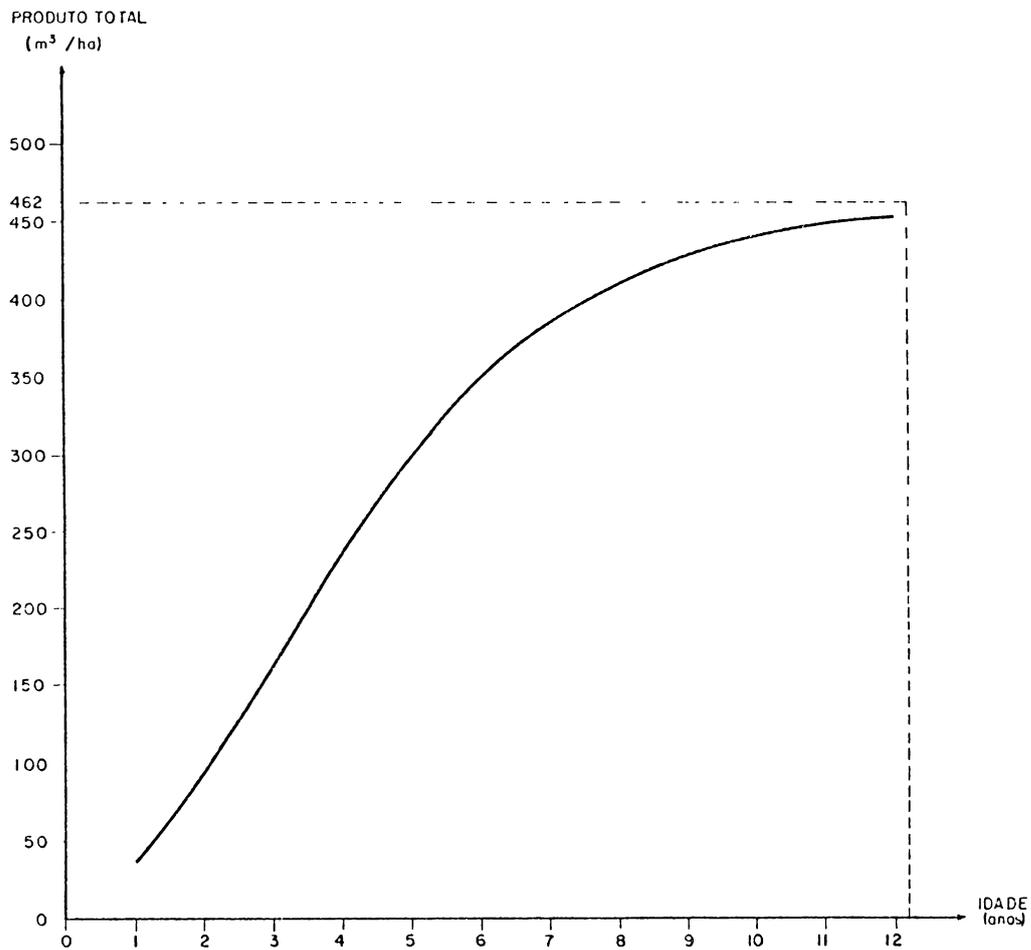
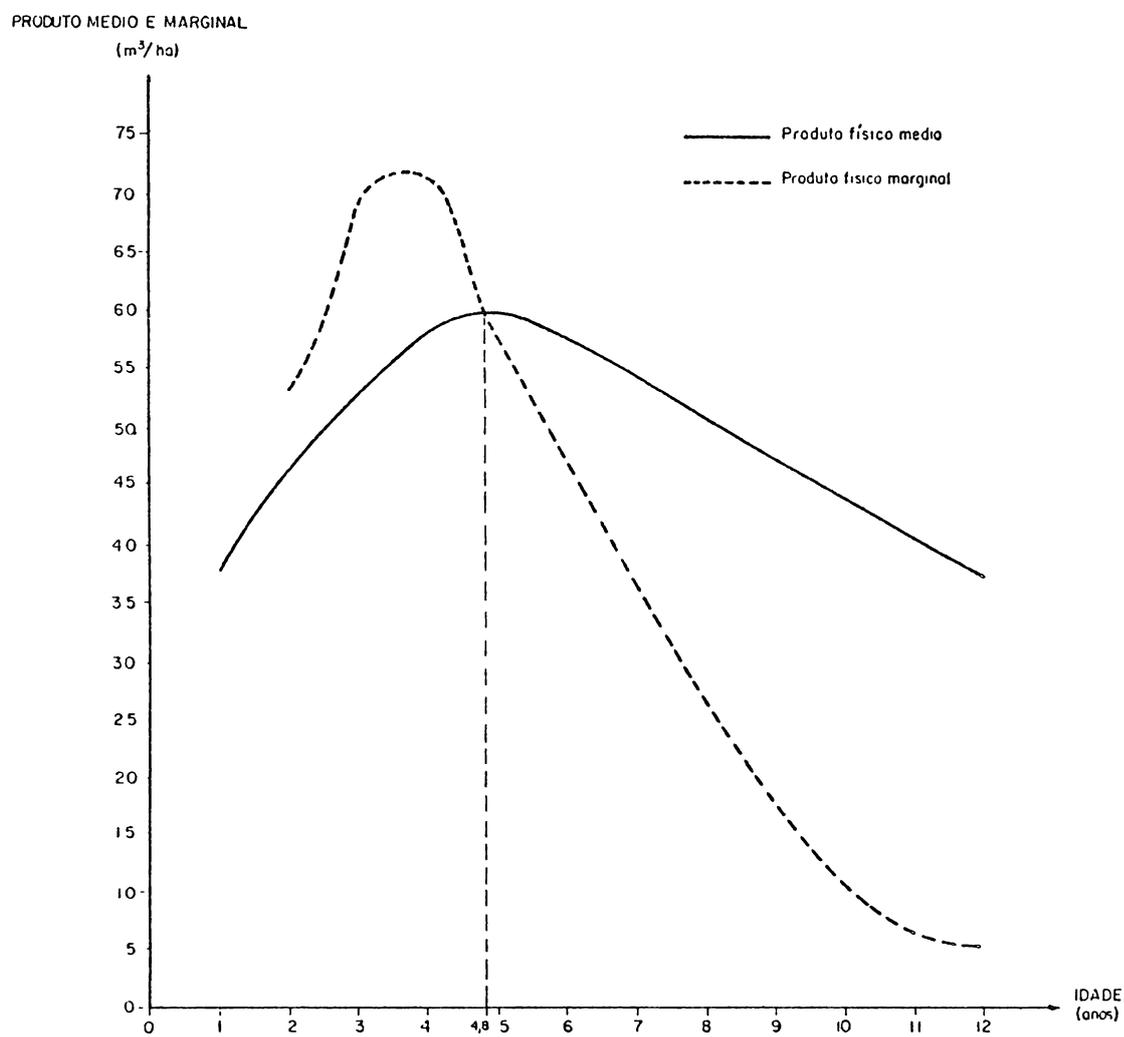


FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PRODUTO FÍSICO MÉDIO E PRODUTO FÍSICO MARGINAL PARA *Eucalyptus saligna*, COM ESPAÇAMENTO de 3 x 2 m



Desta forma, pode-se admitir que a idade estimada (4,8 anos) é a que proporcionaria ao fim de enésimas rotações o máximo de produção de madeira de eucalipto por unidade de área.

#### 4.2 RECEITAS TOTAIS ANUAIS, CUSTOS ANUAIS, RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS E O EFEITO DA TAXA DE JUROS

##### 4.2.1 Receitas Totais e Custos Anuais

A partir das estimativas de produção total de madeira nos diversos anos e do preço da mesma, foi possível gerar a função de receita total (Tabela 7).

Ao projetar a referida função, procurou-se subdividi-la de maneira a incluir ou não o valor da terra. Tal procedimento, foi adotado com o objetivo de mostrar o efeito da terra no deslocamento da função de receita, a partir do pressuposto de que uma vez cortado o povoamento, o proprietário florestal, ainda detendo a mesma, poderia considerá-la como uma receita.

A Tabela 7 também mostra a evolução dos custos anuais de implantação e manutenção florestal e os mesmos custos acumulados anualmente, sem o efeito dos juros, porém considerando a inclusão ou não do valor da terra.

A simples análise dos dados da Tabela 7 tornam aparente o problema temporal da produção florestal. Enquanto as receitas ocorrem no ano em que se processa o corte do povoamento, os custos começam a ocorrer muitas vezes antes do plantio da floresta. Ignorá-los no processo de produção florestal seria o mesmo que admitir a não existência de preço para fatores produtivos, o que não é uma realidade econômica (WORREL<sup>36</sup>).

TABELA 7. RECEITA TOTAL ANUAL E CUSTOS ANUAIS DE PRODUÇÃO FLORESTAL

(Cr\$ 1000/ha)  
?

Idade (anos)	Receita Total Anual		Custo de Implantação e Manutenção			
	Sem Incluir a Terra	Incluindo a Terra	Sem incluir a terra		Incluindo a terra	
			Anual	Acumulado	Anual	Acumulado
0	-	-	-	-	3.500	3.500
1	720	4.330	2.549	2.549	2.549	6.049
2	1.740	5.240	431	2.980	431	6.480
3	3.084	6.584	288	3.268	288	6.768
4	4.471	7.971	144	3.412	144	6.912
5	5.688	9.188	144	3.556	144	7.056
6	6.650	10.150	144	3.700	144	7.200
7	7.359	10.859	144	3.844	144	7.344
8	7.859	11.359	144	3.988	144	7.488
9	8.201	11.701	144	4.132	144	7.632
10	8.431	11.931	144	4.276	144	7.776
11	8.583	12.083	144	4.420	144	7.920
12	8.684	12.184	144	4.564	144	8.064

Além deste aspecto, a existência do custo de oportunidade pelo uso do capital vinculado à floresta, origina a necessidade da capitalização dos mesmos, através da aplicação de juros compostos.

#### 4.2.2 O Efeito das Taxas de Juro e as Receitas Líquidas Anuais

A existência de um diferencial temporal com relação à época da realização da receita florestal e os custos incorridos para tal, sugerem a necessidade da utilização de juros para alterar o momento de referência dos valores (DUERR<sup>10</sup>).

A partir das estimativas de custo e considerando a inclusão ou não do valor da terra, foram aplicadas aos mesmos taxas de juros de 6%, 8%, 10% e 12%. (Detalhes sobre os valores encontrados são mostrados no Anexo B).

O efeito da aplicação dessas taxas de juros sobre os custos acumulados de implantação e manutenção florestal provocam nas referidas funções deslocamentos e alterações de suas formas originais.

A representação gráfica dessas novas funções de custos capitalizados juntamente com as funções de custos anuais acumulados, permite observar claramente o efeito dos juros (Figuras 3 e 4).

Na proporção em que ocorre um acréscimo na taxa de juro, o deslocamento das funções de custo torna-se mais pronunciado. Além disto, quanto maior a idade de corte (rotação) tanto mais expressiva é a participação do juro na composição do custo total.

FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL ACUMULADOS E CAPITALIZADOS ANUALMENTE, A DIFERENTES TAXAS DE JUROS SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA

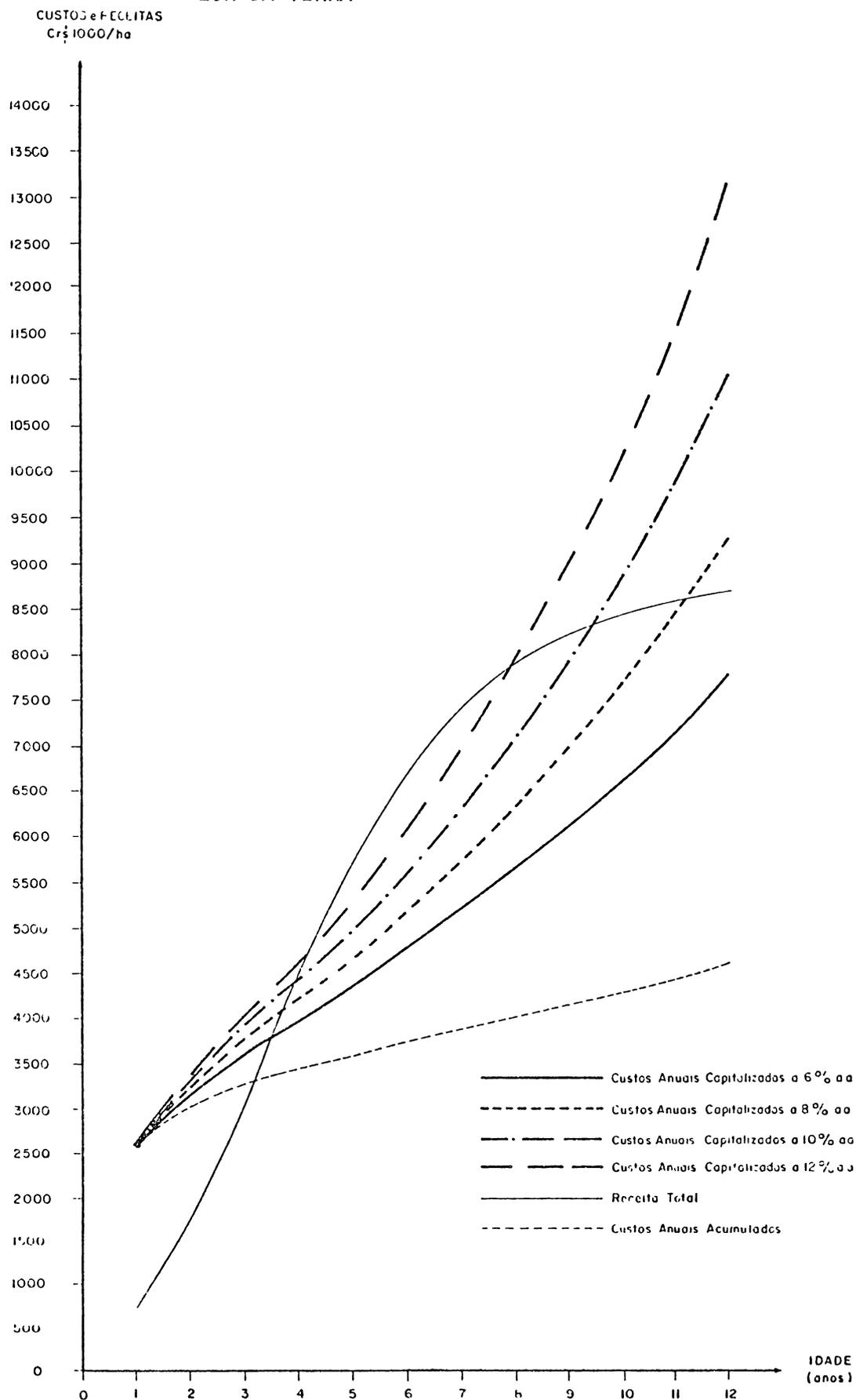
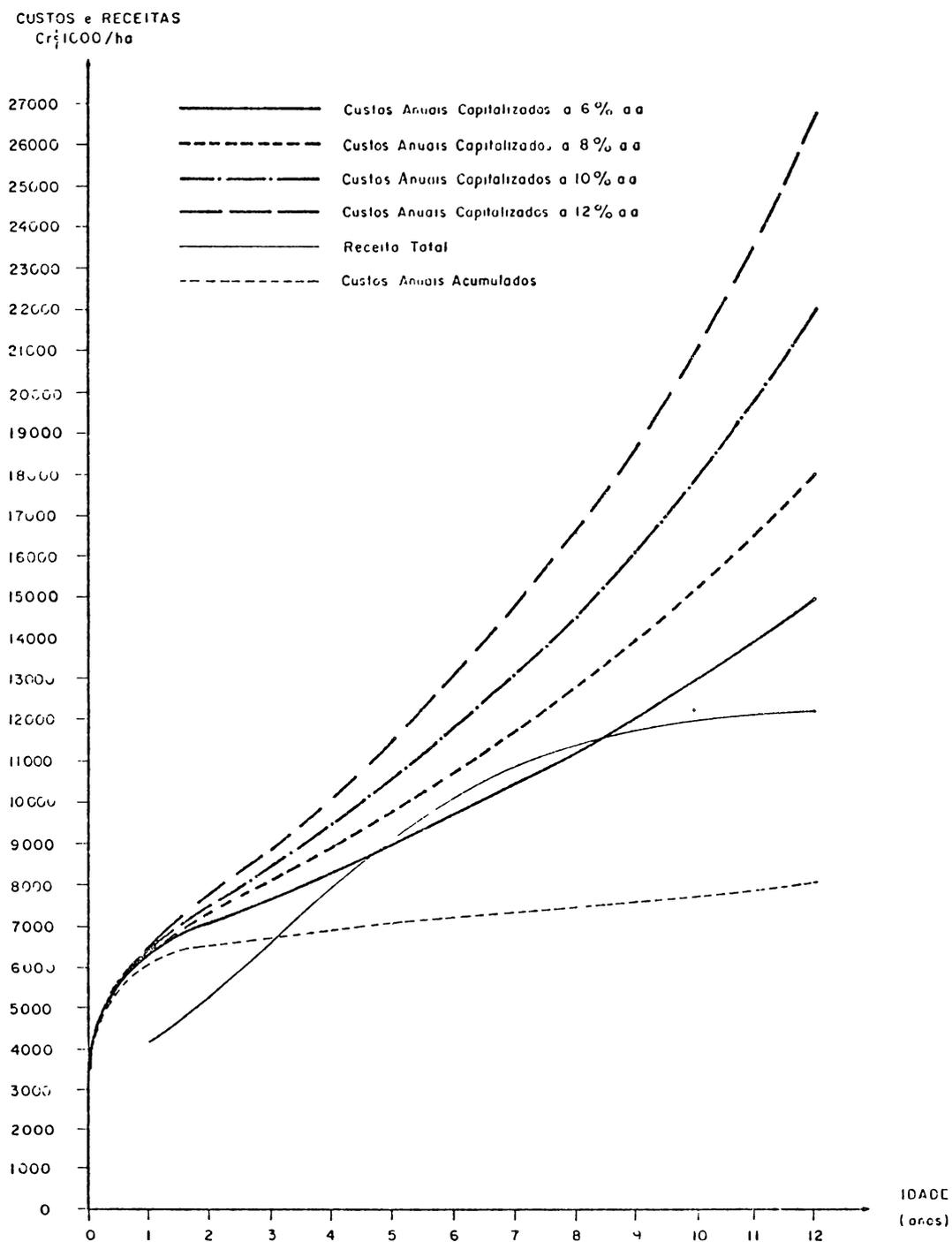


FIGURA 4. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL ACUMULADOS E CAPITALIZADOS ANUALMENTE A DIFERENTES TAXAS DE JUROS COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA



As informações geradas permitiram também que se obtivessem estimativas com respeito as receita líquidas anuais, isto é, a diferença entre os custos anuais acumulados e capitalizados com as receitas oriundas da produção florestal e venda da terra (Tabela 8). As representações gráficas dessas receitas líquidas são encontradas nas Figuras 5 e 6.

Embora os resultados anuais dessas receitas não sejam diretamente comparáveis entre si, dada a natureza da diferença temporal existente entre elas, as mesmas permitem analisar alguns pontos. Em primeiro lugar, nota-se novamente a grande influência exercida pela taxa de juros no processo de produção florestal. Este ponto, fica bastante claro ao se analisar os gráficos de receita líquida em função das diferentes taxas de juro aplicadas. Quanto maior a taxa, menor o valor da receita líquida anual. Em segundo lugar, é possível observar o efeito que o custo da terra exerce na viabilidade de empreendimentos florestais.

Tomando-se por exemplo uma taxa de remuneração de 8%, nota-se que as receitas líquidas anuais sem a inclusão do valor da terra apresentam resultados positivos do 4º ano até o 11º ano. Aplicando a estes valores qualquer critério de avaliação econômica, provavelmente os resultados encontrados indicam que o empreendimento é viável. No entanto, ao se incluir o custo da terra, torna-se evidente, pela análise dos dados, que o empreendimento não aparecerá tão atrativo como no início. Esta situação ilustra com precisão o que vem acontecendo no setor florestal brasileiro. É comum o administrador ou proprietário florestal desprezar os custos da terra na formação do centro da madeira em pé. Desta forma, o que em princípio parece ser uma atividade economicamente atrativa, não necessariamente o é na realidade. De fato,

TABELA 8. ESTIMATIVAS DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS

(Cr\$ 1000/ha)

Idade (anos)	Receita Líquida									
	Taxa de Juro 0%		Taxa de Juro 6%		Taxa de Juro 8%		Taxa de Juro 10%		Taxa de Juro 12%	
	Sem incluir custo da terra	Incluindo custo da terra								
1	-1.829	-1.829	-1.829	-2.309	-1.829	-2.109	-1.829	-2.179	-1.829	-2.249
2	-1.240	-1.240	-1.393	-1.826	-1.444	-2.026	-1.495	-2.230	-1.546	-2.436
3	-184	-184	-525	-1.193	-643	-1.552	-762	-1.921	-884	-2.301
4	1.059	1.059	502	-417	302	-959	-96	-1.528	-117	-2.125
5	2.132	2.132	1.336	153	1.042	-601	731	-1.405	405	-2.263
6	2.950	2.950	1.893	428	1.488	-566	1.054	-1.647	589	-2.819
7	3.515	3.515	2.173	410	1.640	-858	1.059	-2.261	427	-3.811
8	3.871	3.871	2.218	139	1.539	-1.440	785	-3.217	-49	-5.215
9	4.069	4.069	2.077	-336	1.231	-2.266	276	-4.477	-800	-7.006
10	4.155	4.155	1.796	-972	759	-3.297	-431	-6.009	-1.794	-9.165
11	4.163	4.163	1.406	-1.738	154	-4.507	-1.309	-7.795	-3.013	-11.688
12	4.120	4.120	932	-2.791	-564	-5.877	-2.341	-9.826	-4.448	-14.584

FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS FUNÇÕES DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS, SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA

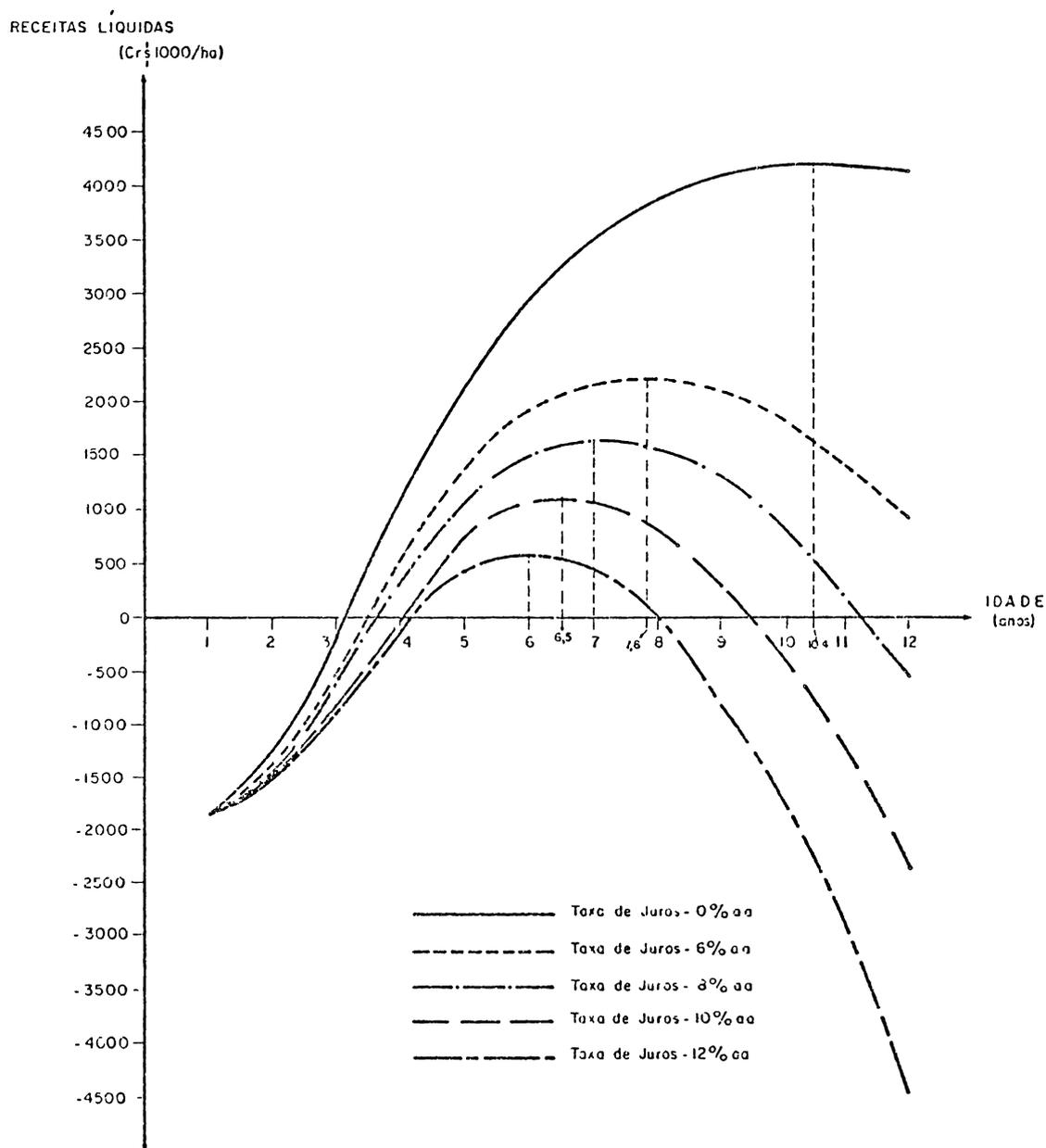
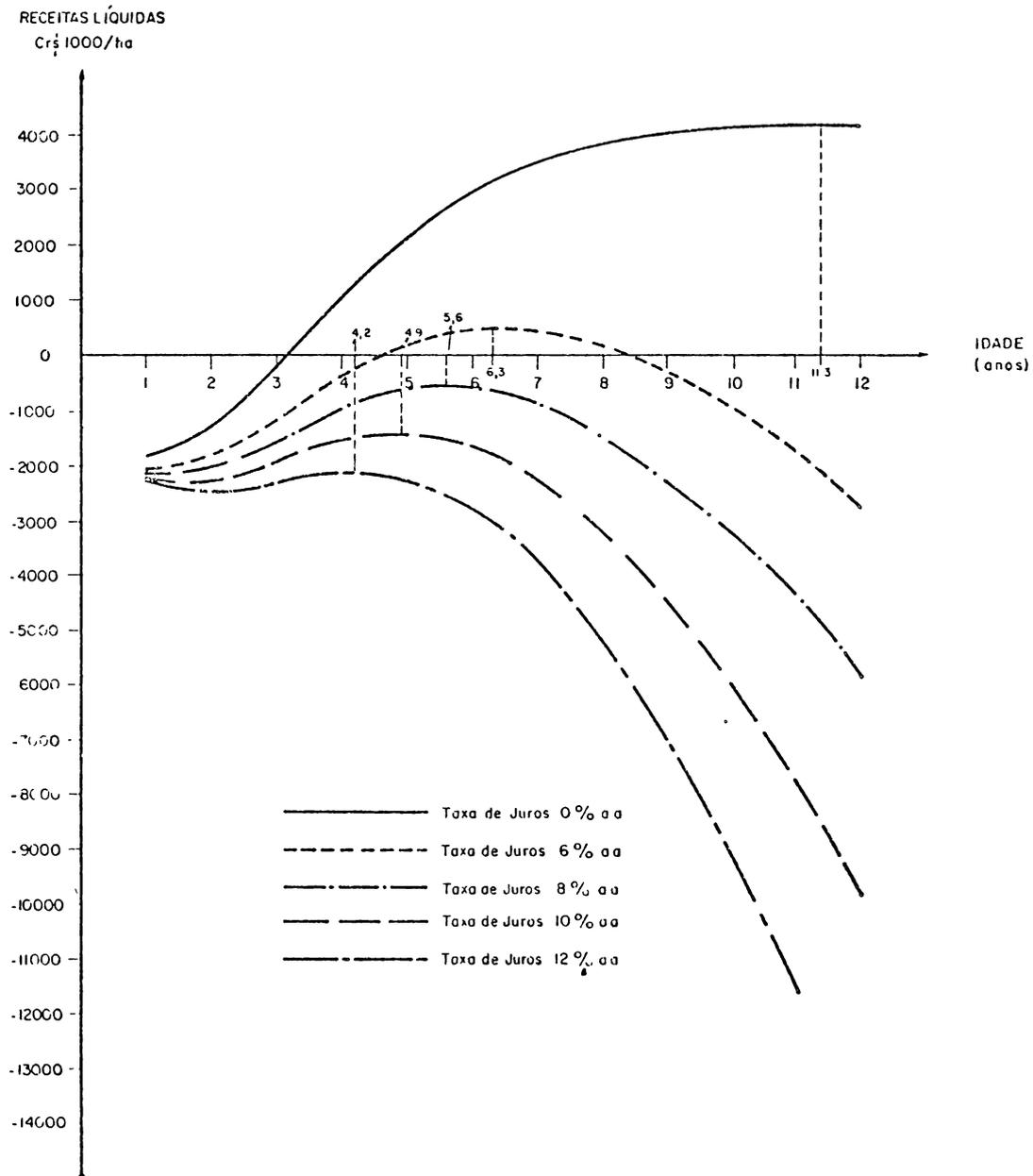


FIGURA 6. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS FUNÇÕES DE RECEITAS LÍQUIDAS ANUAIS, COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA



o preço da terra vem influenciando sobremaneira a instalação de empreendimentos florestais perto dos grandes centros de consumo. O elevado preço deste fator produtivo está a deslocar esses empreendimentos florestais para regiões cada vez mais distantes dos consumidores e com isto, tornando a atividade florestal menos atrativa.

#### 4.3 CRITÉRIOS ECONÔMICOS

Os resultados apresentados e a discussão dos mesmos até este momento, propiciou informações básicas com referência as peculiaridades da produção florestal e suas influências no tratamento dos custos e receitas.

Da mesma forma, ficou bastante clara a importância da taxa de juro e do preço ou valor da terra para a atividade produtiva florestal. Estes elementos constituem-se na base sobre a qual assentam-se os critérios econômicos ou modelos de maturidade financeira.

##### 4.3.1 Modelos com Taxas de Juro Zero

4.3.1.1 Receita Total Máxima - Conforme descrito, este modelo define a maturidade financeira como a idade na qual a receita total máxima é atingida. Os resultados de receita total, projetados a partir da função de crescimento indicam que mesmo aos 12 anos de idade a floresta não tinha atingido o seu ponto de máxima produção e conseqüentemente de receita total. Tal motivo se prende a própria função ajustada, a qual, por ser assintótica não possui um máximo. Desta forma, é teoricamente impossível determinar-se exatamente a idade que maximiza

a receita total. Para efeitos comparativos com os demais critérios, adotar-se-á que na idade de 12 anos a receita total é maximizada.

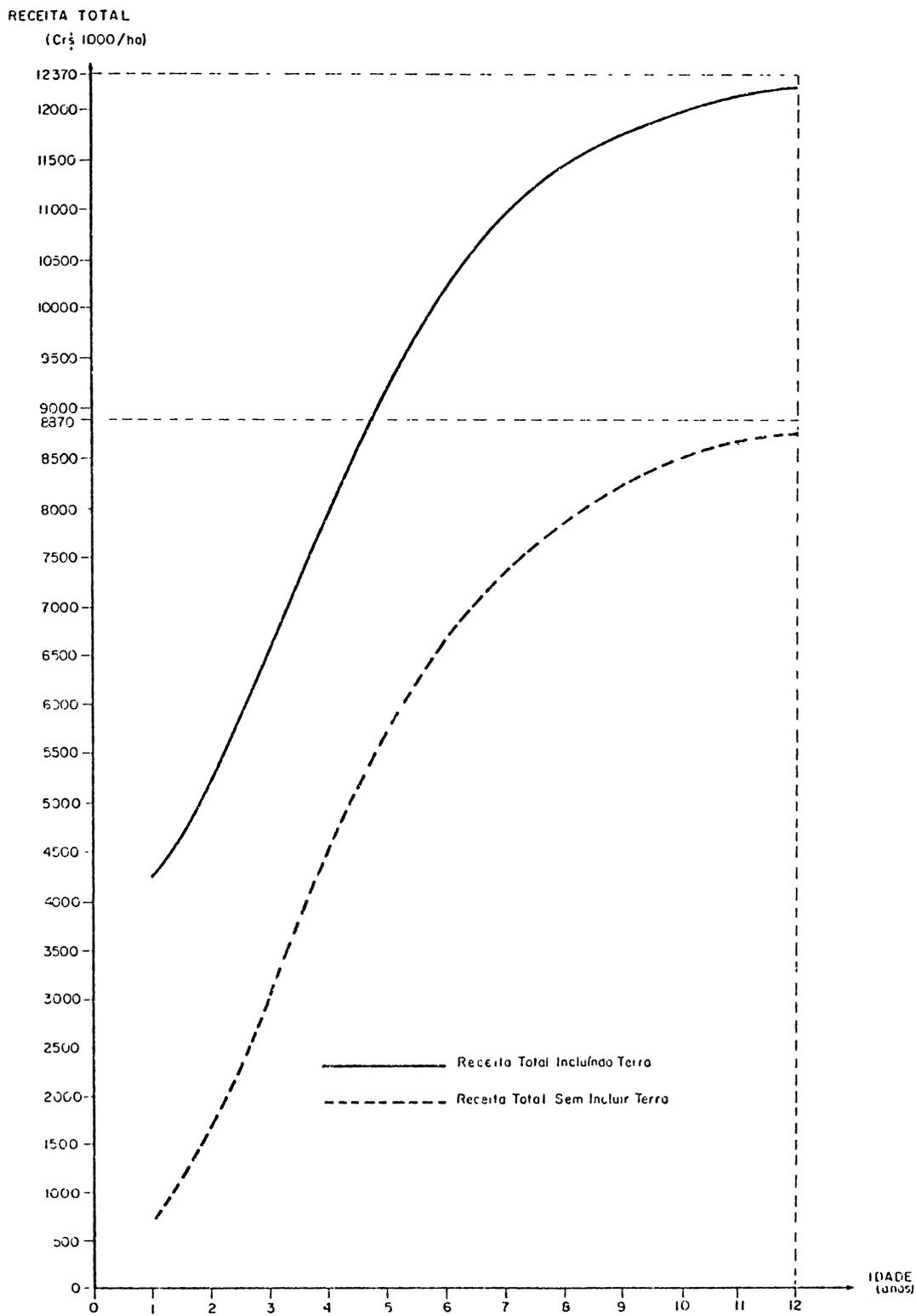
É oportuno mencionar que a inclusão do valor da terra não irá alterar a idade de corte. A adição desse valor aos resultados financeiros da produção florestal, provocará um deslocamento proporcional em toda a extensão da função de receita total e como consequência no valor da mesma, porém não afetando a idade ótima de corte da floresta (Figura 7).

4.3.1.2 Receita Total Média Máxima - Os resultados da aplicação do modelo de receita total média máxima são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9. RECEITAS TOTAIS MÉDIAS

Idade (anos)	(Cr\$ 1000/ha)
	Receitas totais médias
1	720
2	870
3	1.028
4	1.118
5	1.138
6	1.108
7	1.051
8	982
9	911
10	843
11	780
12	724

FIGURA 7. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RECEITA TOTAL, COM E SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA



Observa-se que os valores encontrados aumentam gradativamente até a idade de 5 anos, quando atingem a importância máxima de 1,138 milhão por hectare. A partir deste ponto, a receita total média decresce ano a ano, chegando aos níveis de 724 mil cruzeiros por hectare a idade de 12 anos. A Figura 8 ilustra a evolução da receita total média, bem como, mostra a idade, obtida graficamente, que maximiza esta receita.

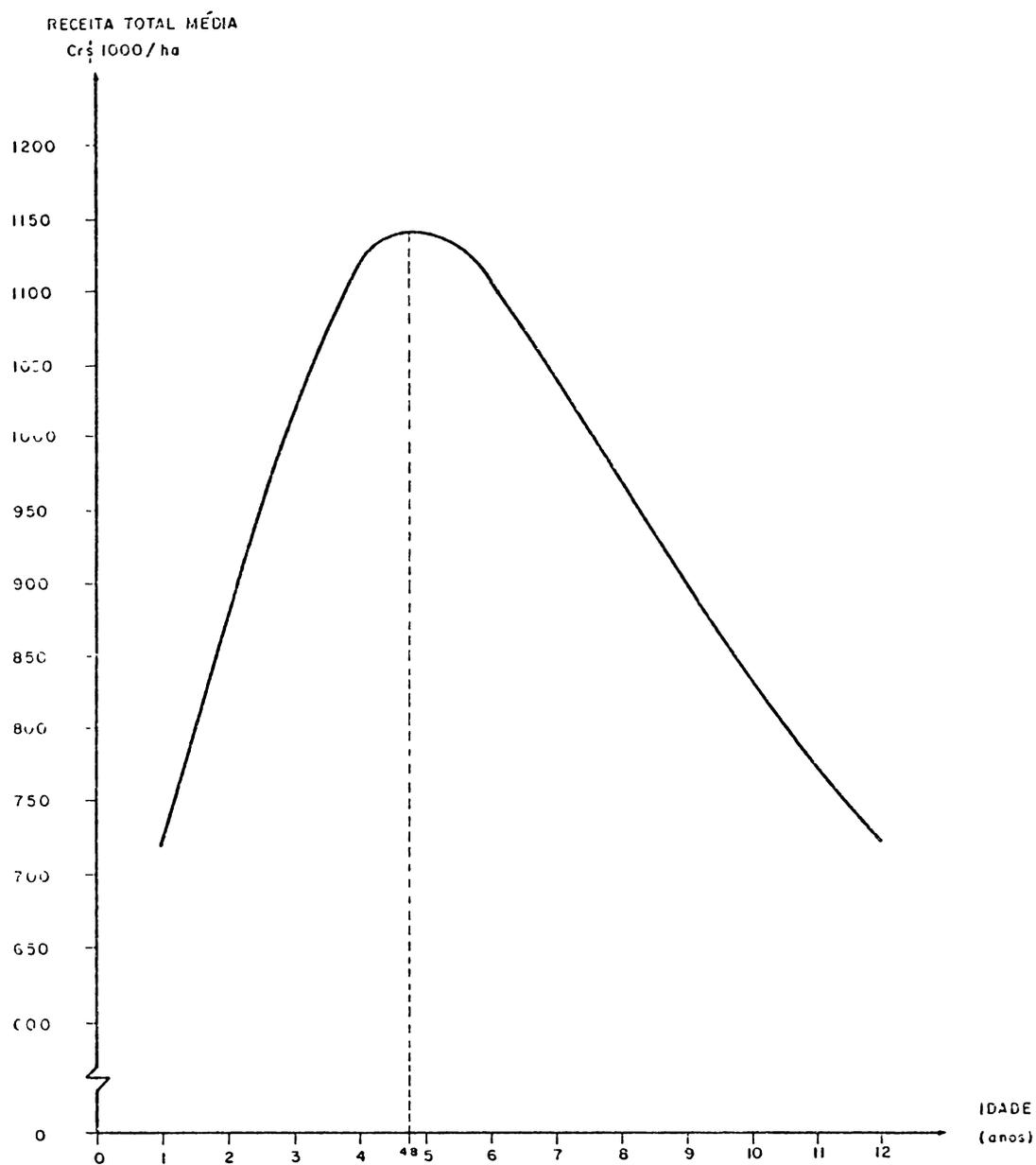
É importante salientar que esta idade de corte é a mesma obtida através da aplicação do critério silvicultural de rendimento sustentado máximo.

4.3.1.3 Receita Líquida Média Máxima (Forest Rent) - Os valores de receita líquida média, obtidos através da aplicação do modelo matemático são encontrados na Tabela 10.

TABELA 10. RECEITA LÍQUIDA MÉDIA

Idade (anos)	(Cr\$ 1000/ha)
	Receita Líquida Média
1	-1.829
2	-620
3	-61
4	265
5	426
6	492
7	502
8	484
9	452
10	416
11	378
12	343

FIGURA 8. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA FUNÇÃO DE RECEITA TOTAL MÉDIA



Nas idades iniciais do povoamento, as receitas líquidas médias são negativas refletindo a influência dos custos de implantação e manutenção florestal. A partir do terceiro ano, os valores passam a ser positivos, como resultado de uma maior taxa de crescimento volumétrico da floresta e conseqüentemente de receitas, sobre os custos anuais acumulados.

A maturidade financeira do povoamento ocorre ao redor do 7º ano, quando a receita líquida média máxima atinge 492 mil cruzeiros por hectare. A Figura 9 mostra a evolução anual desta receita, bem como, a idade, calculada graficamente, na qual ocorre efetivamente a maximização do valor da receita líquida média.

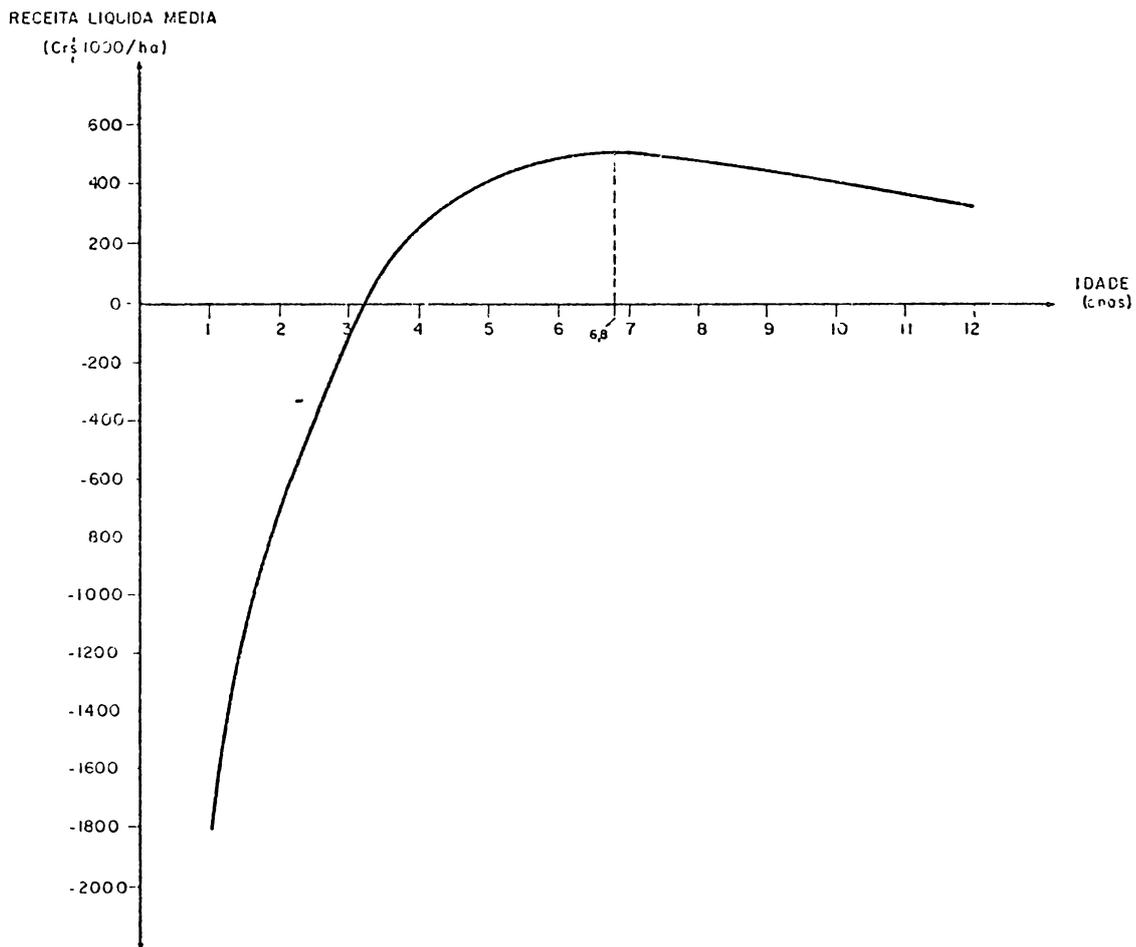
#### 4.3.2 Modelos que Maximizam o Valor Líquido Presente

4.3.2.1 Valor Líquido Presente - Conforme apresentado na metodologia, este modelo de maturidade financeira tem por objetivo determinar a idade do povoamento que maximiza as receitas líquidas descontadas.

As taxas de desconto empregadas foram as mesmas já utilizadas anteriormente, ou seja 6%, 8%, 10% e 12% ao ano.

No modelo original de maximização do valor líquido presente não é previsto a inclusão do custo da terra, porém, no presente estudo, procurou-se incorporar o mesmo, de forma a propiciar uma maior amplitude de análise do modelo em si e suas relações com os demais critérios.

FIGURA 9. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS RECEITAS LÍQUIDAS MÉDIAS ANUAIS (FOREST RENT)



Os resultados encontrados podem ser visualizados na Tabela 11 e as representações gráficas nas Figuras 10 e 11.

Ao observar os resultados, fica evidenciado que aumentos na taxa de desconto provocam reduções dos valores líquidos presentes das receitas. Da mesma forma, a inclusão do custo da terra favorece decréscimos nos valores das receitas descontadas.

Com o auxílio das figuras é possível verifica-se o comportamento dos valores presentes em função da idade do povoamento. Nos primeiros anos a tendência é que os mesmos sejam negativos, passando depois a apresentar valores positivos para logo depois, voltarem novamente a ser negativos. A explicação para este fato reside basicamente no comportamento da função de receita.

No início de vida do povoamento, a receita cresce a taxas mais do que proporcionais a idade, porém a mesma encontra-se abaixo da função de custo, originando-se então resultados negativos para os valores presentes. Mantendo taxas de crescimento mais elevadas, a receita torna-se maior do que os custos produzindo resultados positivos para os valores presentes.

Pela ação da lei dos rendimentos decrescentes, a taxa de crescimento florestal e conseqüentemente da receita tende a diminuir enquanto a função de custo mantém a sua, dada a ação dos juros sobre a mesma. Como resultado, aparecem novamente valores presentes negativos.

Evidentemente, na medida em que se empregam taxas de juros elevadas e incorporam-se custos adicionais (terra) não existe possibilidade da taxa de crescimento florestal sobrepor

TABELA 11. VALORES LÍQUIDOS PRESENTES CALCULADOS A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO (JURO), COM E SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA

(Cr\$ 1000/ha)

Idade (anos)	Valor Líquido Presente							
	Taxa de Desconto 6%		Taxa de Desconto 8%		Taxa de Desconto 10%		Taxa de Desconto 12%	
	Sem incluir Custo da Terra	Incluindo Custo da Terra	Sem incluir Custo da Terra	Incluindo Custo da Terra	Sem incluir Custo da Terra	Incluindo Custo da Terra	Sem incluir Custo da Terra	Incluindo Custo da Terra
1	-1.829	-1.924	-1.694	-1.953	-1.663	-1.981	-1.633	-2.008
2	-1.393	-1.625	-1.625	-1.238	-1.737	-1.236	-1.843	-1.942
3	- 525	-1.002	-505	-1.232	-573	-1.443	-629	-1.638
4	502	-330	222	-705	-66	-1.044	-74	-1.350
5	1.336	114	709	-409	454	-872	230	-1.284
6	1.893	302	938	-357	595	-930	298	-1.428
7	2.173	273	957	-501	543	-1.160	193	-1.724
8	2.218	87	831	-778	366	-1.501	- 20	-2.106
9	2.077	-199	616	-1.134	117	-1.899	-288	-2.526
10	1.796	-543	352	-1.527	-166	-2.317	-578	-2.951
11	1.406	-916	66	-1.933	-459	-2.732	-866	-3.360
12	932	-1.387	-224	-2.334	-746	-3.131	-1.142	-3.743

FIGURA 10. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE SEM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA

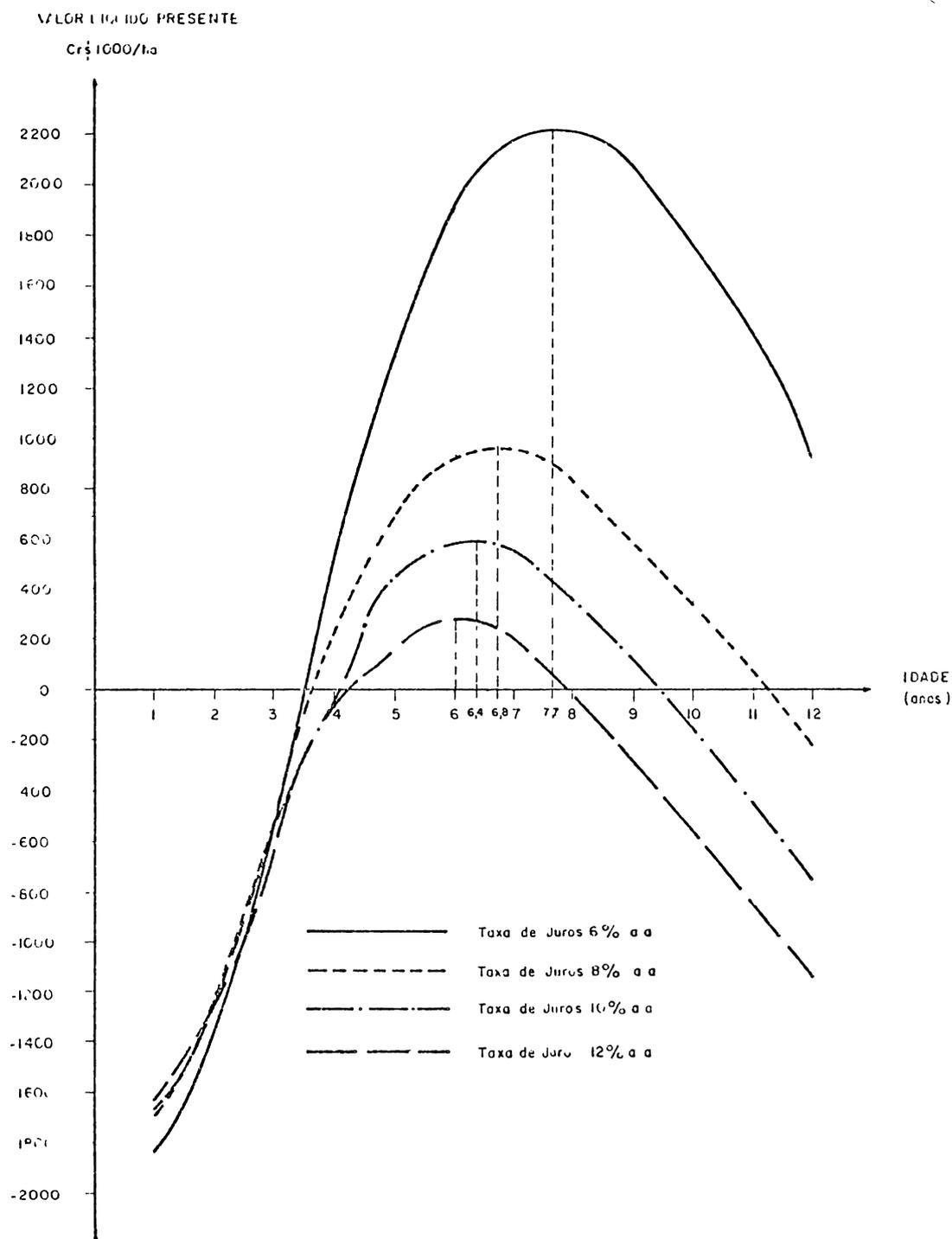
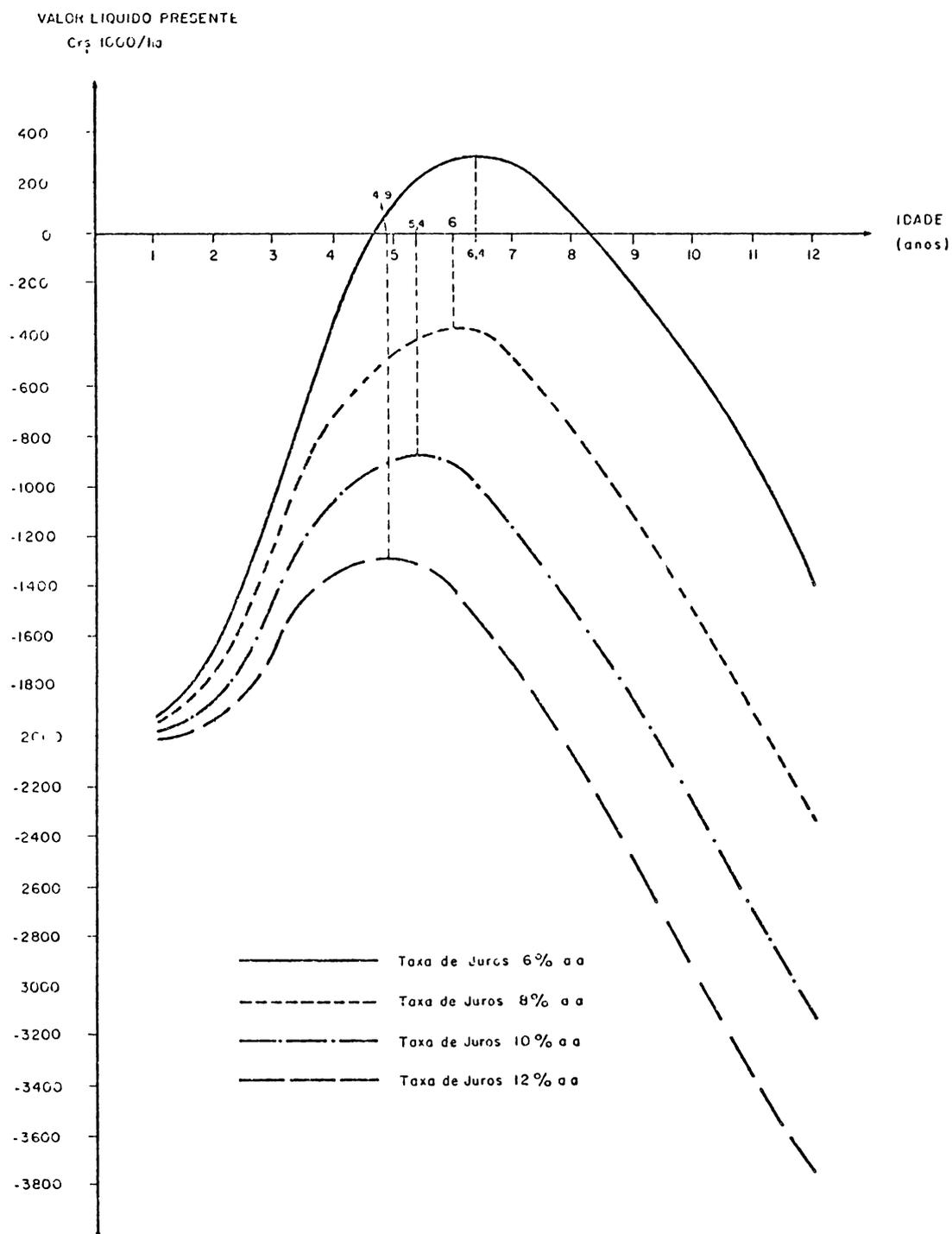


FIGURA 11. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR LÍQUIDO PRESENTE COM A INCLUSÃO DO VALOR DA TERRA



os custos e como produto desta ação, tem-se valores presentes negativos para todas as idades.

A Tabela 12 sumariza as idades de corte que maximizam os valores líquidos presentes.

TABELA 12. IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM OS VALORES LÍQUIDOS PRESENTES\*

Custo da Terra	Taxa de Desconto			
	6%	8%	10%	12%
Não incluído	7,7	6,8	6,4	6,0
Incluído	6,4	6,0	5,4	4,9

\*Estimados a partir dos gráficos

Duas conclusões podem ser rapidamente obtidas da análise dos resultados de idade ótima. A primeira, é que quanto maior a taxa de desconto tanto menor será a rotação florestal. A segunda, mostra que a inclusão do valor da terra no modelo, também produz, a redução da idade ótima de corte.

4.3.2.2 Valor Líquido Presente Geral - Mais completo do que o modelo de valor líquido presente, o critério de valor líquido presente geral, incorpora em sua metodologia não somente o valor da terra, mas também, a somatória de sucessivas e infinitas rotações florestais. Desta forma, os resultados dos valores presentes são representativos não somente de uma rotação, mas de sucessivas e infinitas rotações.

Os resultados encontrados pela aplicação deste modelo aos dados de produção de *Eucalyptus saligna* estão na Tabela 13.

TABELA 13. VALORES LÍQUIDOS PRESENTES GERAIS A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO

(Cr\$ 1000/ha)

Idade (anos)	Valor Líquido Presente Geral			
	Taxa de Desconto 6%	Taxa de Desconto 8%	Taxa de Desconto 10%	Taxa de Desconto 12%
1	-33.983	-26.363	-19.810	-18.742
2	-14.773	-12.175	-10.619	-9.575
3	-6.246	-5.976	-5.804	-5.682
4	-1.589	-2.660	-3.292	-3.705
5	452	-1.281	-2.301	-2.968
6	1.023	964	-2.135	-2.895
7	814	-1.202	-2.383	-3.148
8	234	-1.692	-2.813	-3.533
9	-487	-2.268	-3.297	-3.951
10	-1.229	-2.845	-3.770	-4.352
11	-1.935	-3.385	-4.206	-4.716
12	-2.757	-3.871	-4.595	-5.036

A simples análise dos dados da tabela identifica que taxas superiores a 6% produzem valores presentes negativos a todas as idades. Esta fato leva a supor que acima de 6% o empreendimento não apresenta perspectivas de atratividade econômica.

Da mesma forma que para o critério de valor líquido presente, os resultados são no início do período negativos, passando a positivos e voltando a ser negativos novamente. Taxas de juros superiores a 6% mostram o mesmo comportamento, ainda que os valores sejam negativos para todo o período estudado (Figura 12).

As idades ótimas de corte de acordo com o modelo estão ao redor de 6 anos (Tabela 14). Novamente observa-se que aumentos na taxa de juros provocam redução da rotação ideal.

TABELA 14. IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM O VALOR LÍQUIDO PRESENTE GERAL

Taxa de Desconto	Idades de Corte* (anos)
6%	6,3
8%	5,8%
10%	5,7%
12%	5,6%

\* Estimados através do uso dos gráficos.

4.3.2.3 Renda do solo - O modelo de maturidade financeira proposto por Faustmann, além de propiciar a determinação da idade de corte possibilita a obtenção de até quanto é possível pagar a terra para nela reflorestar.

Os resultados estão na Tabela 15 e a representação gráfica dos mesmos na Figura 13..

FIGURA 12. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS VALORES LÍQUIDOS PRESENTES GERAIS

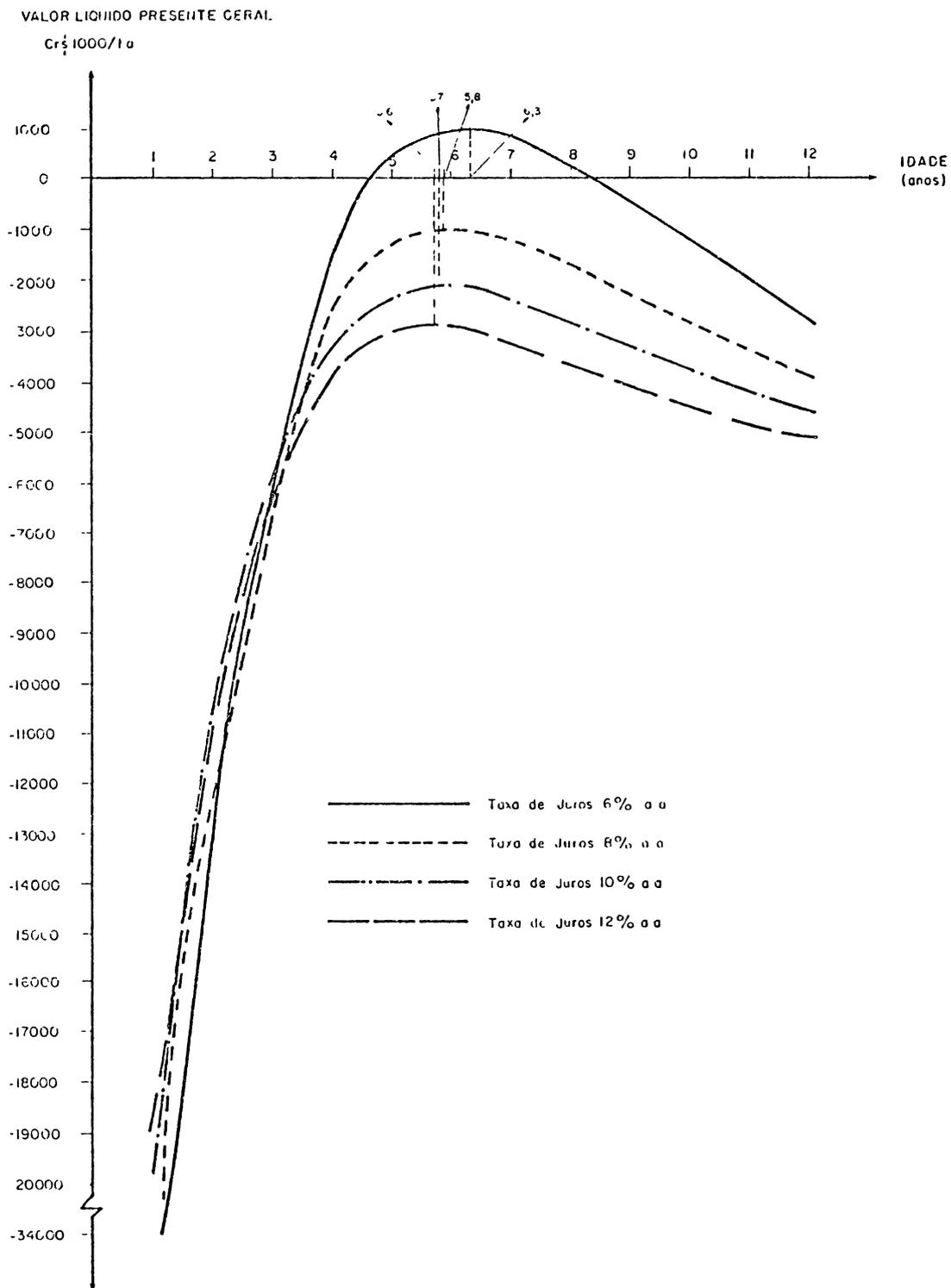
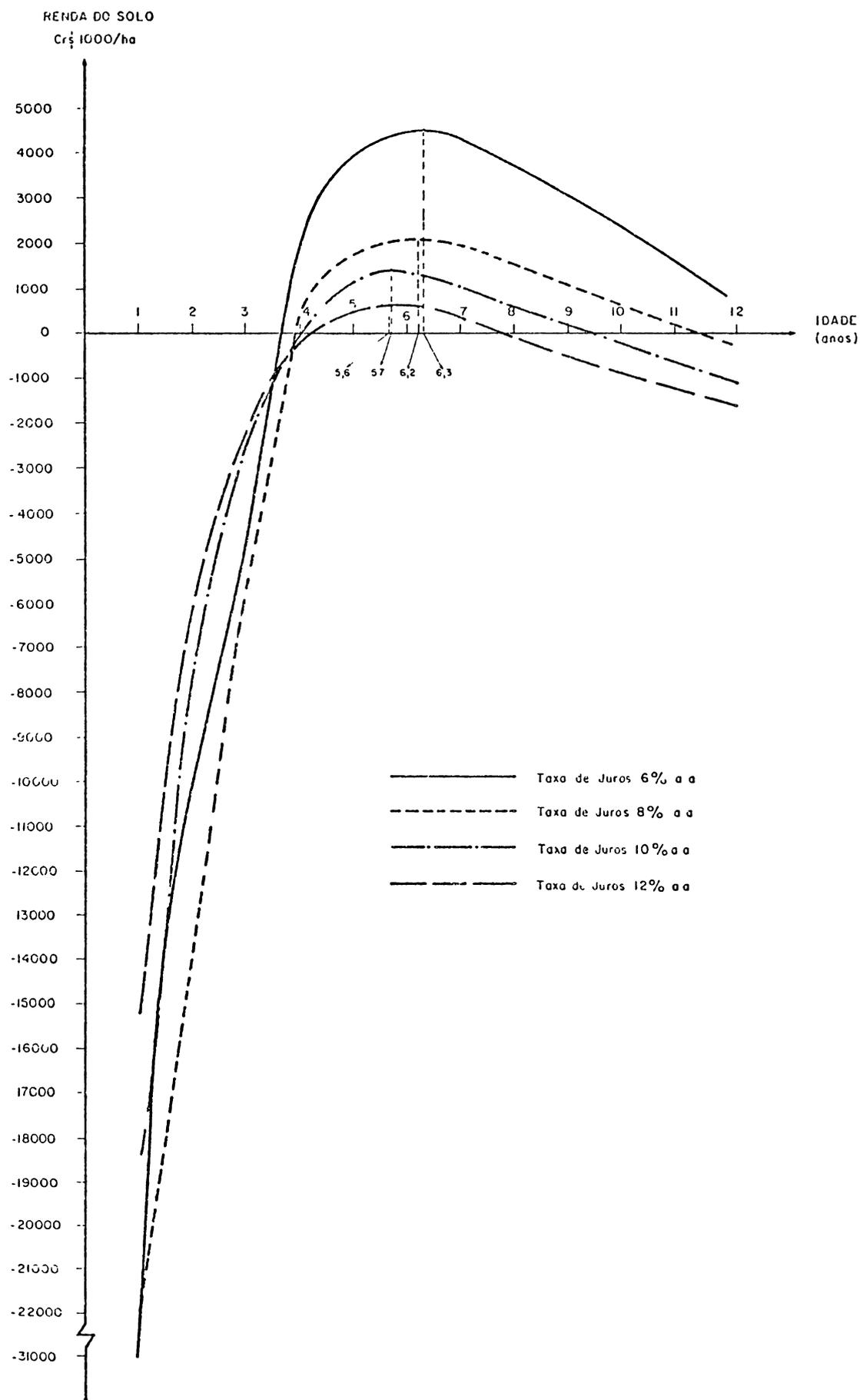


TABELA 15. VALORES DE RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO

(Cr\$ 1000/ha)

Idade (anos)	Renda do Solo			
	Taxa de Desconto 6%	Taxa de Desconto 8%	Taxa de Desconto 10%	Taxa de Desconto 12%
1	-30.483	-22.863	-18.290	-15.242
2	-11.270	-8.678	-7.119	-6.077
3	-2.748	-2.476	-2.302	-2.183
4	1.913	838	-207	-204
5	3.950	2.220	1.197	531
6	4.523	2.535	1.366	605
7	4.315	2.297	1.116	353
8	3.735	1.809	686	-33
9	3.012	1.232	203	-451
10	2.271	655	-270	-852
11	1.565	116	-706	-1.216
12	921	-371	-1.095	-1.536

FIGURA 13. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS VALORES DA RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE JUROS



Os valores de renda do solo representam o máximo admissível que o proprietário florestal poderia pagar por um hectare de terra e nela reflorestar. Assumindo-se por exemplo, que o proprietário deseje uma remuneração para o seu capital de 6% a.a. e que planeje cortes a cada 5 anos, o preço máximo admissível que o mesmo poderia pagar pela terra seria de 3,95 milhões de cruzeiros por hectare. No entanto, se o ciclo de cortes fosse a cada 6 anos, o preço da terra poderia elevar-se para até 4,5 milhões de cruzeiros o hectare.

Observa-se que aumentos na taxa de desconto provocam reduções no valor da renda do solo e tendem a diminuir a idade de corte do povoamento.

A Tabela 16 mostra um resumo das idades ótimas, em função dos diferentes níveis de taxa de desconto empregados.

TABELA 16. IDADES DE CORTE QUE MAXIMIZAM OS VALORES DE RENDA DO SOLO A DIFERENTES TAXAS DE DESCONTO

Taxa de desconto	Idades de corte* (anos).
6%	6,3
8%	6,2
10%	5,7
12%	5,6

\*Estimados através do uso dos gráficos.

### 4.3.3 Modelos que Maximizam a Taxa de Retorno

4.3.3.1 Taxa Interna de Retorno - Este modelo de maturidade financeira objetiva a maximização da taxa média de retorno do povoamento florestal. Muito próximo ao conceito de valor líquido presente em suas pressuposições, o critério não inclui o custo da terra, mas somente as despesas referentes a implantação e manutenção florestal. As diferentes taxas de retorno obtidas às diferentes idades estão na Tabela 17 e a representação gráfica pode ser visualizada na Figura 14.

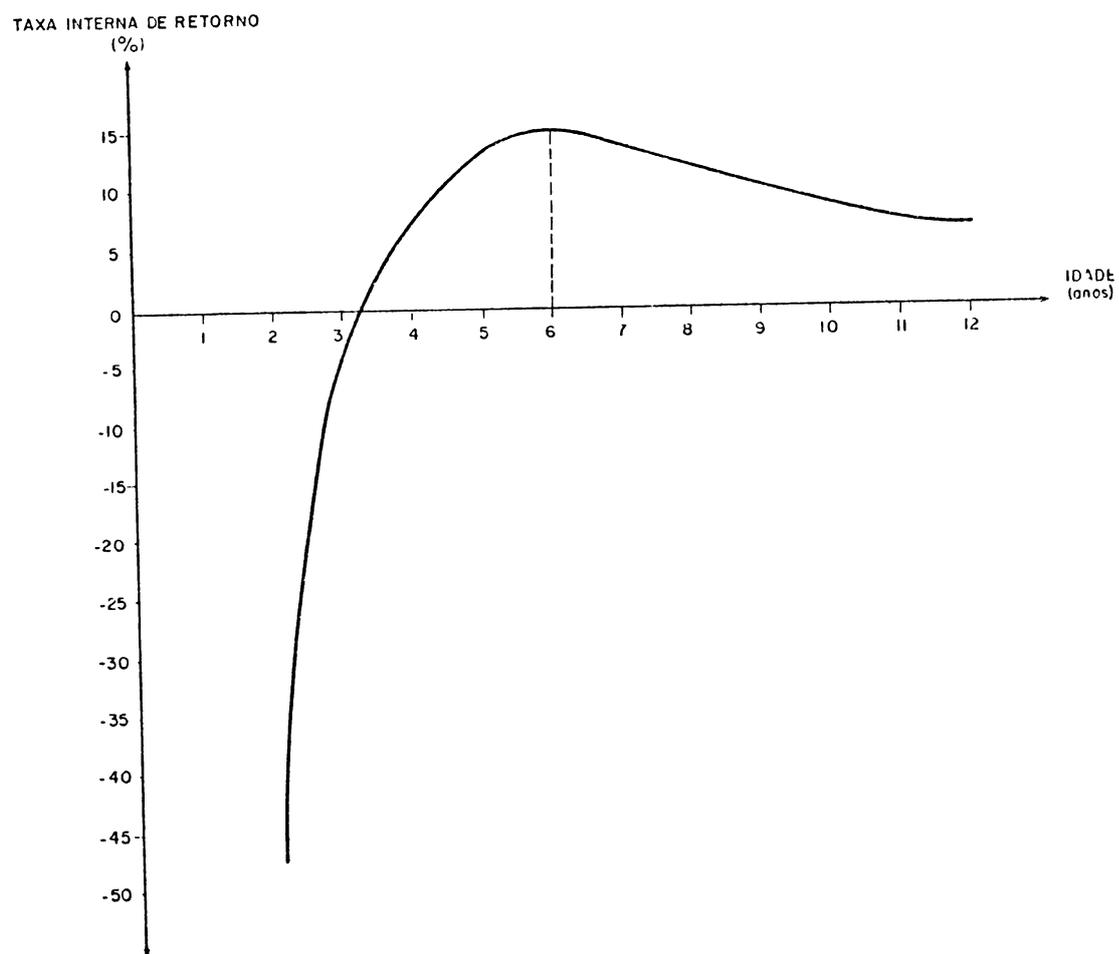
Nota-se que no início do período, os valores da taxa interna são negativos, passando a positivos com tendência de crescimento até o ano 6, quando atinge um máximo, para depois passarem a decrescer, mantendo-se porém positivas.

TABELA 17. TAXAS INTERNAS DE RETORNO CONSIDERANDO A INCLUSÃO OU NÃO DE VALOR DA TERRA

(%)

Idade (anos)	Taxa Interna de Retorno	
	Sem incluir Custo da Terra	Incluindo a Custo da Terra
1	-	-52,3
2	-48,6	-13,7
3	-3,4	-1,2
4	10,9	4,4
5	14,3	6,4
6	14,4	6,9
7	13,3	6,7
8	11,9	6,2
9	10,5	5,6
10	9,3	5,1
11	8,2	4,5
12	7,3	4,1

FIGURA 14. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA INTERNA DE RETORNO



A determinação da idade ótima de acordo com este critério fica na dependência da taxa de retorno desejada pelo proprietário florestal. Se por exemplo a taxa mínima imposta pelo produtor florestal é de 12%, a idade de corte deveria estar próxima a 8 anos.

4.3.3.2 Taxa Interna de Retorno Geral - Ligeiramente diferente da taxa interna de retorno, este conceito é um pouco mais abrangente, uma vez que inclui o custo de oportunidade do uso da terra no seu modelo matemático.

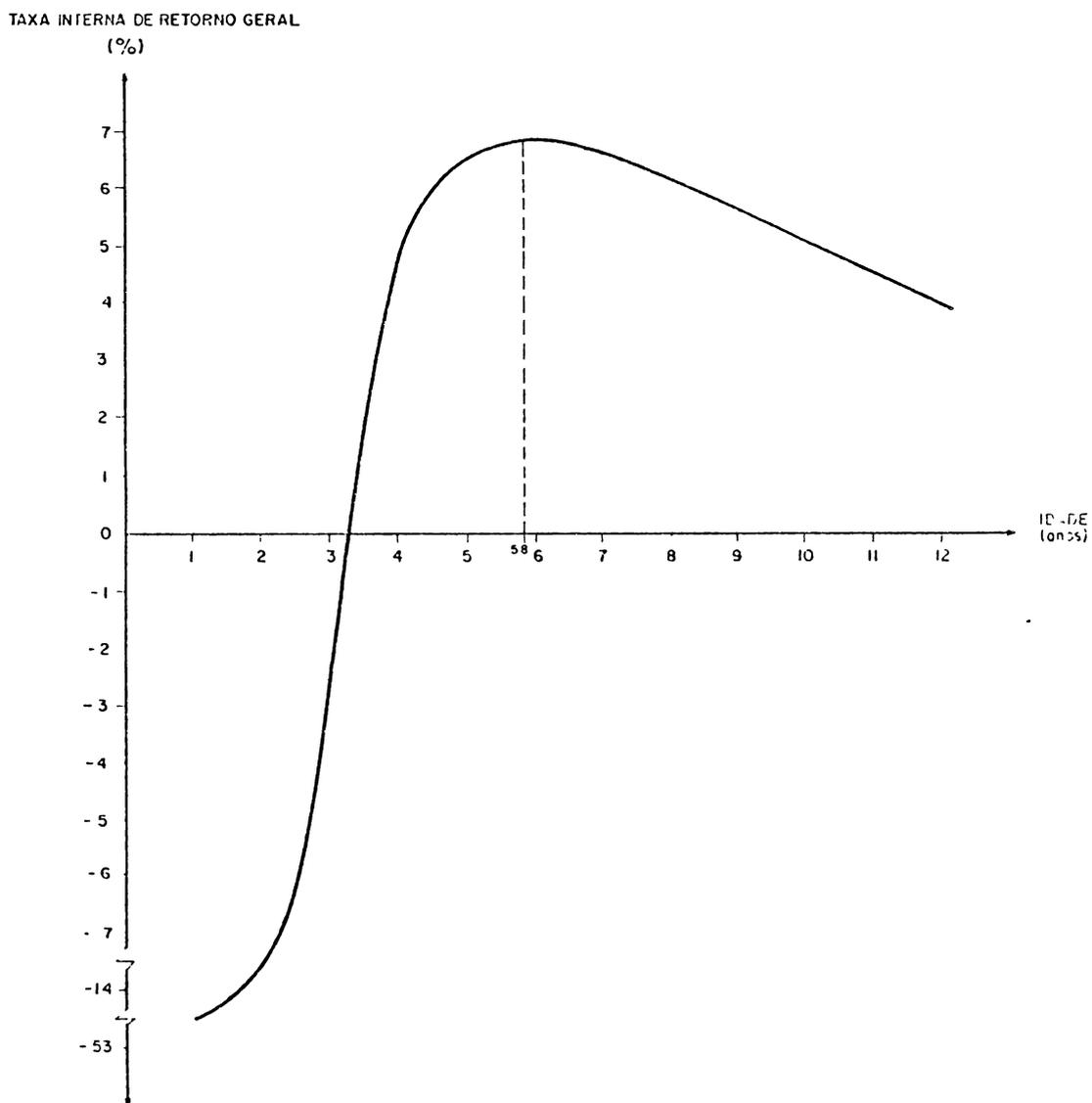
Os resultados obtidos com a aplicação deste critério estão na Tabela 17. A representação gráfica encontra-se na Figura 15.

A taxa interna assim calculada, apresenta-se negativa nos primeiros anos, passando a positiva, atingindo um máximo e depois decrescendo. Comparativamente ao outro conjunto de taxas internas calculadas, observa-se que o efeito da inclusão do custo da terra provoca sensíveis reduções nos valores da taxas.

A determinação da idade ótima, como no critério anterior, fica condicionada a taxa de interesse do proprietário florestal.

4.3.3.3 Fórmula de Duerr - O conceito ou modelo proposto por Duerr para determinar a idade de corte está calculado, na comparação entre a taxa de crescimento do valor da produção florestal e a taxa alternativa que o proprietário florestal tem a sua disposição.

FIGURA 15. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA INTERNA DE RETORNO GERAL



A Tabela 18 mostra os resultados das taxas de crescimento do valor do povoamento e a Figura 16 sua representação gráfica.

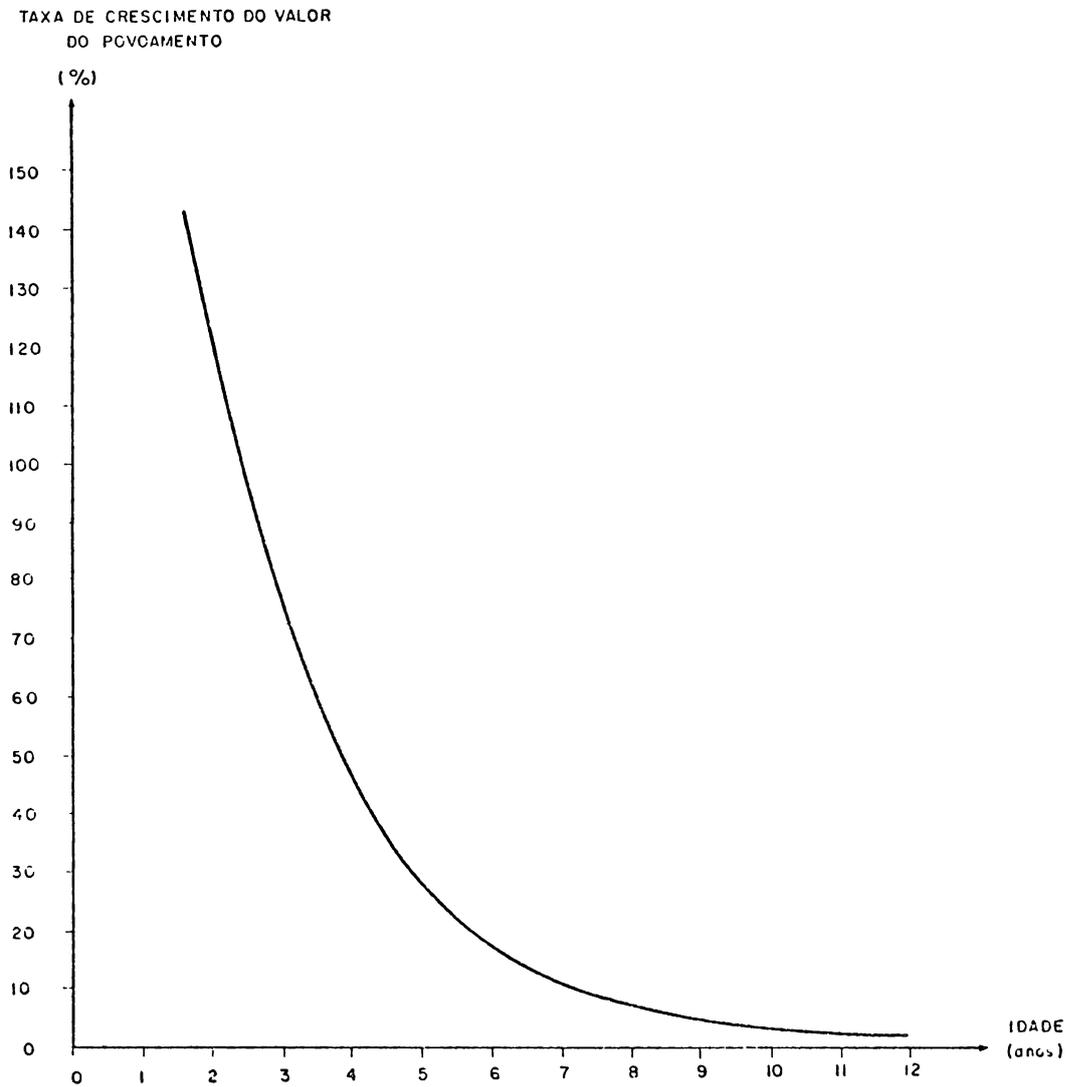
TABELA 18. TAXA DE CRESCIMENTO DO VALOR DO POVOAMENTO FLORESTAL (DUERR)

Idade (anos)	Taxas de crescimento do valor do povoamento florestal (%)
1	-
2	142
3	77
4	45
5	27
6	17
7	11
8	7
9	4
10	3
11	2
12	1

Nota-se que, na medida em que o povoamento torna-se mais maturo, a taxa de crescimento do valor diminui.

A determinação da idade ótima se faz através da comparação entre a taxa alternativa ou de oportunidade do proprietário com a taxa de crescimento do valor do povoamento. Se a taxa alternativa é maior do que a taxa do valor do povoamento aguarda-se mais um período. Se forem iguais realiza-se o corte da floresta.

FIGURA 16. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA TAXA DE CRESCIMENTO DO VALOR POVOAMENTO FLORESTAL (Duerr)



#### 4.3.4 Resumo dos Resultados

Com o intuito de obter uma visão do conjunto dos resultados, elaborou-se a Tabela, 19, a qual, contém as idades ótimas de corte, encontradas a partir da aplicação dos modelos de maturidade financeira.

Observa-se que existe um elevado grau de variabilidade do valor das idades obtidas, ocorrendo desde um mínimo de 4,8 anos até um máximo de 12 anos.

De um modo geral a aplicação de modelos que não levam em consideração a taxa de juros tendem a fornecer idades de corte maiores do que os critérios que incluem a remuneração pelo uso do capital. Além disto, quanto maior a taxa de remuneração do capital (juro) tanto menor será a idade da rotação ideal.

Os diversos modelos aplicados levam a respostas diferentes e a dúvida que surge é saber qual o critério a ser empregado.

Este assunto, de a muitos anos vem sendo debatido por numerosos economistas, sem no entanto, haver um claro consenso entre eles. Sobre este ponto é bastante interessante a posição de BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>. Para os referidos autores, o correto modelo a ser utilizado está em função da habilidade da firma ou do proprietário florestal em variar seus fatores de produção e da acessibilidade que os mesmos possuem para com os fatores de mercado.

Parece bastante claro que os modelos que não consideram a remuneração do capital investido em terras, trabalho e insumos apresentam sérias limitações na determinação da idade

TABELA 19. RESUMO DAS IDADES ÓTIMAS DE CORTE SEGUNDO OS MODELOS DE MATURIDADE FINANCEIRA UTILIZADAS

(anos)

Critério	Taxa de Desconto				
	0%	6%	8%	10%	12%
1) Receita Total Máxima	12,0	-	-	-	-
2) Receita Total Média Máxima	4,8	-	-	-	-
3) Receita Líquida Média Máxima (Forest Rent)	6,8	-	-	-	-
4) Valor Líquido Presente					
a) sem custo da terra	-	7,7	6,8	6,4	6,0
b) com custo da terra	-	6,4	6,0	5,4	4,9
5) Valor Líquido Presente Geral	-	6,3	5,8	5,7	5,6
6) Renda do Solo (Faustmann)	-	6,3	6,2	5,7	5,6
7) Taxa Interna de Retorno* (Boulding)	4,9	-	-	-	-
8) Taxa Interna de Retorno Geral*	n.d.**	-	-	-	-
9) Fôrmula de Duerr *	6,9	-	-	-	-

\* Para o cálculo da idade ótima de corte segundo estes critérios admitiu-se uma taxa alternativa de 12%.

\*\* n.d. - valor não determinado. A taxa de 12% não é viável investir em plantio florestal.

ótima de corte. Tais critérios seriam plausíveis de uso se tais fatores não tivessem preço - que não é o caso - e que o efeito do tempo fosse desprezível para o proprietário florestal (GREGORY<sup>17</sup>).

Os modelos que incluem o custo de oportunidade do capital não estão sujeitos as limitações anteriormente postas. Portanto, a utilização de um ou de outro critério deve estar condicionada a maximização do uso do fator produtivo mais escasso. Se as pressuposições especificadas para determinado modelo são adequadas a realidade que se deseja conhecer, então a solução produzida pelo modelo está correta (BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>).

Em uma situação onde o fator terra, constitui-se no elemento escasso, o procedimento mais adequado seria então maximizar a renda do solo (Faustmann). Por outro lado, se a firma ou o proprietário florestal não tem acesso ao mercado de capitais, ou o tem de forma parcial, operando desta forma sujeito a restrição financeira, o critério mais adequado é a maximização da taxa interna de retorno. Com acesso ao capital a firma maximizaria o valor líquido presente, desde que a taxa de retorno no empreendimento florestal fosse maior do que a taxa de empréstimo (BENTLEY & TEEGUARDEN<sup>4</sup>).

Além do aspecto financeiro, a determinação da idade de corte deve levar em consideração outros pontos inerentes ao uso dos recursos florestais. Problemas relacionados com incertezas na produção florestal, manejo e regulagem de florestas além de problemas ligados à conservação e preservação do meio ambiente não podem ser desprezados da análise da maturidade financeira de povoamentos florestais.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

1 A produção de madeira de florestas de eucalipto cresce no início dos primeiros anos de vida a taxas mais do que proporcional a idade, depois menos do que proporcional e por fim tende a uma estabilização;

2 A idade que maximiza o rendimento sustentado máximo (critério silvicultural) ocorre aos 4,8 anos após o plantio. Este resultado coincide com o produzido pelo critério de maximização da receita total média máxima;

3 Quanto maior a idade do povoamento, tanto mais expressivo se torna o custo do juro na composição do custo total da floresta;

4 A medida que a taxa de juros aumenta, diminui o valor da idade ótima de corte;

5 A inclusão do valor da terra ou o custo de oportunidade pelo uso da terra favorece idades de corte menores, na determinação da maturidade financeira;

6 A taxa de 6% a.a. o preço máximo admissível para se adquirir terras para reflorestamento no Estado de São Paulo seria de 4,5 milhões de cruzeiros por hectare. A taxa de 8% a.a.

este valor seria de 2,5 milhões e a 12% a.a. não poderia ser superior a 605 mil cruzeiros por hectare;

7 De um modo geral, existe a tendência dos modelos que não levam em consideração a taxa de juros, propiciar resultados de maturidade financeira a idades maiores, do que aqueles modelos que incluem o juro sobre o capital invertido;

8 A maior idade de corte obtida foi aos 12 anos, através da aplicação do modelo de maximização da receita total máxima. A menor idade de corte ocorre aos 4,8 anos, segundo o critério da receita total média máxima.

9 Os diferentes critérios aplicados para determinar a maturidade financeira de povoamentos de *Eucalyptus saligna* propiciaram diferentes idades de corte.

## SUMMARY

The main objective of the present study was to describe and to apply, an algebraic and graphical analysis of several financial maturity concepts. Financial maturity models have long been studied and debated among foresters. Economic objectives are fundamental to most forestry enterprises, and the proper timing of harvest or rotation length is essential to achieve maximum returns. The various financial maturity models were classified as zero-interest models, present net worth models and internal rate of returns models. The first approach, zero interest models, included the maximum total revenue, the maximum average annual gross revenue and the maximum average annual net revenue criteria. Present net worth model were composed with the soil expectation value theory, the general present net worth and the simple present net worth methods. Internal rate of return approach included three models - maximum average internal rate of return, general rate of return and Duerr's process. The species used in this research was the *Eucalyptus saligna*, spaced 3 x 2 m and planted in São Paulo State. Physical production data were obtained from a published work of HOFFMANN, R. & BERGER, R. (1973). In their study, a Gompertz function was adjusted to total annual increment data, in order to determine a continuous production function. Stumpage prices of eucalyptus, as well as land prices were collected through private and governmental organizations surveys. Planting and maintenance costs used are those accepted by the Brazilian Institute of Forestry Development for reforestation projects class II. Four interest rate, 6%, 8%, 10% and 12% were applied to discount costs and revenues. The rotation ages determined by the models varies from 4,8 year old up to 12 years. The effect of high interest rates was to reduce rotation age. Inclusion of land prices in the models have the same effect of high interest rates - it means short rotation ages. Those points were clearly showed in this research paper.

ANEXOS

ANEXO A

TABELA A1. CUSTOS BÁSICOS DE PROJETOS DE REFLORESTAMENTO, CLASSE II, IBDF

(ORTN/ha)

Itens	Custos Anuais				Total
	Implantação (1º ano)	1ª Manutenção (2º ano)	2ª Manutenção (3º ano)	3ª Manutenção (4º ano)	
1) Padrão Básico do IBDF (Classe II)	56,00	-	-	-	74,00
2) Padrão Geral de Custos	56,00	9,00	6,00	3,00	74,00
3) Deduções	4,39	0,27	0,17	0,09	4,92
a) Fiset (3%)	1,63	0,27	0,17	0,09	2,16
b) IBDF (3%)	2,07	-	-	-	2,07
c) Pesquisa (1%)	0,69	-	-	-	0,69
4) Valor Liberado	51,61	8,73	5,83	2,91	69,08

TABELA A2. CUSTOS BÁSICOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL

Idade (anos)	Custo de Implantação e Manutenção	
	ORTN/ha	Cr\$ 1000/ha*
1	51,61	- 2.549
2	8,73	- 431
3	5,83	- 288
4	2,91	144
5	2,91	144
6	2,91	144
7	2,91	144
8	2,91	144
9	2,91	144
10	2,91	144
11	2,91	144
12	2,91	144

\*Valor de conversão: ORTN 1=Cr\$ 49.396,88

ANEXO B

TABELA B1. CUSTOS ANUAIS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO FLORESTAL CAPITALIZADOS A DIFERENTES TAXAS

(Cr\$ 1000/ha)

Idade (anos)	Anual Capitalizado							
	Taxa de Desconto 6%		Taxa de Desconto 8%		Taxa de Desconto 10%		Taxa de Desconto 12%	
	Sem incluir custo da terra	Incluindo custo da terra	Sem incluir custo da terra	Incluindo custo da terra	Sem incluir custo da terra	Incluindo custo da terra	Sem incluir custo da terra	Incluindo custo da terra
0	-	3.500	-	3.500	-	3.500	-	3.500
1	2.549	6.259	2.549	6.329	2.549	6.399	2.549	6.469
2	3.133	7.066	3.184	7.266	3.235	7.470	3.286	7.676
3	3.609	7.777	3.727	8.136	3.846	8.505	3.968	8.885
4	3.969	8.388	4.169	8.930	4.375	9.499	4.588	10.096
5	4.352	9.035	4.646	9.789	4.957	10.593	5.823	11.451
6	4.757	9.722	5.162	10.716	5.596	11.797	6.061	12.969
7	5.186	10.449	5.719	11.717	6.300	13.120	6.932	14.670
8	5.641	11.220	6.320	12.799	7.074	14.576	7.908	16.574
9	6.124	12.037	6.970	13.967	7.925	16.178	9.001	18.707
10	6.635	12.903	7.672	15.288	8.862	17.940	10.225	21.096
11	7.177	13.821	8.429	16.590	9.892	19.878	11.596	23.771
12	7.752	14.975	9.248	18.061	11.025	22.010	13.132	26.768

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ALLEN, R.G. Mathematical analysis for economists. London, McMillan, 1938.
- 2 ANDRADE, E.N. O eucalipto. 2.ed. Jundiaí, Cia.Paulista de Estradas de Ferro, 1961. 660 p.
- 3 ASHE, W.W. Yellow poplar in Tennessee. Tennessee State Ecological Survey Bul. 10-C, 1913. 52 p.
- 4 BENTLEY, W.R. & TEEGUARDEN, D.E. Financial maturity: a theoretical review. Forest Science, (11): 76-87, 1965.
- 5 BERGER, R. *et alii*. Preço máximo de terras para reflorestamento - sua importância na viabilização de empreendimentos florestais. IPEF, Piracicaba, (23): 11-20, 1983.
- 6 BERGER, R. & GARLIPP, R.C.D. Custo preço: uma alternativa financeira na avaliação da produção florestal. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, (141): 1-8, 1982.
- 7 BRASIL. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Bol.Serv.Nac. Pesq. Agronômicas, (12): 1-634, 1960.
- 8 BOULDING, K.E. Economic analysis. New York, Harper and Brothers, 1955. 905 p.
- 9 CIANFLONE, C. Tendências de consumo da madeira bruta no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO PAULISTA DE SILVICULTURA, 1., Campinas, 1973. Anais. Campinas, CATI, 1973. p. 109-15.
- 10 DUERR, W.A. Fundamentos da economia florestal. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 751 p.

- 11 DUERR, W.A.; FEDKIW, J. & GUTTENBERG, S. Financial maturity: a guide to profitable timber growing. Tech. Bull. USDA, n. 1146, 1956.
- 12 FEDKIW, J. Capital budgeting for acquisition and development of timberlands. In: FINANCIAL management of large forest ownerships. New Haven, 1960. p. 1-45 (Yale Forestry Bulletin, 66).
- 13 \_\_\_\_\_. & YOHO, J.G. Financial maturity - What's it good for? Journal of Forestry, 54(9): 587-90, 1956.
- 14 FERREIRA, R.J.F. O planejamento da Política Florestal e a Coordenadoria de Planejamento do IBDF. Brasil florestal, 8(32): 44-58, 1977.
- 15 GAFFNEY, M.M. Concepts of financial maturity of timber and other assets. Raleigh, North Carolina State College, 1960. 105 p. (A.E. Information series, n. 62).
- 16 GODOI, H. & ORTOLANI, A.A. Carta climática do Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomo, s.d.
- 17 GREGORY, G.R. Forest resource economics. New York, Ronald Press, 1972. 548 p.
- 18 HEIBERG, S.O. Cutting based on economic increment. Journal of Forestry(40): 645-51, 1942.
- 19 HEIBERG, S.O. & HADDOCK, P.G. A method and a forecast of yield in Douglas-fir. Journal of Forestry, 53(1): 10-8, 1955.
- 20 HERFINDAHL, O.C. & KNEESE, A.V. Economic theory of natural resources. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1974.
- 21 HOFFMANN, R. & BERGER, R. Determinação da idade ótima de corte de povoamentos de *Eucalyptus*. IPEF, Piracicaba, (7): 46-69, 1973.
- 22 \_\_\_\_\_. & THAME, A.C. de M. Determinação da idade ótima para primeiro desbaste em povoamento de *Pinus caribaea*. Agro-Economico, Brasília, 2(2); 1970.

- 23 HUSCH, B. Some financial aspects of managing black cherry in northwestern Pennsylvania. Journal of Forestry (52): 832-37, 1954.
- 24 INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. O setor florestal brasileiro 79/85. Brasília, 1985. 65 p.
- 25 IRVING, F. The theory of interest. New York, McMillan, 1930.
- 26 JOHNSTON, D.R. *et alii*. Planeamento florestal. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1977.
- 27 LEVY, I. An economic alternative to current public forest policy. San Francisco, Cal., The Federal Reserve Bank of San Francisco, 1978. 22 p.
- 28 LIMEIRA, A. Na exportação papel supera a celulose. Gazeta Mercantil, 30 de abril de 1985.
- 29 LINNARD, M.A. Martin Faustmann and the evolution of discounted cash flow. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1968. (Institute paper, n. 42).
- 30 LUNDGREN, A.L. Estimating investment returns from growing Red Pine. U.S.For. Serv. Reserarch Paper NC-2, 1966.
- 31 LUTZ, F. & LUTZ, V.C. The theory of investment of the firm. Princeton, Princeton University Press, 1951.
- 32 PETRINI, S. Elements of forest economics. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1953.
- 33 PRADO, A.C. Contribuição do setor florestal ao comércio exterior do Brasil 1959 a 1974. Brasília, IBDF/COPLAN, 1977. 85 f. (Série técnica, n. 5).
- 34 SAMUELSON, P. Economics of forestry in an evolving society. Economic Inquiry, 466-92, Dec. 1976.
- 35 STEVENS, W.L. Asymptotic regression. Biometrics, 7: 247-267, 1951.
- 36 WORREL, A.C. Financial maturity: a questionable concept in forest management. Journal of Forestry, 711-714, 1953.