

IMPACTOS DOS PROGRAMAS DE DOAÇÃO DE MUDAS SOBRE A RENTABILIDADE ECONÔMICA DOS REFLORESTAMENTOS EM PEQUENOS E MÉDIOS IMÓVEIS RURAIS – UM ESTUDO DE CASOS¹

Cassiana Navarrete Nêris²

Carlos José Caetano Bacha³

Resumo

Este trabalho abordou o impacto dos programas privados e públicos de doação de mudas sobre a rentabilidade econômica de projetos de reflorestamento com espécies arbóreas exóticas em pequenos e médios imóveis rurais. Para tanto, foram tomados para estudo os casos de Minas Gerais, São Paulo e Paraná e o plantio homogêneo de *eucalipto*. Esses estados têm executado programas privados e públicos de estímulo ao reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais que se baseiam na doação de mudas e, em alguns casos, na doação de insumos, sendo o principal tipo de muda distribuída a do gênero *eucalipto*. No presente trabalho, concluiu-se que, em condições deterministas, a doação de mudas foi responsável pelo aumento de 8,3% na rentabilidade dos projetos no Estado do Paraná e de 6,8% no Estado de São Paulo. Em Minas Gerais, a doação de mudas e insumos foi responsável, respectivamente, por aumentos de 52,19% e 43,88% na rentabilidade dos projetos MG3 e MG4 considerados. Isso indica a importância desse incentivo no estímulo ao reflorestamento. O trabalho termina com algumas sugestões do que pode ser melhorado nesse tipo de programa, de modo a garantir novos aumentos de rentabilidade.

Palavras-chave: Reflorestamento, rentabilidade econômica e doação de mudas

¹ Este trabalho baseia-se em parte da dissertação de mestrado da primeira autora, orientada pelo co-autor do trabalho.

² Mestre em Economia Aplicada pela ESALQ/USP e professora da UFMS.

³ Professor Associado da ESALQ/USP.

Recebido em 02/02/2001 Aceito em 20/06/2001

1. Introdução

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto dos programas privados e públicos de doação de mudas sobre a rentabilidade econômica de projetos de reflorestamento com espécies arbóreas exóticas em pequenos e médios imóveis rurais. Para tanto, tomam-se para estudo os casos dos Estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Além disso, a análise se restringe ao plantio homogêneo de mudas de *eucalipto*, as quais são predominantes nos programas a serem analisados.

Os referidos estados tiveram, desde a década de 50, diferentes programas de estímulo ao reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais. Esses programas, conduzidos pelos governos estaduais, iniciativa privada e, ou, sociedade civil, têm em comum a doação de mudas, e em alguns casos ocorre a doação de insumos. Além disso, esses programas têm sido responsáveis, em alguns casos, por cerca de 25% do reflorestamento anual realizado nos estados anteriormente citados (Néris, 2001).

O aumento do reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais pode ser uma alternativa a ser utilizada para ampliar a área reflorestada no Brasil. Esta última, por sua vez, é primordial para evitar a escassez futura de madeira que deverá ocorrer se nada for realizado (Bacha, 1999; e SBS, 2000).

Alguns trabalhos já fizeram a análise da rentabilidade do reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (Capp Filho, 1976; Albuquerque, 1993, em Minas Gerais; e Rodigherie Pinto, 1997, no Paraná). No entanto, essas análises foram em condições deterministas, não incluindo a análise de risco. Além disso, esses trabalhos não avaliaram a importância dos programas de doação de mudas na determinação da rentabilidade do reflorestamento. Esses dois aspectos foram avaliados no presente trabalho.

Visando ter projetos comparáveis entre os estados, escolheu-

se como espécie arbórea exótica o *eucalipto*. A escolha dessa espécie deve-se ao fato de ela ser a mais utilizada nos fomentos florestais nos estados aqui analisados. Segundo as informações da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de CELULOSE e PAPEL (1998), essa espécie representou 62,3% do fomento florestal das empresas de papel e celulose no ano de 1998.

O presente trabalho compõe-se de seis itens, incluindo esta introdução. No item 2 são discutidos e selecionados os métodos mais adequados para a avaliação econômica de projetos. Em seguida, comentam-se a área em estudo, os dados utilizados e as condições preliminares estabelecidas para avaliação econômica, em condições deterministas, de projetos de reflorestamento com *eucalipto* (item 3). A análise de rentabilidade é feita, em seguida, em duas situações: análise determinista (item 4) e análise de risco pela simulação de Monte Carlo (item 5). Finalmente, apresentam-se as conclusões do presente trabalho (item 6).

2. Métodos de avaliação econômica de projetos

Existem métodos de avaliação de projetos que não consideram os custos de oportunidade do dinheiro ao longo do tempo. Dentre eles, tem-se o Prazo de Recuperação do Capital (“Payback” Simples), que mede, em geral, o tempo necessário para que o investidor recupere o montante investido. Apesar de suas limitações, o método pode ser útil como indicador auxiliar no processo de análise de projetos.

Segundo Azevedo Filho (1995), o “Payback” Simples (PBS) é obtido por:

$$\text{PBS} = k, \text{ tal que } \sum_{i=0}^k Li \geq 0 \text{ e } \sum_{i=0}^{k-1} Li < 0$$

em que

Li = valor das entradas menos as saídas de caixa, no período i .

As técnicas mais sofisticadas para seleção e avaliação de projetos consideram o custo de uso do capital ao longo do tempo.

Elas descontam os fluxos de caixa da empresa a dada taxa de juros, que é conhecida por taxa de desconto ou custo de oportunidade. Dentre esses métodos, os mais conhecidos são: "Payback" Econômico (PBE), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente ou Valor Atual (VA), a Relação Benefício/Custo (RBC), Custo Total Atualizado (CTA) e o Valor Esperado da Terra (VET).

O "Payback" Econômico é obtido por

$$\text{PBE} = k, \text{ tal que } \sum_{i=0}^k \left[\frac{Li}{(1+\rho)^i} \right] \geq 0 \text{ e } \sum_{i=0}^{k-1} \left[\frac{Li}{(1+\rho)^i} \right] < 0$$

em que

Li = valor das entradas menos as saídas de caixa, no período i ; e
 r = taxa de desconto.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de desconto que faz o valor atual dos fluxos líquidos de caixa de um projeto ser igual a zero, ou seja:

$$\text{TIR} = \rho^*, \text{ tal que } \sum_{i=0}^n Li(1+\rho^*)^{-i} = 0$$

em que

ρ^* = taxa de desconto; e

Li = fluxo líquido de caixa no período i (= entradas no período i menos saídas no período i).

Segundo Noronha (1988), o projeto é aceito se apresentar TIR maior do que a taxa de juros do mercado (que representa o custo de oportunidade do capital para a empresa).

Para Noronha (1988), as maiores vantagens atribuídas à TIR é que, primeiro, ela representa uma taxa de juros sobre o investimento e pode, dessa maneira, ser diretamente comparada com o custo do capital; e, segundo, para o fim específico de seu cálculo, não é necessário o conhecimento prévio do fator de desconto (ou seja, da taxa de juros).

Segundo Capp Filho (1976), o Valor Atual (VA) de um fluxo de

caixa a dada taxa de juros   a quantia equivalente, no presente,   soma do fluxo deflacionado. O Valor Atual   indicado como o método que produz resultados mais consistentes em projetos do tipo não-convenacional.

O Valor Atual   obtido usando a seguinte fórmula:

$$VA = \sum_{i=0}^n \frac{Li}{(1+\rho)^i}$$

em que

ρ = taxa de desconto;

Li = fluxo líquido de caixa no período i (= entradas no período i menos saídas no período i); e

n = vida útil do projeto (em número de anos, por exemplo).

Para que um projeto seja considerado economicamente viável,   necessário que $VA > 0$.

As deficiências do uso do método do Valor Atual surgem quando se tem que ordenar projetos com vida útil e investimentos iniciais diferentes. Além disso, na utiliza o do VA   necessária uma adequada escolha da taxa de juros correspondente ao custo de oportunidade do capital, uma vez que sua utiliza o influencia fortemente a ordena o de projetos de investimentos.

A Rela o Benefício-Custo (RBC)   um dos indicadores de avalia o de projetos mais usados devido, principalmente,   facilidade de sua interpreta o. Segundo Azevedo Filho (1995),   definida por:

$$RBC = \frac{\sum_{i=0}^n \beta_i / (1+\rho)^i}{\sum_{i=0}^n C_i / (1+\rho)^i}$$

em que:

β_i = receitas do projeto no período i ;

C_i = custo do projeto no período i ; e

ρ = taxa de desconto.

Por esse método, um projeto é descartado caso $RBC < 1$.

A taxa r corresponde ao custo de oportunidade do capital e é utilizada como taxa de desconto dos fluxos. A escolha de r é feita com certo grau de arbitrariedade, e esta é uma entre as diversas limitações ao uso desse indicador. Além disso, a RBC apresenta insensibilidade à escala e à duração do projeto.

O Custo Total Atualizado (CTA) é um indicador de caráter auxiliar bastante útil na medida da escala do projeto. O CTA permite ao investidor detectar indícios de possíveis restrições orçamentárias.

O CTA é obtido por meio da seguinte fórmula:

$$CTA = \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1 + \rho)^i}$$

em que:

C_i = custos do projeto no período i ; e

ρ = taxa de desconto.

Segundo Rodriguez *et al.* (1997, p. 18), com relação aos projetos florestais, “a mais grave consequência do uso de critérios não-adequados à análise de alternativas apresentando diferentes escalas temporais é a não-consideração do uso da terra após o término da rotação, bem como a consequente subestimação do custo de oportunidade de adiantar ou atrasar o término da rotação”. Assim, esses autores sugerem o Valor Esperado da Terra (VET) como um método que não apresenta restrições quanto ao seu uso na análise de alternativas com diferentes escalas temporais, pois pressupõe a repetição perpétua da alternativa sendo analisada. Dessa maneira, o infinito é utilizado como o horizonte que uniformiza a escala temporal de todas as análises.

Para Rodriguez *et al.* (1997, p. 19), “O Valor Esperado da

Terra (VET) é a simples expressão da soma do valor presente das receitas líquidas obtidas no final de ciclos de produção florestal que se repetem perpetuamente”.

O VET pode ser obtido da seguinte maneira:

$$VET = \frac{RLi}{[(1 + \rho)^i - 1]}$$

em que

RLi = receita líquida capitalizada no período final de cada ciclo de produção;

i = duração de cada ciclo de produção; e

ρ = taxa de desconto (taxa de remuneração do capital).

Observe-se que

$$RLi = (P - e)V_r(1 + \rho)^{m-r} + (P - e)V_n(1 + \rho)^{m-n} + (P - e)V_m - I(1 + \rho)^m - \sum_{i=1}^m M_i(1 + \rho)^i, \text{ em que:}$$

RLi = receita líquida capitalizada no momento final de cada ciclo de produção;

ρ = taxa de desconto (taxa de remuneração do capital);

r = ano em que ocorre o primeiro corte;

n = ano em que ocorre o segundo corte;

m = ano em que ocorre o terceiro corte;

I = custo de implantação no ano 0;

M_i = custo de manutenção no ano i ;

V_j = volume ou peso de madeira explorada no ano j ($j = r, n, m$);

P = preço por unidade de volume ou peso de madeira explorada; e

e = custo de exploração por unidade de volume ou peso.

O VET considera que a terra será utilizada para condução de uma série infinita de rotações florestais idênticas. Supõe-se que o Valor Presente dessa série é um critério adequado de valoração da terra.

A idéia do VET é determinar qual a renda líquida atual a ser obtida de uma área (por exemplo, 1 ha) que será eternamente coberta com floresta plantada. Se essa renda líquida for superior ao custo de aquisição da terra, o produtor terá lucro ao adquirir a terra e implantar o projeto de reflorestamento. Assim, para que um projeto seja considerado viável, é necessário que $VET > CAT$ (custo de aquisição da terra).

Considerando os vários aspectos associados aos projetos florestais e contrapondo as diferentes abrangências dos indicadores, optou-se pela aplicação de todos os métodos de análise econômica de projetos anteriormente mencionados. Isso permite diagnosticar semelhanças e divergências na classificação dos projetos segundo os diferentes indicadores de rentabilidade. O cálculo das estimativas dos indicadores de rentabilidade é feito usando o programa DETERPRJ (sistema para análise de projetos em condições deterministas)⁴.

3. Projetos analisados e fonte dos dados

Analisou-se a rentabilidade de reflorestamentos com *eucalipto* em algumas regiões dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Sobre esses projetos, dois pontos iniciais devem ser destacados: primeiro, apenas o plantio de *eucalipto*, que é o gênero mais utilizado nos fomentos florestais, é considerado, apesar de o *pinus* também se destacar nos plantios feitos no Estado do Paraná; e, segundo, definiram-se os projetos para determinadas áreas dos estados em análise, em que o fomento tem sido atuante.

Em São Paulo, os projetos considerados dizem respeito às regiões de Penápolis, Assis e Piracicaba. Os dados sobre as operações

⁴ Para maiores informações sobre o programa, ver Azevedo Filho. DETERPRJ – Manual do usuário - Versão 1.00. USP/CIAGRI. Piracicaba, 1995. 22 páginas. Este programa é de fácil uso e permite calcular todos os indicadores colocados no item 2, exceto o VET. Este último é calculado usando o Excel.

utilizadas, os respectivos coeficientes técnicos e a produtividade alcançada nos plantios foram obtidos na Florespi, que compõe o CONIN⁵. Em Minas Gerais, os dados para a estimação dos custos foram obtidos no Programa Fazendeiro Florestal, realizado na região do Vale do Rio Doce, os quais foram coletados na empresa participante do programa⁶. No Estado do Paraná, os dados sobre as operações utilizadas, respectivos coeficientes técnicos e produtividade alcançada nos plantios foram fundamentados em Rodigheri & Pinto (1997). As planilhas com os coeficientes técnicos e produtividade alcançada estão em Néris (2001).

3.1. Considerações sobre os dados

A seguir, detalham-se alguns aspectos sobre os dados utilizados.

3.1.1. Custo de Implantação, Manutenção e de Corte

Considerou-se a mesma rotação de 21 anos, com cortes a cada sete anos, em todas as regiões consideradas. De acordo com as características da cultura do *eucalipto*, somente a partir do 7º ano após o plantio, aproximadamente, os *eucaliptos* entram na fase de corte, apresentando, assim, as primeiras receitas. O primeiro ano do investimento (ano 0) representa o custo de implantação do plantio. Os custos ocorridos nos 7º, 14º e 21º anos são considerados custos de exploração. Do 1º ao 21º ano ocorrem os custos de manutenção. Os custos de manutenção e exploração são contabilizados no final de cada ano em que ocorreram.

Para determinação do custo de mão-de-obra, considerou-se

⁵ Essas informações foram fornecidas pelo engenheiro florestal Ricardo Otto Leão Schmdit.

⁶ Informações fornecidas por Domício Lott, supervisor de Operação Florestal da empresa participante do Programa Fazendeiro Florestal.

o valor pago pelo agricultor ao trabalhador diarista em cada estado. Esse valor foi usado para representar o custo de oportunidade da mão-de-obra familiar.

3.1.2. *Preço da Madeira*

Em Paraná e São Paulo foram considerados os preços médios da lenha de *eucalipto* empilhada na propriedade, oriunda dos cortes da madeira. Esses valores foram obtidos no Instituto Ambiental do Paraná (IAP), no caso do Paraná, e por pesquisa em serrarias no Estado de São Paulo. Em Minas Gerais, considerou-se o preço que a empresa participante do Programa Fazendeiro Florestal paga pela madeira para produzir celulose nos 1º e 2º cortes e o preço médio da lenha de *eucalipto* empilhada na propriedade (produto a se obter no 3º corte). Esses valores foram obtidos no Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Minas Gerais⁷.

3.1.3. *Taxa de Desconto*

Os custos das diversas fases do reflorestamento em diferentes anos do investimento foram comparados mediante a utilização de taxas de descontos representando custos de oportunidades do investimento. As taxas referentes ao custo de oportunidade do capital, utilizadas no presente trabalho, variam ponto a ponto percentual entre 6% e 20% ao ano. Procurou-se, com isso, verificar o efeito do crescimento do custo de oportunidade do capital sobre a avaliação econômica dos projetos de reflorestamento com *eucalipto*.

Considerou-se que o proprietário rural dispõe de capital próprio e, portanto, tem a possibilidade de aplicar seus recursos no mercado

⁷ O mesmo sistema de produção em Minas Gerais pode ser usado para produzir lenha nos três cortes. Assim, a venda de madeira para produzir celulose nos dois primeiros cortes reflete apenas as oportunidades de mercado. Assim, não há incoerência entre os sistemas de produção nos três estados considerados. Há, apenas, destinos diferentes das madeiras.

financeiro. O agricultor pode, dessa maneira, optar pelo depósito em caderneta de poupança (aplicação financeira conservadora), obtendo uma taxa líquida real de 6% ao ano, ou, por sua vez, optar por financiamento para projetos de longo prazo pelo BNDES. Segundo Machado (2000, p. 58), “as taxas de juros de longo prazo têm oscilado entre 9,40 e 18,06% (fora o “spread” cobrado pelos bancos) para o período de janeiro de 1996 a março de 1999”.

3.1.4. Os Projetos Alternativos

Para cada um dos três projetos (referente a cada estado, isto é, MG, SP e PR), foram criadas duas alternativas para a composição do fluxo de caixa. Nos Estados de São Paulo e Paraná, considerou-se a possibilidade de incluir no fluxo de caixa a doação de mudas ao produtor (SP1 e PR1) ou a aquisição de mudas por parte do produtor (SP2 e PR2). Essa situação reflete a diferença entre os programas que doam mudas e aqueles que vendem mudas. Não foram considerados os custos com transporte da madeira, supondo-se que esta é retirada na fazenda.

Na composição do fluxo de caixa para Minas Gerais, também foram criadas duas alternativas, ambas implicando doação de mudas ao produtor, mas tendo esquemas distintos de compra da madeira. Essas alternativas consideram aspectos peculiares ao Programa Fazendeiro Florestal em questão (este sempre doa mudas, mas tem esquemas diferentes de compra da madeira).

No Programa Fazendeiro Florestal, nos sete primeiros anos da cultura, a empresa associada ao produtor rural oferece os insumos e mudas necessários para o desenvolvimento adequado do plantio. Em troca, o produtor doa um percentual da madeira produzida no primeiro corte para a empresa financiadora. No caso em questão, esse percentual foi de 6,25%. O produtor rural é responsável pelos custos de corte, empilhamento e transporte (correspondentes a R\$ 7,00/st em novembro de 1999) da madeira doada à empresa financiadora. O restante da madeira era vendido, em novembro de 1999, à empresa

fomentadora pelo preço médio de R\$14,25/st. Os custos referentes ao corte e empilhamento da madeira na fazenda eram arcados pelo produtor rural (correspondentes a R\$4,00/st em novembro de 1999). A partir do 8º ano não existe mais a obrigatoriedade de parceria entre o produtor e a empresa, podendo haver ou não a compra da lenha produzida no 2º corte pela empresa fomentadora. Assim, os custos com o projeto são totalmente repassados ao produtor rural a partir do 8º ano.

Considerou-se, dessa maneira, a possibilidade de compra, pela empresa fomentadora, da madeira proveniente do 1º corte, estando o produtor livre para a venda das madeiras provenientes do segundo e terceiro cortes a terceiros (MG1). No caso de venda a terceiros, o preço da lenha de *eucalipto* considerado foi de R\$10,00/st, obtido no Instituto Estadual de Florestas (IEF), em novembro de 1999. Também, foi considerado o custo de exploração, estimado em R\$4,00/st (custo com o corte e empilhamento), em novembro de 1999.

A outra alternativa considerada para Minas Gerais foi a compra, pela empresa fomentadora, da madeira proveniente dos 1º e 2º cortes, bem como a venda da madeira proveniente do 3º corte a terceiros ao preço de mercado (MG2).

Consideraram-se para todos os estados as possibilidades de incluir ou não, em cada um dos fluxos de caixa, a compra da terra. Portanto, são 12 projetos de reflorestamento analisados, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos projetos de reflorestamento analisados

	São Paulo		Minas Gerais		Paraná	
	Com doação das mudas	Inclui a aquisição das mudas	Com doação de mudas e insumos		Com doação das mudas	Inclui a aquisição das mudas
			Empresa compra somente o 1º corte	Empresa compra o 1º e 2º cortes		
Não inclui o custo da terra	SP1	SP2	MG1	MG2	PR1	PR2
Inclui o custo da terra	SP3	SP4	MG3	MG4	PR3	PR4

3. Estimativas dos indicadores de avaliação dos projetos selecionados – A análise determinista⁸

Os indicadores de avaliação econômica, em condições deterministas, são apresentados em tabelas individuais e foram calculados com base nos fluxos de caixa (Nérís, 2001). Na Tabela 1, tem-se o valor atual dos projetos em análise segundo os custos de oportunidade do capital considerados e não incluindo os custos da terra. Os valores sombreados correspondem aos projetos descartados.

Tabela 1 - Valores Atuais (VA) dos projetos de reflorestamento, em R\$/ha, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (sem incluir o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1 ^o corte	Compra do 1 ^o e 2 ^o cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG1	MG2	PR1	PR2	SP1	SP2
6	2.275,64	2.913,58	1.333,25	1.204,94	2.347,77	2.201,13
7	2.019,29	2.578,67	1.150,37	1.022,06	2.063,56	1.916,92
8	1.793,96	2.285,05	991,89	863,58	1.816,56	1.669,92
9	1.595,06	2.026,71	854,00	725,69	1.601,05	1.454,41
10	1.418,78	1.798,64	733,56	605,25	1.412,28	1.265,64
11	1.261,94	1.596,61	627,97	499,66	1.246,32	1.099,68
12	1.121,90	1.417,09	535,06	406,75	1.099,89	953,25
13	996,42	1.257,08	453,01	324,70	970,25	823,61
14	883,63	1.114,04	380,32	252,01	855,08	708,44
15	781,93	985,83	315,70	187,39	752,45	605,81
16	689,97	870,60	258,08	129,77	660,72	514,08
17	606,59	766,77	206,54	78,23	578,48	431,84
18	530,80	672,99	160,32	32,01	504,54	357,90
19	461,74	588,09	118,75	-9,56	437,90	291,26
20	398,68	511,06	81,26	-47,05	377,69	231,05

Fonte: Nérís (2001).

⁸ Os dados utilizados, as planilhas de custos e os fluxos de caixa dos projetos estão no trabalho de Nérís (2001).

No Estado do Paraná, o único projeto rejeitado a partir da taxa de juros superiores a 18% ao ano é o PR2 (onde há a compra de mudas pelo produtor). Observou-se que, com o aumento do custo de oportunidade do capital, o projeto fundamentado na doação de mudas é melhor em relação àquele no qual as mudas são adquiridas pelo produtor rural. Da mesma maneira, no Estado de Minas Gerais, o projeto em que a empresa financiadora compra a madeira dos dois primeiros cortes é mais rentável ao produtor rural do que aquele em que o produtor vende a madeira proveniente dos dois últimos cortes no mercado.

Ao incluir a compra da terra nos custos de implantação dos projetos de reflorestamentos, tem-se que MG3 e MG4 são considerados economicamente viáveis para todos os custos de oportunidade do capital considerado (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores Atuais (VA) dos projetos de reflorestamento, em R\$/ha, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (incluindo o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1 ^o corte	Compra do 1 ^o e 2 ^o cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG3	MG4	PR3	PR4	SP3	SP4
6	1.992,12	2.631,24	410,34	282,03	1.193,86	1.047,22
7	1.714,88	2.275,27	158,63	30,32	823,60	676,96
8	1.472,55	1.964,51	-55,89	-184,20	506,54	359,90
9	1.259,78	1.692,19	-239,49	-367,80	233,88	87,24
10	1.072,17	1.452,69	-397,28	-525,59	-1,59	-148,23
11	906,07	1.241,30	-533,45	-661,76	-205,79	-352,43
12	758,43	1.054,11	-651,45	-779,76	-383,57	-530,21
13	626,72	887,80	-754,10	-882,41	-538,98	-685,62
14	508,79	739,57	-843,76	-972,07	-675,36	-822,00
15	402,86	607,08	-922,36	-1.050,67	-795,47	-942,11
16	307,41	488,32	-991,53	-1.119,84	-901,65	-1.048,29
17	221,14	381,57	-1.052,62	-1.180,93	-995,83	-1.142,47
18	142,96	285,36	-1.106,76	-1.235,07	-1.079,66	-1.226,30
19	71,92	198,45	-1.154,90	-1.283,21	-1.154,51	-1.301,15
20	7,21	119,76	-1.197,85	-1.326,16	-1.221,56	-1.368,290

Fonte: Nérís (2001).

Os projetos PR3 e PR4 foram rejeitados a partir da taxa de juros de 7% ao ano e os projetos SP3 e SP4, a partir da taxa de juros de 9% ao ano.

O resultado anterior ressalta a importância de um esquema de compra da madeira, por parte da empresa fomentadora, para garantir a rentabilidade no reflorestamento em áreas que possam ter outra finalidade agrícola e, portanto, onde o custo da terra não pode ser desconsiderado na avaliação econômica de projetos.

Os resultados da avaliação dos projetos pelo método da Relação Benefício/Custo (RBC) encontram-se nas Tabelas 3 e 4. Os projetos considerados inviáveis economicamente são aqueles em que $RBC < 1$, como foi visto anteriormente. Quando não se considera a compra da terra (Tabela 3), o único projeto rejeitado foi PR2, a partir da taxa de juros de 18% ao ano. Os demais projetos apresentaram $RBC > 1$.

Tabela 3- Relação Benefício/Custo (RBC) dos projetos de reflorestamento, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (sem incluir o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1º corte	Compra do 1º e 2º cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG1	MG2	PR1	PR2	SP1	SP2
6	1,62	1,79	2,44	2,14	3,25	2,85
7	1,60	1,77	2,32	2,02	3,11	2,70
8	1,58	1,74	2,20	1,90	2,97	2,56
9	1,56	1,71	2,08	1,79	2,83	2,42
10	1,54	1,69	1,98	1,69	2,70	2,29
11	1,52	1,66	1,87	1,59	2,57	2,17
12	1,49	1,62	1,77	1,50	2,45	2,05
13	1,47	1,59	1,68	1,41	2,33	1,94
14	1,44	1,56	1,59	1,33	2,22	1,84
15	1,42	1,53	1,51	1,25	2,12	1,74
16	1,39	1,49	1,43	1,18	2,01	1,64
17	1,36	1,46	1,35	1,11	1,92	1,55
18	1,34	1,43	1,28	1,05	1,82	1,47
19	1,31	1,39	1,21	0,99	1,73	1,39
20	1,28	1,36	1,15	0,93	1,65	1,32

Fonte: Nérís (2001).

Quando a compra da terra foi considerada (Tabela 4), os projetos PR3 e PR4 foram rejeitados a partir da taxa de juros de 8% ao ano.

Tabela 4 - Relação Benefício/Custo (RBC) dos projetos de reflorestamento, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (incluindo o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1º corte	Compra do 1º e 2º cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG3	MG4	PR3	PR4	SP3	SP4
6	1,49	1,65	1,18	1,12	1,45	1,37
7	1,46	1,61	1,07	1,01	1,31	1,25
8	1,42	1,56	0,97	0,92	1,20	1,13
9	1,39	1,52	0,89	0,83	1,09	1,03
10	1,35	1,48	0,81	0,76	1,00	0,94
11	1,32	1,44	0,74	0,69	0,92	0,86
12	1,28	1,39	0,68	0,63	0,84	0,79
13	1,25	1,35	0,62	0,58	0,77	0,73
14	1,21	1,31	0,57	0,53	0,71	0,67
15	1,18	1,27	0,53	0,49	0,66	0,62
16	1,14	1,23	0,48	0,45	0,61	0,57
17	1,11	1,18	0,45	0,42	0,56	0,53
18	1,07	1,14	0,41	0,39	0,52	0,49
19	1,04	1,10	0,38	0,36	0,48	0,45
20	1,00	1,07	0,35	0,33	0,45	0,42

Fonte: Nérís (2001).

Os projetos SP3 e SP4 foram rejeitados a partir da taxa de juros de 9% ao ano, enquanto o MG3 foi rejeitado a partir da taxa de juros de 19% ao ano. O projeto MG4 foi viável economicamente à taxa de juros de 20% ao ano. Note-se que, mesmo incluindo a compra da terra no custo de implantação dos reflorestamentos, os projetos podem ser ordenados na seguinte seqüência (dos melhores para os piores): MG4, MG3, SP3, SP4, PR3 e PR4.

Comparando a Taxa Interna de Retorno dos projetos sem incluir o custo da terra com o maior custo de oportunidade do capital aqui considerado (20% ao ano), constatou-se que apenas o projeto PR2 foi rejeitado (Tabela 5).

Tabela 5 - Taxas Internas de Retorno (TIR) dos projetos de reflorestamento com *eucalipto*, novembro de 1999 (sem incluir o custo da terra)

Minas Gerais		Paraná		São Paulo		
Compra somente do 1º corte	Compra do 1º e do 2º cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas	
MG1	MG2	PR1	PR2	SP1	SP2	
TIR	29,63	30,89	22,59	18,76	30,18	25,09

Fonte: Nérís (2001).

Como era esperado, a rentabilidade dos projetos de reflorestamento diminui quando se inclui o custo da terra (Tabela 6). Apenas MG3 e MG4 foram considerados economicamente viáveis à taxa de juros de 20% ao ano. No Paraná, os projetos deixaram de ser rentáveis à taxa de juros de 8% ao ano e, em São Paulo, à taxa de juros de 10% ao ano.

Tabela 6 - Taxas Internas de Retorno (TIR) dos projetos de reflorestamento com *eucalipto*, novembro de 1999 (incluindo o custo da terra)

Minas Gerais		Paraná		São Paulo		
Compra somente do 1º corte	Compra do 1º e 2º cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas	
MG3	MG4	PR3	PR4	SP3	SP4	
TIR	20,12	21,74	7,72	7,13	9,99	9,35

Fonte: Nérís (2001).

Observou-se que o preço da terra em São Paulo e Paraná, para fins de reflorestamento, era mais elevado em relação ao preço da terra em Minas Gerais, o que influenciava a rentabilidade dos projetos.

Os resultados das Tabelas 5 e 6 indicam a importância da doação de mudas para o aumento da rentabilidade dos projetos de reflorestamento. Sem considerar o custo da terra, a doação de mudas ao produtor rural é responsável pelo aumento da rentabilidade em 20,4% e 20,3%, respectivamente, no Paraná e em São Paulo.

Considerando o custo da terra, a doação de mudas ao produtor rural é responsável pelo acréscimo de 8,3% e 6,8% na TIR, respectivamente, nos Estados do Paraná e São Paulo (Tabela 6).

Para efeito de avaliação da importância da doação de mudas no Estado de Minas Gerais, tem-se que, sem considerar o custo da terra, a doação de mudas e insumos ao produtor rural é responsável pelo aumento de 71,87% da TIR no projeto MG1 e de 61,98% no projeto MG2. Considerando o custo da terra, a doação de mudas e insumos ao produtor rural é responsável pelo aumento da rentabilidade em 52,19% no projeto MG3 e 43,88% no projeto MG4 (Nérís, 2001).

Na Tabela 7 são apresentadas as estimativas do Custo Total Atualizado (CTA), sem incluir o custo da terra.

Tabela 7 - Custos Totais Atualizados (CTA) dos projetos de reflorestamentos com *eucalipto*, em R\$/ha, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (sem incluir o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1 ^o corte	Compra do 1 ^o e 2 ^o cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG1	MG2	PR1	PR2	SP1	SP2
6	3.665,73	3.665,73	925,83	1.054,14	1.044,09	1.190,73
7	3.352,66	3.352,66	873,65	1.001,96	980,01	1.126,65
8	3.078,48	3.078,48	827,81	956,12	923,85	1.070,49
9	2.837,44	2.837,44	787,38	915,69	874,43	1.021,07
10	2.624,78	2.624,78	751,60	879,91	830,78	977,42
11	2.436,50	2.436,50	719,83	848,14	792,08	938,72
12	2.269,22	2.269,22	691,52	819,83	757,64	904,28
13	2.120,12	2.120,12	666,21	794,52	726,89	873,53
14	1.986,79	1.986,79	643,51	771,82	699,33	845,97
15	1.867,21	1.867,21	623,10	751,41	674,54	821,18
16	1.759,64	1.759,64	604,68	732,99	652,19	798,83
17	1.662,60	1.662,60	588,01	716,32	631,96	778,60
18	1.574,83	1.574,83	572,89	701,20	613,60	760,24
19	1.495,23	1.495,23	559,13	687,44	596,89	743,53
20	1.422,85	1.422,85	537,83	674,89	581,64	728,28

Fonte: Nérís (2001).

Na Tabela 1, pode-se observar que à taxa de juros de 6% ao ano o projeto MG2 foi o mais rentável, segundo o método do VA. Assim, o CTA veio adicionar restrições orçamentárias ao empreendedor, que descartará o projeto MG2 caso não disponha de R\$3.665,73. Raciocínio idêntico se aplica aos demais projetos e taxas de desconto. Quando se consideram a compra da terra e a taxa de juros de 6% ao ano, o empreendedor em Minas Gerais necessitará de R\$4.065,73 para a implantação do projeto mais rentável (Tabela 8).

No Estado do Paraná, quando não se considerou no projeto o custo referente à compra da terra, o “Payback” Simples (PBS) foi de sete anos, para ambos os projetos (com doação ou aquisição de mudas) e para todos os custos de oportunidade considerados. Entretanto, o “Payback” Econômico (PBE) se diferenciou no projeto PR2. Para taxas de juros de 15 até 18%, o prazo indicado pelo PBE foi de 14, ou seja, 14 anos para recuperação do capital investido no projeto. Para taxas superiores a 18%, o projeto não apresentou “Payback” Econômico.

Tabela 8 - Custos Totais Atualizados (CTA) dos projetos de reflorestamentos com *eucalipto*, em R\$/ha, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, novembro de 1999 (incluindo o custo da terra)

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1º corte	Compra do 1º e 2º cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG3	MG4	PR3	PR4	SP3	SP4
6	4.065,73	4.065,73	2.233,36	2.361,67	2.678,87	2.825,51
7	3.752,66	3.752,66	2.181,18	2.309,49	2.614,79	2.761,43
8	3.478,48	3.478,48	2.135,34	2.263,65	2.558,63	2.705,27
9	3.237,44	3.237,44	2.094,91	2.223,22	2.509,21	2.655,85
10	3.024,78	3.024,78	2.059,13	2.187,44	2.465,56	2.612,20
11	2.836,50	2.836,50	2.027,36	2.155,67	2.426,86	2.573,50
12	2.669,22	2.669,22	1.999,05	2.127,36	2.392,42	2.539,06
13	2.520,12	2.520,12	1.973,74	2.102,05	2.361,67	2.508,31
14	2.386,79	2.386,79	1.951,04	2.079,35	2.334,11	2.408,75
15	2.267,21	2.267,21	1.930,63	2.058,94	2.309,32	2.455,96
16	2.159,64	2.159,64	1.912,21	2.040,52	2.286,97	2.433,61
17	2.062,60	2.062,60	1.895,54	2.023,85	2.266,74	2.413,38
18	1.974,83	1.974,83	1.880,42	2.008,73	2.248,38	2.395,02
19	1.895,23	1.895,23	1.866,66	1.994,97	2.231,67	2.378,31
20	1.822,85	1.822,85	1.854,11	1.982,42	2.216,42	2.363,06

Fonte: Nérís (2001).

Quando se incluiu a compra da terra no custo de implantação do projeto, o PBS é de 14 anos para ambos os projetos (aquisição ou doação de mudas) e para todos os custos de oportunidades considerados no Estado do Paraná. No entanto, o PBE para taxa de juros de 6 até 7% ao ano foi de 21 anos. Para taxa de juros de 8 até 20% ao ano, os projetos PR3 e PR4 não apresentaram “Payback” Econômico.

Os projetos de investimento considerados para o Estado de São Paulo apresentaram PBS de sete anos para todos os custos de oportunidade considerados. Para os projetos que não consideram o custo de aquisição da terra (SP1 e SP2), o PBE foi de sete anos. Considerando o custo de aquisição da terra (SP3 e SP4), o PBE foi de 14 anos à taxa de juros de 6% ao ano, de 21 anos a taxas de juros de 8 e 9% ao ano e não definido a partir da taxa de juros de 10% ao ano.

No Estado de Minas Gerais, quando não foi considerado o custo de aquisição da terra, os projetos MG1 e MG2 apresentaram PBS e PBE de sete anos. Ao ser considerada a compra da terra, ambos os projetos continuaram a apresentar PBS de sete anos. No entanto, o PBE se diferenciou. Nos projetos MG3 e MG4, o PBE estimado foi de sete anos, para taxas de juros de 6 até 19% ao ano. Para a taxa de 20% ao ano, o PBE estimado foi de 14 anos.

Na Tabela 9 são apresentados os valores esperados da terra (VET) para os projetos cujos fluxos de caixa não incluem o custo de aquisição da terra. Aqueles projetos que apresentam VET inferior ao custo de aquisição da terra são considerados inviáveis economicamente. Em São Paulo, o custo de aquisição de cada hectare de terra considerado é de R\$1.634,78, no Paraná é de R\$1.307,53 e em Minas Gerais é de R\$400,00 (valores válidos para novembro de 1999).

Quando a taxa de juros é de 7% ao ano, todos os projetos aqui analisados foram considerados viáveis economicamente pelo critério do VET. Os primeiros projetos rejeitados foram os PR1 e PR2, quando a taxa de juros é superior a 7% ao ano. Os projetos SP1 e SP2 são rejeitados a partir da taxa de juros de 9% ao ano. Os projetos considerados viáveis à taxa de juros de 20% ao ano são apenas MG1 e MG2. Este último ocorreu porque o custo da terra para reflorestamento em Minas Gerais era, em relação aos dois outros estados, menor.

Tabela 9 – Valores Esperados da Terra (VET) dos projetos de reflorestamento, considerando-se o custo de oportunidade do capital variando entre 6 e 20% ao ano, em R\$/ha, novembro de 1999

Custo de Oportunidade (%)	Minas Gerais		Paraná		São Paulo	
	Compra somente do 1 ^o corte	Compra do 1 ^o e 2 ^o cortes	Com doação de mudas	Com compra de mudas	Com doação de mudas	Com compra de mudas
	MG1	MG2	PR1	PR2	SP1	SP2
6	3.222,32	4.127,79	1.888,88	1.707,09	3.326,18	3.118,43
7	2.660,92	3.399,75	1.516,67	1.347,50	2.720,63	2.527,30
8	2.237,60	2.851,52	1.237,78	1.077,67	2.266,90	2.083,90
9	1.906,37	2.423,42	1.021,16	867,74	1.914,44	1.739,10
10	1.639,70	2.079,66	848,18	699,82	1.632,94	1.463,39
11	1.420,06	1.797,46	706,97	562,52	1.403,11	1.238,02
12	1.235,80	1.561,63	589,63	448,24	1.212,08	1.050,49
13	1.078,85	1.361,65	490,70	351,71	1.050,96	892,12
14	943,48	1.190,00	406,25	269,19	913,38	756,74
15	825,47	1.041,15	333,41	197,90	794,68	639,81
16	721,66	910,95	270,04	135,78	691,34	537,90
17	629,64	796,22	214,48	81,24	600,70	448,42
18	547,52	694,47	165,44	33,03	520,65	369,33
19	473,83	603,73	121,91	-9,82	449,55	299,01
20	407,37	522,42	83,07	-48,09	386,08	236,18

Fonte: Nérís (2001).

Os resultados anteriores da análise determinista evidenciaram que o custo de aquisição de mudas afeta significativamente os indicadores de rentabilidade dos projetos de reflorestamento com *eucalipto*. Isso permite concluir que programas de fomento florestal baseados na doação de mudas constituem boa alternativa para estimular o reflorestamento.

Os resultados da análise determinista também ressaltam o papel do custo da terra em afetar os indicadores de rentabilidade dos projetos de reflorestamento. Isso permite relatar que o fomento florestal, via doação de mudas, deve priorizar a ocupação de áreas com pouca alternativa de uso da terra e onde, portanto, é baixo o custo desse fator. Entretanto, considerando o longo ciclo da cultura do *eucalipto* e sabendo que as receitas iniciais provêm a partir do 7^o ano, as decisões

sobre os investimentos necessários e riscos inerentes devem ser avaliados em condições de incerteza. Esta última pode ser feita através da simulação de Monte Carlo.

3. Análise de risco pela simulação de Monte Carlo

Assumindo a natureza estocástica da rentabilidade dos projetos de reflorestamento com *eucalipto*, explicada principalmente pelas características inerentes à cultura, será utilizado o modelo de simulação desenvolvido por Hertz⁹, citado por Noronha (1988), e mais especificamente a técnica de Monte Carlo.

A análise de risco dá ao empreendedor uma estimativa numérica dos riscos do projeto. Dessa maneira, ela oferece a probabilidade de que determinado projeto produza certos valores especificados. Segundo Noronha (1988), dentre os métodos que utilizam probabilidade na análise de riscos, o método de Monte Carlo é o mais simples do ponto de vista prático.

3.1. Metodologia da simulação de Monte Carlo

Segundo Noronha (1988, p. 241), o método de simulação de Monte Carlo estabelece uma distribuição de probabilidade do indicador de rentabilidade escolhido (como, TIR e VA, entre outros), que servirá de base para a tomada de decisão. Para tanto, ele simula variáveis pré-selecionadas, calculando o indicador de rentabilidade. É da repetição desse processo que resulta a distribuição de probabilidade do indicador de rentabilidade.

Primeiramente, atribui-se à variável relevante selecionada uma distribuição de probabilidade. Segundo Takitane (1988, p. 41), isso é

⁹ Hertz, O B. Risk analysis in capital investment. *Harvard Business Review*, v. 42, n. 1, p. 95-106, Jan./Fev. 1964.

feito com base na experiência do empresário rural, do técnico e, ou, pesquisador ou outro tomador de decisões. É comum o uso de estimativas subjetivas de probabilidades quando não se conhece a distribuição de probabilidade da variável selecionada. Dessa maneira, estimam-se os intervalos de variação da variável em estudo. Posteriormente, seleciona-se ao acaso um valor de cada variável a partir das distribuições de probabilidades estabelecidas, que vão formar um novo fluxo de caixa. A partir disso, são calculados os indicadores de rentabilidade (TIR, VA, RBC etc.) sobre o fluxo de caixa simulado. O processo é repetido até que se obtenha a distribuição de frequência dos indicadores de rentabilidade escolhidos.

No presente estudo, variáveis aleatórias foram selecionadas (como o preço da lenha e custo de implantação, considerando-se aquisição ou não de mudas e custo de manutenção no ano 1, dentre outras)¹⁰. Dada a falta de informações para determinar a forma de suas distribuições de probabilidade, foi utilizada a distribuição triangular.

Segundo Takitane (1988, p.42), a distribuição triangular é definida pelo valor mais provável ou moda (m) e pelos valores mínimo (a) e máximo (b), assumidos pela variável x . Neste trabalho, a moda foi considerada como igual ao valor médio obtido, ou seja, $\text{Prob} \{a \leq x \leq b\} = 1$.

Para promover a simulação, utilizou-se o software ALEAXPRJ desenvolvido por Azevedo Filho (1988)¹¹. Nesse software, o usuário pode classificar as variáveis, quanto à sua natureza, em exógenas¹² (definidas externamente ao processo que está sendo simulado), ou endógenas (definidas internamente ao processo simulado). Outra classificação das variáveis permitida pelo programa diz respeito aos períodos do projeto. Assim, pode-se classificar as variáveis em

¹⁰ Ver Apêndice 8, de Nérís (2001).

¹¹ Para maiores instruções sobre a operacionalidade do programa, ver Azevedo Filho (1988). ALEAXPRJ – Sistema para Simulação e Análise Econômica de Projetos em condições de Risco: Manual do Usuário. USP/PCP/CIAGRI – 43 p.

¹² Da mesma forma, o usuário conta com cinco tipos de distribuição de probabilidade para as variáveis exógenas: normal, triangular, inteira (2 valores), uniforme e “spike” (valor constante com probabilidade de 1.0).

temporais (definidas para cada período do projeto) ou constantes (única para todos os períodos do projeto).

5.2. Estimativa dos indicadores de avaliação para os projetos selecionados – A análise de risco pela simulação de Monte Carlo

O custo de oportunidade mínimo considerado para análise em condição de risco dos projetos selecionados foi de 6% ao ano (o qual corresponde à rentabilidade da aplicação financeira menos rentável, a caderneta de poupança¹³). Os resultados das simulações são apresentados em tabelas individuais para cada Estado. Em cada tabela, têm-se a média dos valores obtidos na simulação, o desvio-padrão, o limite estabelecido para cada estimativa, a probabilidade da ocorrência de valores superiores ao limite estabelecido e o número de simulações que não foram bem-sucedidas. Utilizaram-se como limite para cada estimativa os valores obtidos na análise determinista para cada projeto.

As estimativas obtidas pela simulação de Monte Carlo, no Estado do Paraná, são apresentadas na Tabela 10. Pelas estimativas obtidas para os indicadores de rentabilidade (ver a coluna “média”), constata-se que os projetos de reflorestamento no Paraná são atrativos mesmo em condições de risco. No entanto, os valores dos indicadores de rentabilidade em condições de risco são menos atrativos, em comparação com as estimativas da análise determinista (valores-limite). Observe-se que, com exceção do CTA, o valor médio do indicador em condições de risco é menor do que o obtido na análise determinista.

¹³ Como se está analisando pequenos projetos de reflorestamento, pode-se assumir que eles serão conduzidos, de modo geral, por indivíduos que disponham de pouco capital. Normalmente, esses indivíduos mantêm suas poupanças na caderneta de poupança, assim como o fazem os demais pequenos poupadores.

Tabela 10 – Indicadores de rentabilidade, considerando-se a análise de risco para o plantio de *eucalipto* no Estado do Paraná (custo de oportunidade de 6%)

Especificação	Indicador	Média	Desvio-Padrão	Limite (L)	P(L>L)	N.S.
Com doação de mudas ao produtor rural e sem incluir o custo de aquisição da terra (PR1)	TIR	0,222	0,023	0,226	0,445	0
	VA	1.293,516	179,518	1.335,250	0,430	0
	RBC	2,301	0,216	2,440	0,245	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	CTA	999,777	55,900	925,830	0,915	0
Com aquisição de mudas pelo produtor rural e sem incluir o custo de aquisição da terra (PR2)	TIR	0,184	0,020	0,188	0,415	0
	VA	1.159,380	182,006	1.204,940	0,405	0
	RBC	2,032	0,196	2,140	0,320	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	CTA	1.131,691	70,321	1.054,140	0,875	0
Com doação de mudas ao produtor rural e com o custo de aquisição da terra (PR3)	TIR	0,079	0,015	0,077	0,495	0
	VA	391,548	272,844	410,340	0,485	0
	RBC	1,190	0,150	1,180	0,505	0
	PBS	12,845	3,041	14,000	0,025	0
	PBE	19,382	3,216	21,000	0,000	14
	CTA	2.270,374	309,506	2.233,360	0,545	0
Com aquisição de mudas pelo produtor rural e com o custo de aquisição da terra (PR4)	TIR	0,073	0,015	0,071	0,485	0
	VA	263,282	297,861	282,030	0,470	0
	RBC	1,126	0,147	1,120	0,460	0
	PBS	13,615	2,736	14,000	0,050	0
	PBE	19,812	2,956	21,000	0,000	35
	CTA	2.383,182	310,376	2.361,670	0,540	0

Fonte: Nérís (2001).

No Estado de Minas Gerais, de acordo com as estimativas obtidas pelo método do Valor Atual e da TIR (Tabela 11), os projetos de reflorestamento com *eucalipto* são mais atrativos mesmo quando se inclui risco na análise. No entanto, o CTA em todos os projetos considerados mostrou-se superior àqueles obtidos na análise determinista, o que demonstra a necessidade de maiores recursos orçamentários ao produtor rural para se proceder ao investimento.

Todas as simulações realizadas foram bem-sucedidas. Apenas

o projeto MG3 não apresentou PBE uma única vez (N.S.= 1).

Observou-se que, em Minas Gerais, a TIR para os projetos incluindo o custo de aquisição da terra varia entre 21 (projeto MG3) e 22,7% (projeto MG4), com desvio-padrão de 0,05 e 0,046, respectivamente.

Tabela 11 – Indicadores de rentabilidade, considerando-se análise de risco para o plantio de *eucalipto* no Estado de Minas Gerais (custo de oportunidade de 6%)

Especificação	Indicador	Média	Desvio-Padrão	Limite (L)	P(I>L)	N.S.
Com compra da lenha de <i>eucalipto</i> do 1º corte pela empresa financiadora, sem incluir o custo da terra (MG1)	TIR	0,302	0,070	0,296	0,545	0
	VA	2.231,409	892,469	2.275,640	0,485	0
	RBC	1,556	0,238	1,620	0,375	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	CTA	4.070,452	274,025	3.665,730	0,940	0
Com compra da lenha de <i>eucalipto</i> no 1º e 2º cortes pela empresa financiadora, sem incluir o custo da terra (MG2)	TIR	0,325	0,053	0,309	0,600	0
	VA	3.165,799	771,129	2.913,580	0,595	0
	RBC	1,781	0,209	1,790	0,480	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	CTA	4.086,471	252,744	3.665,730	0,945	0
Com compra da lenha de <i>eucalipto</i> do 1º corte pela empresa financiadora, incluindo o custo da terra (MG3)	TIR	0,210	0,050	0,201	0,560	0
	VA	2.037,868	800,378	1.992,120	0,475	0
	RBC	1,458	0,192	1,490	0,400	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,000	0,000	7,000	0,005	1
	CTA	4.500,407	270,546	4.065,730	0,955	0
Com compra da lenha de <i>eucalipto</i> no 1º e 2º cortes pela empresa financiadora e incluindo o custo da terra (MG4)	TIR	0,227	0,046	0,217	0,570	0
	VA	2.833,666	893,601	2.631,24	0,580	0
	RBC	1,638	0,212	1,650	0,465	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,105	0,853	7,000	0,015	0
	CTA	4.484,142	272,542	4.065,73	0,940	0

Fonte: Nérís (2001).

No Estado de São Paulo, de acordo com as estimativas obtidas (Tabela 12), os projetos de reflorestamento considerados são atrativos mesmo quando analisados em condições de risco. De modo geral, os valores da TIR e do VA são próximos em condições de risco e na análise determinista. Observou-se também que o período de recuperação do capital, para os projetos que consideram o custo da terra, era bastante superior àqueles encontrados na análise determinista.

No caso em que havia aquisição de terra e de mudas, a TIR em condições de risco foi estimada em 9,4 %, com desvio-padrão de 0,025.

Tabela 12 – Indicadores de rentabilidade, considerando-se análise de risco para plantio de *eucalipto* no Estado de São Paulo (custo de oportunidade de 6%)

Especificação	Indicador	Média	Desvio-padrão	Límite (L)	P(L>L)	N.S
Com doação de mudas ao produtor rural, sem incluir o custo da terra (SP1)	TIR	0,298	0,054	0,302	0,480	0
	VA	2.311,082	641,166	2.347,770	0,475	0
	RBC	3,088	0,597	3,250	0,375	0
	PBS	7,000	0,000	7,000	0,000	0
	PBE	7,105	0,000	7,000	0,015	0
CTA	1.116,219	77,835	1.044,090	0,800	0	
Com aquisição de mudas pelo produtor rural, sem incluir o custo da terra (SP2)	TIR	0,254	0,051	0,251	0,535	0
	VA	2.219,724	648,149	2.201,130	0,510	0
	RBC	2,771	0,546	2,850	0,465	0
	PBS	7,000	0,495	7,000	0,000	0
	PBE	7,070	0,982	7,000	0,010	0
CTA	1.264,155	78,818	1.190,730	0,780	0	
Com doação de mudas ao produtor rural, incluindo o custo da terra (SP3)	TIR	0,097	0,036	0,100	0,460	0
	VA	1.122,910	2.325,831	1.193,860	0,500	0
	RBC	1,406	0,392	1,450	0,450	0
	PBS	10,745	5,058	7,000	0,495	0
	PBE	15,686	5,777	14,000	0,377	9
CTA	2.866,390	3.150,830	2.678,870	0,665	0	
Com aquisição de mudas pelo produtor rural, incluindo o custo da terra (SP4)	TIR	0,094	0,025	0,093	0,490	0
	VA	1.040,721	718,803	1.047,220	0,500	0
	RBC	1,370	0,276	1,370	0,475	0
	PBS	10,815	4,314	7,000	0,480	0
	PBE	15,816	4,991	14,000	0,416	15
CTA	2.990,697	4.05,579	2.825,510	0,640	0	

Fonte: Nérís (2001).

Comparando os resultados obtidos nas Tabelas 10 a 12 com o de outros projetos de agricultura permanente ou de silvicultura (Tabela 13), constatou-se que os projetos de reflorestamento com *eucalipto* em pequena escala apresentam, de modo geral, maior TIR e menor período de recuperação do capital.

Tabela 13 – Estimativa de alguns indicadores de rentabilidade, considerando-se análise de risco para projetos na agricultura, sem incluir o custo da terra

Projeto	Taxa Interna de Retorno Estimada	“Payback” Simples”	“Payback” Econômico
Pomar de laranjeira (com declínio)	0,180	10,484	0,180
Pomar de laranjeira (sem declínio)	0,192	10,406	n.d.*
Seringal	0,196	13,535	n.d.*
Seringal	0,144	18,570	0,144
Araruva (com aquisição de mudas)	0,169	25,000	25,000
Araruva (com doação de mudas)	0,222	18,655	25,000
Pau-marfim (com aquisição de mudas)	0,152	25,000	25,000
Pau-marfim (com doação de mudas)	0,192	23,325	25,000
Pinheiro-brasileiro (com aquisição de mudas)	0,170	25,000	25,000
Pinheiro-brasileiro (com doação de mudas)	0,197	24,840	25,000

Fonte: Nérís (2001).

* dados não disponíveis.

Com os resultados da análise de risco, pode-se afirmar que a doação de mudas e insumos pelo poder público ao produtor rural reduz fortemente os custos incorridos no cultivo do *eucalipto* e eleva, substancialmente, a lucratividade dos projetos. Além disso, sem incorrer em despesas com mudas, o pequeno e o médio produtor têm a oportunidade de dedicar mais cuidado ao plantio, influenciando a produtividade florestal a ser alcançada, que é uma variável importante para a melhoria da rentabilidade do projeto.

6. Conclusões

Com o intuito de analisar a viabilidade do reflorestamento com *eucalipto* em pequenos e médios imóveis, bem como verificar como os programas estaduais afetam essa rentabilidade, observou-se que, em geral, é fato comum a doação de mudas como meio de incentivo à atividade. Utilizou-se essa informação para estimar a variação na rentabilidade de projetos de reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais, considerando-se a doação ou compra de mudas. Uma das limitações desta análise foi que as estimativas obtidas não se referiam a todas as regiões dos estados em análise, mas, sim, a certas regiões de expansão do fomento florestal em pequenos e médios imóveis rurais. Além disso, é importante ressaltar que produtividades, formas de pagamentos e subsídios implícitos em cada caso considerado eram distintos. Contudo, o sistema de rotação era o mesmo (ciclo completo de 21 anos com três cortes).

Em condições estritamente deterministas ou em condições de risco, os projetos de reflorestamentos analisados foram considerados economicamente viáveis. Considerando a compra de terra e de mudas pelo produtor rural, as estimativas da TIR pela simulação de Monte Carlo ficam ao redor de 7% no Paraná e 9% em São Paulo. Em Minas Gerais, o valor da TIR calculada sem o custo das mudas e insumos ficou entre 21 e 23%, dependendo do que a empresa fomentadora comprava de madeira.

Em condições deterministas, a doação de mudas foi responsável pelo aumento de 8,3 e 6,8% na TIR, respectivamente, nos projetos de reflorestamento conduzidos nos Estados do Paraná e de São Paulo. Em Minas Gerais, a doação de mudas e insumos foi responsável pelo aumento de 52,19 e 43,88% na TIR dos projetos MG3 e MG4 considerados, respectivamente.

Constatou-se, portanto, que o incentivo ao reflorestamento

através de doação de mudas e insumos proporciona menores custos de implantação dos projetos e, dessa maneira, possibilita maiores ganhos ao produtor rural. No entanto, é necessário proporcionar a esse produtor não apenas mudas e insumos, mas também melhores condições de comercialização dos seus produtos florestais. A diferença de rentabilidade entre os projetos em Minas Gerais e nos demais estados reflete, em parte, as diferentes formas de comercialização.

Assim, é importante a integração entre os interesses do produtor e os interesses dos segmentos consumidores da matéria-prima florestal produzida. A implantação de políticas florestais estaduais deve ser voltada para o atendimento dessas necessidades. Para tanto, deve-se estimular a integração entre poder público e empresas consumidoras de madeira para o plantio de florestas em pequenos e médios imóveis rurais. A forma dessa integração necessita considerar as peculiaridades e disponibilidades de recursos públicos e privados em cada estado.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Statistical report**. São Paulo: BRACELPA, 1998. 60 p.

ALBUQUERQUE, J. L. **Avaliação econômica de alternativas de financiamento da produção florestal no Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1993. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. **Elementos de matemática financeira e análise de projetos de investimentos**. Piracicaba: Departamento de Economia e Sociologia Rural. ESALQ/USP, 1995. n. 109, p. 1-93.

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. **DETERPRJ - Sistema para análise econômica de projetos em condições deterministas**. Manual do Usuário. Versão 1.00. USP/CIAGRI. 22 p.

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. Análise econômica de projetos: “software” para situações deterministas e de risco envolvendo simulação. Piracicaba: USP, 1988. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BACHA, C. J. C. O Sistema agroindustrial da madeira. In: **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 14, n. 155, p. 13-18, setembro de 1999.

CAPP FILHO, M. Avaliação econômica do reflorestamento no Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1976. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DOSSA, D.; COUTO, J. A.; RODIGHIERI, H.; HOEFLICH, V. A. Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos. **Série Documentos**, EMBRAPA/CNPF Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, n. 39, ago. 2000.

GITMAN, L. J. Princípios de administração financeira. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1984. 781 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA APLICADA. Informações econômicas, São Paulo, p. 81-96, 1999.

MACHADO, J. A. R. A viabilidade econômica dos reflorestamentos com essências nativas brasileiras para a produção de toras – O caso do Estado de São Paulo. Piracicaba: USP, 2000. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NÉRIS, C. N. Evolução e rentabilidade econômica do reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais - Os casos de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Piracicaba: USP, 2001. 154 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NORONHA, J. F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

269 p.

RODIGHERI, H. R.; PINTO, A. F. Viabilidade econômica do programa de expansão da eucaliptocultura no norte pioneiro do Estado do Paraná. **Circular Técnica**, EMBRAPA/CNPF – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, n. 27, p. 9-25, 1997.

RODRIGUEZ, L. C. E.; MOREIRA, R. M. Gerenciamento de florestas de eucalipto com modelos de programação linear. **Série Técnica IPEF**, v. 6, n. 19, p. 1-15, 1989.

SBS Fórum de Competitividade da Cadeia Produtiva da Indústria de Madeira e Móveis – GT Madeira e Florestas. Sociedade Brasileira de Silvicultura. Novembro de 2000. (Mimeo).

TAKITANE, I. C. **Custo de produção da borracha e análise da rentabilidade em condições de risco no Planalto Paulista, SP, e no Triângulo Mineiro, MG.** Piracicaba: USP, 1988. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.