

## ESTUDO ECONÔMICO DO TEMPO ÓTIMO DE CORTE DE EUCA利PTO NAS CONDIÇÕES DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS\*

Sonia Coelho de Alvarenga\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

Nesta fase de desenvolvimento, o reflorestamento constitui fator de grande interesse para o Brasil.

Diante da demanda crescente de produtos florestais, notadamente pela expansão da indústria siderúrgica, sofre o país um desmatamento calculado em 300 milhões de árvores por ano (18).

As florestas são úteis e imprescindíveis ao homem, não só pelo seu aspecto econômico, mas também pelos benefícios indiretos que proporcionam através da intervenção no equilíbrio edafo-climático e biológico das áreas onde se localizam.

As florestas tornam-se cada vez mais necessárias, não só em virtude da crescente demanda de seus produtos, como também em razão do crescimento de seus valores indiretos representados pela importância das florestas como agente de equilíbrio da natureza.

De acordo com ALVARENGA (1), «entre nós há a primazia dos valores diretos sobre os indiretos, desde que os primeiros representam interesses econômicos concretos, realizáveis a curto prazo, ao passo que os indiretos constituem interesses sociais, não quantificáveis, a serem usufruídos por prazo indeterminado».

As estatísticas indicam ter o Brasil, ainda, 41% de seu território coberto por matas nativas; porém a floresta amazônica corresponde a 366,5%, e a cobertura residual nativa do resto de território corresponde a 4,8% das matas remanescentes (18).

Com o progressivo aumento da demanda de produtos madeireiros para vários fins e com a expansão das indústrias, surge a preocupação quanto ao futuro fornecimento de matéria-prima florestal. As florestas naturais, continuamente degradadas, tendem a desaparecer, ficando as reservas naturais restritas à floresta amazônica. O fornecimento futuro de matéria-prima terá de ser substituído por florestas plantadas.

A floresta natural é um recurso estático, por ser definido em estrutura e dimensão, enquanto que a floresta plantada tem caráter dinâmico. As estatísticas indicam uma área plantada de, aproximadamente, um milhão de hectares, porém isto representa somente uma pequena parcela da procura projetada (11).

Em vista de tal perspectiva, e considerando que a produtividade dos recursos empregados em produção de florestas é geralmente menor que a dos recursos empregados em outras atividades agrícolas alternativas, o governo passou a investir em reflorestamento por meio das leis de incentivos fiscais.

\* Recebido para publicação em 3-02-1976.

\*\* Professora Adjunta da Universidade Federal de Viçosa.

A partir de 1967, o investimento em reflorestamento aumentou cerca de 500% (Quadro 1).

A obediência aos preceitos da silvicultura moderna é um imperativo para atender, pela produção crescente, à necessidade de matéria-prima madeireira. Aumentos de áreas reflorestadas, de melhor qualidade e maior homogeneidade do produto, bem como aperfeiçoamento da técnica para se conseguir maior produtividade, são necessidades prementes para que haja maior rentabilidade dos empreendimentos florestais.

Segundo SIMÓES (22), «a orientação é dada no sentido de formar e manejear povoados florestais puros, regulares, densos e produtivos. Devem ser constituídos de espécies selecionadas para a utilização proposta, que sejam bem adaptadas ao ambiente onde estejam sendo cultivadas, além de serem apropriadas a rotações curtas. Visando atender a tais características, predominam os reflorestamentos com espécies exóticas pertencentes aos gêneros *Eucaliptus* e *Pinus*, e, em menor escala, a única conífera brasileira de valor comercial, o Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*)».

Como planta exótica, o eucalipto encontrou no Brasil sua segunda pátria, como se pode notar pela grande difusão e excelente comportamento.

A alteração sofrida na indústria mundial de celulose e papel nos últimos 20 anos, com o uso progressivo de madeira de fibra curta, ou seja, folhosa, deu ênfase ao plantio do eucalipto; com ele, no Brasil, se fabrica excelente celulose, da qual se destina à exportação.

Segundo GOLFARI (9), neste campo, as possibilidades potenciais que tem o Brasil para novos reflorestamentos com eucaliptos são excelentes. Entre as condições favoráveis, destaca-se a enorme superfície disponível e de aptidão somente florestal; o baixo custo dos terrenos, comparado com outros países e o elevado índice de produção que se espera atingir nos próximos anos.

### 1.1. O Processo de Produção Lenhosa e a Teoria do Investimento

Segundo ALVES (2), «é problema fundamental e, sem dúvida, o mais característico do planejamento das unidades de produção florestal aquele que envolve a decisão sobre o momento de corte das árvores dos povoados florestais».

Embora a teoria econômica tenha se desenvolvido muito nos últimos tempos, a adoção de modernos processos de análise econômica na solução dos problemas florestais tem se dirigido mais no sentido de fórmulas, sem um tratamento econômico específico.

O período de produção florestal é maior do que em qualquer outro processo produtivo, sendo essa dimensão temporal sua característica mais típica (13, 20). A presença do tempo de espera é inerente a qualquer processo produtivo e, em geral, considera-se, em termos analíticos, a incorporação instantânea dos fatores. No caso, porém, de florestas, isto não é possível e a análise dinâmica é aceitável.

O tempo participa do processo produtivo. O equilíbrio da empresa no tempo, nas suas relações íntimas com a teoria do capital, é ainda um problema aberto. Como tal, o processo de produção lenhosa é considerado uma atividade de investimento.

O investimento florestal pode ser concebido com base na sua estrutura típica de receitas e despesas segundo diversos modelos.

De acordo com os fins que se objetivam para os povoados, isto é, o tipo de exploração — no presente caso aquele constituído por matas que se destinam a objetivos empresariais econômicos privados — há necessidade de adoção de um critério financeiro definido.

Considerando esse tipo de exploração, o critério se refere à definição de um período de produção, ou equivalente à duração do investimento.

Entre os diversos critérios de maximização, pressupondo que o objetivo do empresário é a maximização do valor atual de todos os lucros futuros, destaca-se o critério do Valor Presente (VP), como o denomina HIRSCHLEIFER (14), ou Valor de Capital do investimento (VCI), segundo ALVES (2).

Considerando um investimento real, a grande maioria dos autores nessa área se inclina favoravelmente a esse critério, entre eles, MASSE (17) e LUTZ (16).

No caso da exploração florestal, com a noção de duração ótima dum investimento de tipo uniparamétrico, com t. período de produção como parâmetro, podem-se considerar 2 casos: a) uma revolução isolada ou b) uma cadeia de in-

QUADRO 1 - Quadro demonstrativo dos projetos de reflorestamento aprovado com os benefícios da Lei nº 5.106 de 2/66 e do Decreto-lei nº 1.124 de 16/11/70 por ano de implantação.

	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Total
Nº de árvores plantadas (milhares)							
84.737,58	386.749,32	247.473,64	503.139,85	597.903,62	639.091,92	2.459.059,94	
Área em hectares							
38.388,15	165.051,20	107.076,89	225.932,58	267.392,38	292.875,15	1.196.716,35	
Investimentos Cr\$ 1.000							
30.090,89	157.277,08	177.630,29	365.678,30	496.574,37	693.895,34	1.861.146,28	

Fonte: IBDF in (11).

vestimentos, que é o caso do eucalipto.

Define-se uma cadeia de investimentos, segundo ALVES (2), como uma sucessão de investimentos de ordem q, finita ou infinita, em cada elo, constituindo um investimento parcial ou básico, se encontra relacionado, no tempo, com o anterior.

Cada investimento parcial é considerado um processo de produção independente e pode ou não ter uma estrutura temporal das receitas e despesas, idênticas entre si.

Supondo somente 2 períodos de rotação,  $a$  e  $b$ , o valor presente líquido é dado por

$$VPL_{(a,b)} = q_0 + q_{t(a)} e^{-rt(a)} + q_{t(b)} e^{-rt(b)} e^{-rt(a)}$$

onde  $q_t$  é a renda líquida de despesas de corte (sem ser necessário um novo investimento após o primeiro corte) e considerando que  $q_{t(a)}$  e  $q_{t(b)}$  podem ser diferentes.

Para maximizar o valor presente da cadeia de investimento, as condições são:

$$\frac{\partial VPL}{\partial t(a)} = 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial VPL}{\partial t(b)} = 0$$

Derivando  $VPL_{a,b}$  com relação a cada  $t$  e simplificando as expressões, chega-se a

$$\begin{aligned} \stackrel{o}{q}_{t(a)} &= r \quad \left[ q_{t(a)} + q_{t(b)} e^{-rt(b)} \right] \\ \stackrel{o}{q}_{t(b)} &= rq_{t(b)} \end{aligned}$$

que dá o tempo ótimo de corte de cada período, quando se consideram os períodos em conjunto ( $\stackrel{o}{q}_t$  é a derivada de  $q_t$  em relação a tempo).

O tempo ótimo de corte da primeira rotação se verifica quando o acréscimo no valor dessa produção é igual ao que se deixa de ganhar por não aplicar a renda proveniente dessa rotação ( $rq_{t(a)}$ ), mas o atraso do recebimento do valor da próxima rotação ( $rq_{t(b)}$ ) e  $-rt(b)$ ).

O ponto de equilíbrio é, pois, aquele em que o ganho marginal de prolongar o investimento  $a$  é igual à perda de atrasar o investimento  $b$ .

Como o investimento  $b$ , em termos de futuro, pode ser considerado isolado, o momento de corte é retardado até que o ganho marginal se iguale à renda marginal alternativa (4, 5, 7, 8).

É de se notar que, nesta formulação, a escala do investimento inicial não é considerada, ou seja, o volume total do empreendimento não entra em estudo.

O fator importante a considerar dentro desse modelo é a taxa de juros a utilizar.

O empresário, ao fazer seu planejamento, é influenciado por fatores subjetivos, e são as oportunidades efetivas do uso alternativo do capital que determinam para ele as taxas de juros a serem utilizadas em seus cálculos.

Essa taxa de juro subjetiva, na qual baseia suas decisões e assume os riscos, pode ou não ser diferente da taxa de juros no mercado de capitais.

A origem dos fundos para investimentos determina, em parte, a posição do investidor.

Segundo SCHNEIDER (21), no investimento feito apenas com capital alheio, a taxa de juros subjetiva terá de ser mais elevada do que a taxa de juros do empréstimo; o montante do lucro esperado e o risco que caracteriza o investimento determinarão quão maior será a taxa de capitalização subjetiva que a taxa de juros do empréstimo.

Tanto a taxa de juros de empréstimo quanto a subjetiva devem ser taxas

reais e não monetárias, isto é, sem inflação.

### 1.2. A Teoria da Renda da Terra

De acordo com HOFFMANN *et alii* (15), «o objetivo da empresa florestal é, e sempre deve ser, o eixo de formação da empresa. O objetivo vai influir em todas as considerações económicas e medidas técnicas, como a seleção das essências florestais, a rotação ou o método de desbaste».

A cada objetivo considerado corresponde uma «escola» de pensamento. Uma dessas «escolas» é a da teoria da renda da terra, que se acha ligada ao nome FAUSTMANN (1849), e cuja origem remonta à reação contra os princípios que determinavam para a exploração florestal, um objetivo de máxima produção lenhosa, como diz ALVES (2).

A teoria da renda da terra baseia-se na identidade do investidor com o proprietário da terra, o qual procura obter a mais alta remuneração do fator fundamental terra.

É um método que se aplica a escolha do momento ótimo de corte e não é adequado a objetivos de avaliação.

Tanto a fórmula de FAUSTMANN (10) quanto outras formulações alternativas procuram maximizar a renda líquida do empreendimento florestal, utilizando o critério do valor presente.

### 1.3. O Eucalipto em Minas Gerais — Um Estudo Empírico

A atividade florestal, em Minas Gerais, estava sendo sujeita a rápidos e irrationais desmatamentos, em virtude, principalmente, do grande consumo de carvão vegetal pelas indústrias siderúrgicas em desenvolvimento e à agricultura tradicional nômade, juntamente com a implantação de pecuária extensiva.

Em consequência do rápido desmatamento (Figura 1), é evidente que a cobertura primitiva, só, não suporta tal atividade, como também o código florestal preceitua a manutenção de 20% da área em cobertura florestal e, em razão disto, muitas áreas não podem mais ser desmatadas.

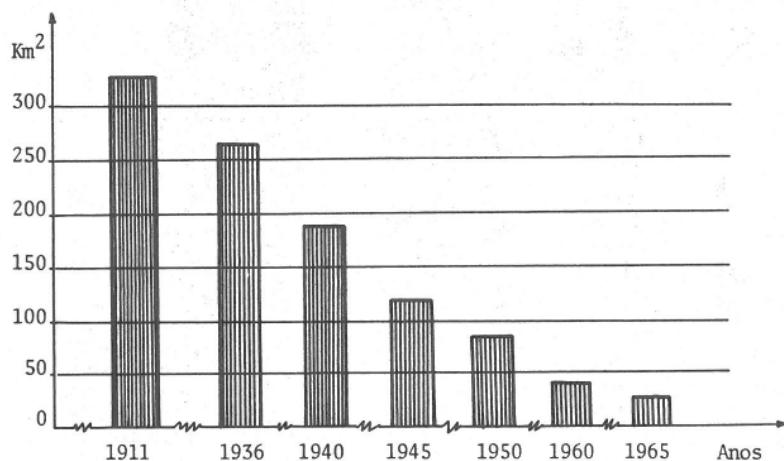


FIGURA 1 - Decréscimo da Área Florestal Primária em Minas Gerais (em km<sup>2</sup>).

FONTE: Boletim Florestal, in (18).

A necessidade de reflorestamento é calculada em 2 bilhões de árvores por ano (18), exigindo um trabalho maciço dos órgãos governamentais na implantação de uma política racional, cuja meta é o plantio anual de 100 milhões de mudas e o manejo e vedamento de áreas, em especial os cerrados, para a regeneração natural.

Movidos pela visão de um bom mercado para os produtos florestais e estimulados por incentivos fiscais, os fazendeiros mineiros estão, dia a dia, e em maior número, aderindo ao reflorestamento, utilizando principalmente aquelas terras mais ingremes que, de modo geral, não eram usadas para outras atividades.

As campanhas de reflorestamento têm procurado incentivar o empresário rural, mostrando que, entre outros benefícios, o eucalipto dá lucro.

As recomendações de idade ótima de corte são feitas em termos técnicos, sem alicerce econômico adequado e sem considerar ser esta, essencialmente, uma atividade de investimento e, portanto, dinâmica.

Procurar-se-á, no presente estudo, determinar o tempo ótimo de corte de eucalipto de plantio e de primeira brotação, como matéria-prima para papel.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Os Dados

A Zona da Mata de Minas Gerais é uma área em cujo desenvolvimento o governo mineiro tem-se empenhado sobremaneira e, decidiu-se escolhê-la para base no presente estudo, graças às características de solo e clima, adequadas à atividade florestal.

OLIVEIRA (19), em estudo de exploração florestal em combinação com outras atividades, determinou os coeficientes técnicos da exploração para a Zona da Mata, tanto para tecnologia encontrada quanto para a recomendada. Os cálculos de custo basearam-se nestes coeficientes, porém somente nos de tecnologia encontrada e considerando que o eucalipto é destinado a papel.

Os dados de rendimento do eucalipto, por área e por idade, não estavam disponíveis para a zona de estudo. Utilizaram-se, então, os dados determinados por HEINSDIJK *et alii* (12), em levantamento feito em nove estados brasileiros, entre eles, Minas Gerais.

Sendo grande a variação encontrada em altura e diâmetro das árvores, foi feito um índice de qualidade com seis classes diferentes baseadas nas alturas médias encontradas. Por não ser possível determinar, *a priori*, qual classe seria a mais comum na Zona da Mata, foram utilizadas três classes: 1, 3 e 5, de modo a oferecer mais confiança para representar a zona em estudo (Quadro 2). Decidiu-se utilizar 2.000 árvores por hectare num espaçamento de 2 x 2,5. Os desbastes não foram considerados por falta de dados.

O rendimento do eucalipto estará positivamente correlacionado ao tipo e fertilidade do solo utilizado. Em relação à Zona da Mata, a maior parte do plantio é feita em terreno muito amorrado e pobre, e não é de esperar que a produtividade seja grande. CÂNDIDO (6), em estudo realizado em Viçosa, em solo pobre e seco e, segundo o autor, semelhante aos locais de plantio de essências florestais comumente utilizados pelos fazendeiros da região, encontrou para um corte de sete anos, para lenha, uma produção média de somente 127 estéreos por hectare.

A atividade florestal considerada é a destinada à produção de matéria-prima para papel, e a espécie do eucalipto é um fator importante em razão de certas exigências técnicas. Este fator pode, entretanto, ser desprezado, baseando-se em HEINSDIJK *et alii* (12), que encontraram que todas as espécies, em seu estudo, tinham praticamente a mesma forma quando em plantações maciças e passaram a considerá-las com um todo sem distinção de espécies, isto é, na média, não há diferença significativa no rendimento das diferentes espécies.

Para os cálculos de custo foram considerados 4 taxas de juros - 0,08, 0,10, 0,12 e 0,15% - baseados na taxas cobradas pelo Banco do Brasil para empréstimos específicos para reflorestamento. Atualmente, este Banco cobra 0,10 para empréstimos até 50 salários mínimos e 0,15 quando o empréstimo é maior. Contudo, como a política governamental está procurando proteger o homem do campo, deverá o citado Banco reduzir suas taxas anuais.

Para se calcular o valor presente, considerou-se uma taxa de juro alternativa, isto é, uma taxa de juros que o empresário poderia ganhar no mercado ao aplicar seu capital. Como o homem do campo não se inclina a especular no mercado de títulos, preferindo algo mais seguro, decidiu-se utilizar a taxa média paga pela Caderneta de Poupança da Caixa Económica Federal que estava, na data do presente estudo, em 0,1644% anuais.

Para calcular o valor presente, as rendas foram descontadas a uma taxa contínua para simplicidade de cálculo, enquanto os custos foram capitalizados a uma taxa anual. Isto pode ser feito sem prejuízo, baseando-se em HIRSCHLEIFER (14), que diz que, para taxas de juros relativamente baixas,  $(1 + r)$  é aproximadamente igual a  $e^r$ .

Preços e juros foram considerados constantes no período do estudo. O preço de m<sup>3</sup> de eucalipto foi considerado líquido das despesas do corte da madeira. Não se consideraram custos de transporte.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O interesse do empresário rural deve ser o de maximizar o valor presente líquido de sua corrente de rendas e, para tal, é necessário conhecer a estrutura de custos e rendas através do tempo.

Com o tempo, os custos vão-se acumulando, ano a ano, pela capitalização do custo do ano anterior mais o custo em que incorre no ano em curso (Quadro 3).

A renda líquida, para cada rotação, vai variar com o nível de produtividade e com a taxa de juros de empréstimo, considerada no cálculo do custo, que é idêntico para os três níveis de produtividade (Quadro 4 e 5).

Como não há dados de produção anteriores a 4 anos, ela foi considerada como zero nos três primeiros anos de vida e a renda líquida é, assim, negativa.

Para determinar com mais precisão, o tempo ótimo de corte, ajustaram-se 24 equações quadráticas, uma para cada combinação de rotação, nível de produtividade e taxa de juros de empréstimo.

Utilizando-se essas equações 2 a 2 - plantio original ( $t_a$ ) e primeira brotação ( $t_b$ ) - e aplicando as fórmulas anteriormente derivadas:

$$\frac{q_{t(b)}}{t(b)} = rq_{t(b)}$$

$$\frac{q_{t(a)}}{t(a)} = rq_{t(a)} + q_{t(b)} e^{-rt(b)}$$

onde  $r = 0,1644$ , a taxa de juros alternativa considerada, determinaram-se os tempos ótimos de corte (Quadro 6).

Os resultados variam bastante entre níveis de produtividade, para o mesmo i. De modo geral, aumenta o tempo de corte no plantio original quando diminui o nível de produtividade e, na primeira brotação, ocorre o contrário, isto é, diminui o tempo de corte. Isto implica que, quanto menor a produtividade, mais se deve esperar antes do primeiro corte e mais rápido se deve cortar a segunda vez para se investir em uma atividade alternativa ou recomeçar novo ciclo.

Variando o  $i$  e considerando o mesmo nível de produtividade, verifica-se que quanto maior for a taxa de juros de empréstimo, menor será o tempo de corte para ambas as rotações. Este resultado ocorre em todos os níveis de produtividade e obedece à lógica, pois, maiores os juros a pagar, menor o prazo ótimo do investimento.

A determinação do tempo ótimo de corte não diz tudo; é necessário, além disso, calcular o valor presente líquido do empreendimento, cortando-se as árvores no tempo programado, para saber se o investimento é ou não rentável, em termos de investimento (Quadro 7).

Nas condições consideradas neste estudo, somente o eucalipto de maior produtividade apresentou uma rentabilidade relativa. Os demais níveis apresentaram

QUADRO 2 - Rendimento de eucalipto em m<sup>3</sup> por hectare - 2.000 plantas por hectare

Idade (anos)	Plantio original			Primeira brotação		
	Nível 1	Nível 3	Nível 5	Nível 1	Nível 3	Nível 5
4	150	68	23	212	96	35
5	261	118	40	314	141	52
6	379	170	58	408	184	67
7	493	222	75	491	221	81
8	602	270	92	565	254	93
9	702	316	107	630	284	103
10	-	-	-	687	309	113
12	-	-	-	782	352	129
15	-	-	-	891	401	147

resultados muito baixos sendo que, no nível de produtividade mais baixo, o valor presente líquido é negativo.

Embora possam ser levantadas questões relevantes quanto à validade dos dados, principalmente no que se refere à ausência de dados de desbaste que poderiam aumentar a renda e às taxas de juros que podem ser excessivas, se consideradas como reais, há de se convir que não é possível afirmar ser o eucalipto um empreendimento altamente rentável sem levar em consideração seu caráter de investimento.

A presente análise foi feita considerando haver disponibilidade de crédito para este fim específico e considerando que este capital não poderia ser desviado para outra atividade.

Se tal não acontece, as implicações econômicas são diferentes e os resultados, provavelmente, são outros.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Embora louvável a ênfase dada ao reflorestamento, pelos muitos benefícios diretos e indiretos que as florestas trazem, não é possível recomendar esta atividade sem considerar as condições de produtividade e as taxas de juros pertinentes.

Quando considerada a nível social, os benefícios indiretos desta atividade devem ser computados como parte do retorno, embora seja uma tarefa difícil.

O empresário individual, contudo, não computa esses benefícios e se baseia somente nos benefícios econômicos diretos e, portanto, tem outra noção de renda.

Estudos realizados na Zona da Mata têm mostrado ser o reflorestamento uma atividade viável para aproveitamento, principalmente daquelas áreas ingremes que não prestam para outra cultura.

Desta forma, encontram níveis de rentabilidade bastante atraentes e mesmo superiores a outras atividades mais generalizadas.

O presente estudo mostrou, entretanto, quando se aplicou um estudo de teoria de capital, não ser a atividade, em termos gerais, suficientemente rentável, de modo a atrair o agricultor, visto que somente o eucalipto de maior produtividade apresentou uma rentabilidade relativa.

Não é possível, portanto, afirmar ser o eucalipto um empreendimento altamente rentável sem levar em consideração seu caráter de investimento.

QUADRO 3 - Custos de manutenção de 1 ha de eucalipto a diferentes taxas de juros de empréstimo  
- plantio original e primeira brotação (2.000 pés/ha)

	Plantio original			Primeira brotação				
	i=0.08	i=0.10	i=0.12	i=0.15	i=0.08	i=0.10	i=0.12	i=0.15
1	-	-	-	-	139,50	139,50	139,50	139,50
2	167,00	167,00	167,00	167,00	255,16	257,95	260,74	264,92
3	284,86	288,20	291,54	296,55	380,07	388,24	396,53	409,16
4	412,15	421,52	431,02	445,53	514,98	531,56	548,61	575,03
5	549,62	568,17	587,24	616,86	660,68	689,22	718,94	765,78
6	698,09	729,49	762,21	813,89	818,03	862,64	909,71	985,15
7	858,44	906,94	958,18	1.040,47	987,97	1.053,40	1.053,40	1.237,42
8	1.031,61	1.102,13	1.177,66	1.301,04	1.171,51	1.263,24	1.362,69	1.527,53
9	1.218,64	1.316,84	1.423,48	1.600,70	1.369,73	1.494,06	1.630,71	1.861,16
10	-	-	-	-	1.583,81	1.747,97	1.930,90	2.244,83
12	-	-	-	-	2.064,71	2.334,50	2.643,66	3.193,46
15	-	-	-	-	2.940,19	3.453,12	4.066,78	5.219,73

\*  $(CM_j = CA_j + CM_{j-1} (1+i) \quad J = 1 \dots \text{sendo } CM = \text{custo manutenção e } CA = \text{custo anual})$ .

QUADRO 4 - Renda líquida de um ha de eucalipto, para diferentes taxas de juros de empréstimo e diferentes níveis de produtividade-plantio original (2.000 pés/ha).

(Anos)	i = 0,08						i = 0,10						i = 0,12						i = 0,15					
	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	nível 1	nível 3	nível 5	
2	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00	-167,00		
3	-284,86	-284,86	-284,86	-288,20	-288,20	-288,20	-288,20	-288,20	-291,54	-291,54	-291,54	-291,54	-291,54	-291,54	-291,54	-291,54	-296,55	-296,55	-296,55	-296,55	-296,55	-296,55	-296,55	
4	1.987,85	675,85	-44,15	1.978,48	666,48	-53,52	1.968,98	656,98	656,98	656,98	656,98	656,98	656,98	656,98	656,98	656,98	-63,02	1.954,47	1.954,47	1.954,47	1.954,47	1.954,47	1.954,47	1.954,47
5	3.626,38	1.338,38	90,38	3.607,83	3.119,83	71,83	3.300,76	3.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	1.300,76	52,76	3.559,14	3.559,14	3.559,14	3.559,14	3.559,14	3.559,14	3.559,14
6	5.365,91	2.021,91	229,91	5.354,51	1.990,51	198,51	5.301,79	5.301,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	1.957,79	165,79	5.250,11	5.250,11	5.250,11	5.250,11	5.250,11	5.250,11	5.250,11
7	7.029,56	2.693,56	341,56	6.981,06	2.645,06	293,06	6.929,82	6.929,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	2.593,82	241,82	6.847,53	6.847,53	6.847,53	6.847,53	6.847,53	6.847,53	6.847,53
8	8.600,39	3.288,39	440,39	8.529,87	3.217,87	369,87	8.454,34	8.454,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	3.142,34	294,34	8.330,96	8.330,96	8.330,96	8.330,96	8.330,96	8.330,96	8.330,96
9	10.013,36	3.837,36	493,36	9.915,16	3.739,16	395,16	9.808,52	9.808,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	3.632,52	288,52	9.63,30	9.63,30	9.63,30	9.63,30	9.63,30	9.63,30	9.63,30

$R_{LJ} = (\text{Rendimento} \times \text{preços}/m^2) J^{-} (\text{custo manutenção})_j \cdot (J = \dots t)$ .

QUADRO 5 - Renda líquida de um hectare de eucalipto, para diferentes taxas de juros de empréstimos e diferentes níveis de produtividade - primeira brotação (2.000 pes/ha)

Idade	i = 0,08					i = 0,10					i = 0,12					i = 0,15				
	nível			nível		nível			nível		nível			nível		nível			nível	
	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3
2	-255,16	-255,16	-255,16	-257,95	-257,95	-257,95	-257,95	-260,74	-260,74	-260,74	-260,74	-260,74	-264,92	-264,92	-264,92	-264,92	-264,92	-264,92	-264,92	
3	-380,07	-380,07	-380,07	-388,24	-388,24	-388,24	-388,24	-396,53	-396,53	-396,53	-396,53	-396,53	-409,16	-409,16	-409,16	-409,16	-409,16	-409,16	-409,16	
4	2.877,02	1.021,02	45,02	2.860,44	1.004,44	44	28,44	2.843,39	987,39	11,39	2.816,97	960,97	-15,03	-15,03	-15,03	-15,03	-15,03	-15,03	-15,03	
5	4.363,32	1.595,32	171,32	4.334,32	1.566,78	78	142,78	4.305,06	1.537,06	113,06	4.258,22	1.490,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	
6	5.709,97	2.125,97	253,97	5.665,36	2.081,36	36	209,36	5.618,29	2.034,29	162,29	5.542,85	1.958,85	86,85	86,85	86,85	86,85	86,85	86,85	86,85	
7	6.868,03	2.548,03	308,03	6.802,60	2.482,60	60	242,60	6.732,62	2.412,62	172,62	6.618,58	2.298,58	58,58	58,58	58,58	58,58	58,58	58,58	58,58	
8	7.868,49	2.892,49	316,49	7.776,76	2.800,76	76	224,76	7.677,31	2.701,31	125,31	7.512,47	2.536,47	-39,53	-39,53	-39,53	-39,53	-39,53	-39,53	-39,53	
9	8.710,27	3.174,27	278,27	8.585,94	3.049,84	84	153,94	8.449,29	2.913,29	17,29	8.218,84	2.682,84	-213,16	-213,16	-213,16	-213,16	-213,16	-213,16	-213,16	
10	9.408,19	3.360,19	224,19	9.244,05	3.196,05	05	60,03	9.061,10	3.013,10	122,90	8.747,17	2.699,17	-436,83	-436,83	-436,83	-436,83	-436,83	-436,83	-436,83	
12	10.447,29	3.567,29	-0,71	10.177,50	3.297,50	50	-270,50	9.868,34	2.988,34	-579,66	9.318,54	2.438,54	-1.129,46	-1.129,46	-1.129,46	-1.129,46	-1.129,46	-1.129,46	-1.129,46	
15	11.315,81	3.475,81	-588,19	10.802,88	2.962,88	88	1.101,12	10.189,22	2.349,22	-1.714,78	9.036,27	1.196,27	-2.867,73	-2.867,73	-2.867,73	-2.867,73	-2.867,73	-2.867,73	-2.867,73	

$$RL_j = (\text{Rendimento} \times \text{preço/m}^3) - (\text{Custo manutenção})_j \quad (j = 1 \dots t)$$

QUADRO 6 - Tempo econômico de corte de eucalipto para diferentes taxas de juros e níveis de produtividade (2.000 pés/ha)

Taxa de empréstimo	Nível de produtividade	Rotação	Tempo de corte (anos)	Renda líquida no corte(Cr\$)
$i = 0.08$	1	plantio	7,94	8.387,98
		1ª brotação	7,14	6.896,80
	3	plantio	8,17	3.366,56
		1ª brotação	7,07	2.521,97
$i = 0.10$	5	plantio	9,82	633,50
		1ª brotação	6,80	279,11
	1	plantio	7,90	8.251,39
		1ª brotação	7,09	6.775,60
$i = 0.12$	3	plantio	8,07	3.227,33
		1ª brotação	6,95	2.414,78
	5	plantio	8,98	434,70
		1ª brotação	6,47	215,40
$i = 0.15$	1	plantio	7,85	8.097,54
		1ª brotação	7,03	6.644,04
	3	plantio	7,95	3.075,78
		1ª brotação	6,82	2.303,33
$i = 0.15$	5	plantio	8,38	296,46
		1ª brotação	6,14	162,33
	1	plantio	7,76	7.841,32
		1ª brotação	6,91	6.429,02
$i = 0.15$	3	plantio	7,74	2.827,66
		1ª brotação	6,58	2.140,02
$i = 0.15$	5	plantio	7,35	132,72
		1ª brotação	5,70	108,26

**QUADRO 7 - Valor presente líquido do empreendimento florestal considerando 2 cortes**

Taxa de juros de empréstimo	Níveis de produtividade		
	1	3	5
i = 0,08	2.230,64	461,70	-485,91
i = 0,10	2.212,11	431,10	-511,03
i = 0,12	2.175,72	405,89	-537,51
i = 0,15	2.131,40	371,44	-574,68

Reconhece-se a limitação do presente estudo, tanto pela ausência de dados quanto pelas limitações analíticas, porém ele tem o mérito de alertar os planejadores para o problema.

Considerando a grande importância dada ao reflorestamento para Minas Gerais, e também para o Brasil como um todo, é necessário que se apliquem recursos na melhoria dos rendimentos das plantações de eucalipto, através de variedades selecionadas, práticas mais avançadas e de custo mais baixo, enfim, todos os recursos da técnica, para que esta atividade seja compensadora para o empresário como indivíduo e como agente dinamizador do reflorestamento.

## 5. SUMMARY

Reforestation is a topic of great interest for Brazilian development. In the Zona da Mata de Minas Gerais, several studies have shown that reforestation constitutes an adequate use of sloped areas of land which are not fit for other activities.

An important characteristic of forest production is the long period of time required. This implies that a decision has to be made as to when to cut the trees in order to maximize profits from the activity.

Therefore, this study was addressed to determining the best time for first and second cuttings of eucalyptus in the Zona da Mata. The analysis was based on the theory of capital. Several possible interest rates were considered, and it was assumed that the eucalyptus was destined to paper production.

The general conclusion, within the framework of the study, was that reforestation with eucalyptus is not profitable, except when one uses high-productivity trees.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALVARENGA, R.M. Problemas de conservação da natureza no Brasil. Conceituação e legislação. *Correio Agropecuário*. São Paulo, 2<sup>a</sup> quinz. de agosto 1973. 17 p.
2. ALVES, A.A.M. *Planejamento da empresa florestal - teoria da explorabilidade*. 2. ed. Lisboa, Soc. Astória Ltda, 1966. 179 p.
3. ANDRADE, E.N. *O eucalipto*. São Paulo, FAO, 1961. 667 p.
4. BOULDING, K.E. *Análise económica*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1967. 440 p.

5. BURT, O.R. Optimal replacement under risk. *Journal of Farm Economics* 47 (2): 324-346, 1965.
6. CÂNDIDO, J.F. Comparação de espécies de eucalipto para produção de lenha, em Viçosa, MG. *Rev. Ceres* 18 (95): 53-59, 1971.
7. CHISHOLM, A.H. Criteria for determining the optimum replacement pattern. *Journal of Farm Economics* 48 (1): 107/12, 1966.
8. FARIS, J.E. Analytical techniques used in determining the optimum replacement pattern. *Journal of Farm Economics* 42 (4): 755-766, 1960.
9. GOLFARI, L. Situação da silvicultura no Brasil. *Brasil Florestal*, 1 (1): 13/8, 1970.
10. GRAINGER, M.B. Problems affecting the use of Faustmann's formulas as evaluation tool. *Journal of Forestry* 13 (2): 168-183, 1968.
11. HENRICH, M.A. Importância econômica do reflorestamento. *Correio Agropecuário*. São Paulo, 2ª quinz. de agosto, 1973. p. 27-28.
12. HEINSDIJK, D., SOARES, R.O., ANDEL, S. & ASCOLY, R.B. *Plantações de eucaliptos no Brasil*. Rio de Janeiro, Min. da Agricultura, Serviço Florestal, 1965. 69 p. (Boletim nº 10).
13. HILEY, W.E. *Woodland management*. London, Faber, 1967. 464 p.
14. HIRSCHLEIFER, J. *Investment, interest and capital*. New Jersey, Prentice Hall, 1970. 400 p.
15. HOFFMANN, R. & THAME, A.C.M. *Determinação da idade ótima para primeiro desbaste em povoamentos de «Pinus Caribaea»*. São Paulo, ESALQ, 1970. 39 p.
16. LUTZ, F.A. *The theory of interest*. Chicago, Aldine Publishing, 1968. 336 p.
17. MASSÉ, P. *Optimal investment decision; rules for action and criteria for choice*. New Jersey, Prentice Hall, 1962. 400 p.
18. MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. *Campanha integrada de reflorestamento manual: 1969/1972*. Belo Horizonte, 1968. 28 p.
19. OLIVEIRA, A.J. *Análise econômica da exploração florestal e sua combinação com outras atividades, pela programação linear - Zona da Mata - MG*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1971. 171 p. (Tese de M.S.).
20. REDMAN, J.C. Economic aspects of the farm woodland enterprise. *Journal of Farm Economics* 38 (4): 901-910, 1956.
21. SCHNEIDER, E. *Introdução à teoria econômica*. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1964. 17 p.
22. SIMÕES, J.W. Problemas relacionados com a obtenção de matéria-prima lenhosa para as indústrias. *Correio Agropecuário*. São Paulo, 2ª quinz. de agosto, 1973. 15 p.